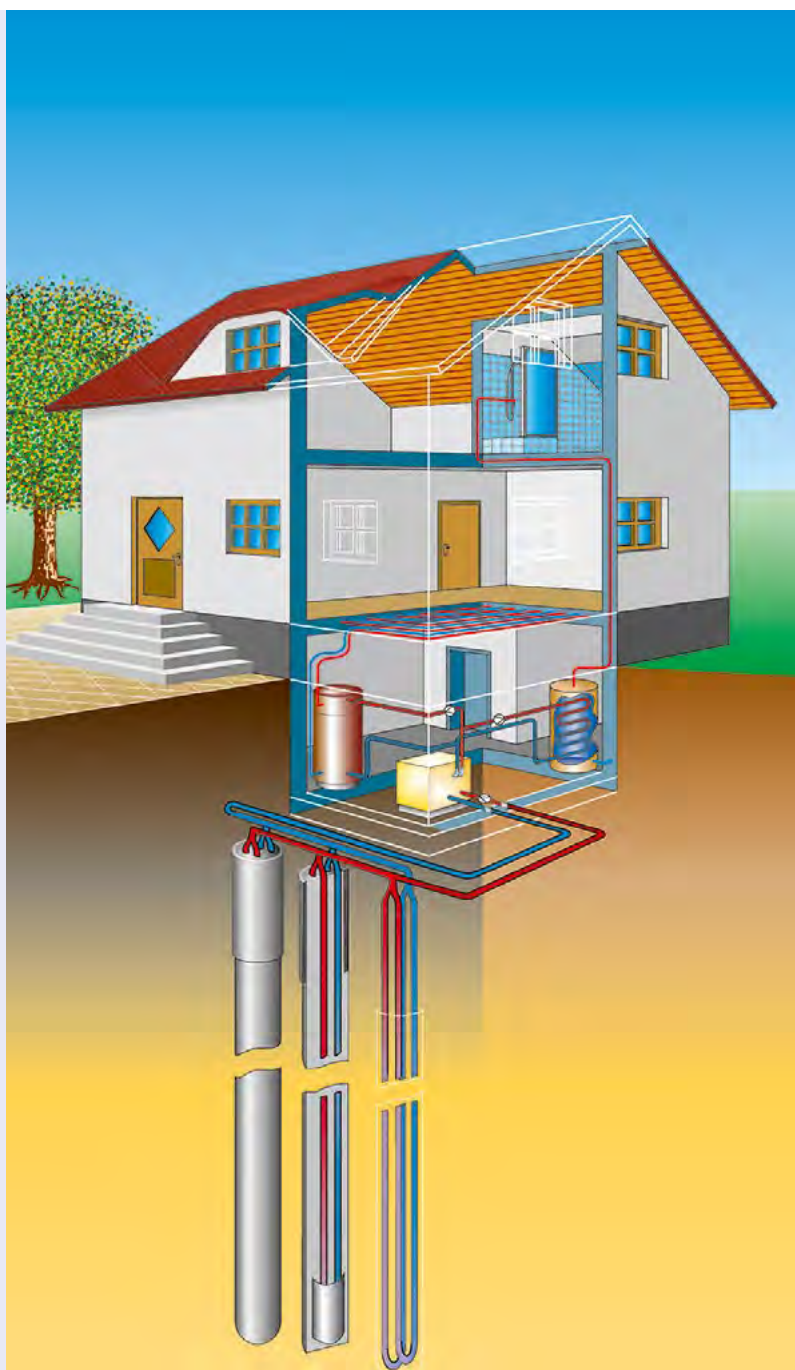
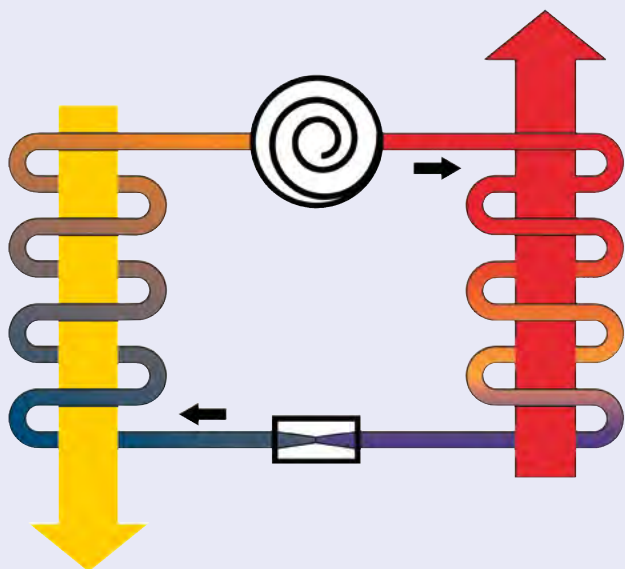


Erdwärmennutzung in Hessen

Leitfaden für Erdwärmesondenanlagen zum Heizen und Kühlen

6., überarbeitete Auflage



Erdwärmennutzung in Hessen

Leitfaden für Erdwärmesondenanlagen zum Heizen und Kühlen

6., überarbeitete Auflage

Wiesbaden, 2019

Impressum

ISBN 978-3-89026-388-5

Erdwärmernutzung in Hessen Leitfaden für Erdwärmesondenanlagen zum Heizen und Kühlen

6., überarbeitete Auflage

Fachliche Bearbeitung: Dr. Sven Rumohr
GIS: Michaela Hoffmann
Layout: Nadine Monika Fechner

Bildnachweis: Titelbild: rechts: Bundesverband WärmePumpe (BWP) e. V.
links unten: Viessmann Werke GmbH & Co KG, Allendorf (Eder)

Abb. 2: Bundesverband WärmePumpe (BWP) e. V.
Abb. 3: Dr. Sven Rumohr
Abb. 4: Bundesverband WärmePumpe (BWP) e. V.
Abb. 5: Bundesverband WärmePumpe (BWP) e. V.
Abb. 9: Dr. Sven Rumohr

Herausgeber, © und Vertrieb:
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Telefon: 0611 69 39-111
Telefax: 0611 69 39-555
E-Mail: vertrieb@hlnug.hessen.de

www.hlnug.de

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

Inhalt

Vorwort	5
Einleitung	6
1. Erdwärme	7
2. Erschließung und Nutzung der oberflächennahen Erdwärme.....	8
3. Dimensionierung und Abstände von Erdwärmesonden.....	12
4. Grundlagen und Ablauf des Erlaubnisverfahrens	14
5. Standortbeurteilung	17
6. Technische Anforderungen an Bauausführung und Betrieb	25
7. Erlaubnisverfahren	30
8. Vorgehen bei unsachgemäßer Ausführung der Bohr- und Ausbauarbeiten.....	32
9. Literatur	33
Formulare: Antrag auf Erlaubnis einer Erdwärmennutzung mittels Erdwärmesonden.....	34
Anzeige von Bohrung(en)	36
Ansprechpartner	37

Vorwort



Die Wärmepumpe hat sich zu einem auf breiter Basis anerkannten Heizsystem entwickelt. Sie ist heute das in Hessen im Neubau nach der Erdgasheizung am zweithäufigsten eingesetzte Heizsystem. Die interessanteste Wärmequelle für die Wärmepumpe ist die Erdwärme. Sie steht

überall und jederzeit, unabhängig von Wind, Wetter und Sonneneinstrahlung zur Verfügung. Ihre Erschließung ist grundsätzlich auf jedem Grundstück möglich und sie kann zur Beheizung und zur Kühlung von kleinen Einfamilienhäusern bis hin zu großen Bürogebäuden genutzt werden.

Erdwärmennutzungen sind regelmäßig mit einem Eingriff in das Grundwasser verbunden, aus dem in Hessen über 90 Prozent des Trinkwassers der öffentlichen Versorgung gewonnen wird. Zum nachhal-

tigen Schutz und zur Erhaltung dieses wertvollen Reservoirs sind daher vorsorgliche Regelungen für die Erschließung und Gewinnung der Erdwärme notwendig. Das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie zu dessen Aufgaben seit Jahrzehnten die Erschließung und der Schutz des Grund- und Trinkwassers zählen, ist somit auch die zentrale Anlaufstelle für Fragen zur Erdwärmennutzung in Hessen geworden.

Die fünfte Auflage dieses Leitfadens berücksichtigt neben geänderten rechtlichen Grundlagen auch die in den vergangenen Jahren gesammelten Erfahrungen der Wasser- und Bergbehörden und neue Erkenntnisse aus der Forschung. Ich freue mich daher, Ihnen einen vollständig überarbeiteten und aktualisierten Leitfaden vorlegen zu können.

A handwritten signature in blue ink that reads "Thomas Schmid". The signature is written in a cursive, flowing style.

Prof. Dr. Thomas Schmid

Präsident des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Einleitung

Der vorliegende Leitfaden richtet sich an Bauherren, Planungsbüros, Fachfirmen und Behörden. Er erläutert die fachlichen Grundlagen des vom Hessischen Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Verbraucherschutz herausgegebenen Erlasses „Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden“ vom 21. März 2014. Es werden Gebiete benannt, die bei Einhaltung bestimmter Auflagen an Bauausführung und Betrieb von Erdwärmesonden als hydrogeologisch und wasserwirtschaftlich günstig zu beurteilen sind. In diesen günstigen Gebieten sind für die wasserrechtliche Erlaubnis lediglich vereinfachte Antragsunterlagen erforderlich. Günstige

Gebiete bedeutet allerdings nicht, dass in diesen Gebieten die Erdwärmennutzung besonders einfach und wirtschaftlich ist.

Die dem Leitfaden beigelegten Vordrucke unterstützen den Antragsteller / die Antragstellerin bei der Zusammenstellung der erforderlichen Unterlagen für das wasserrechtliche Genehmigungsverfahren. Der Leitfaden, dazugehörige Detailkarten und Vordrucke können im Internet unter **<http://www.hlnug.de>** → **Geologie** → **Erdwärme** eingesehen und heruntergeladen werden.

1. Erdwärme

Als Erdwärme wird die unterhalb der Oberfläche der festen Erde vorhandene thermische Wärmeenergie bezeichnet. Diese beruht im Wesentlichen auf der von der Sonne eingestrahelten Wärmeenergie und dem vom Erdinneren zur Erdoberfläche gerichteten terrestrischen Wärmestrom. Die von der Sonne eingestrahelte und die von der Erdoberfläche an die Atmosphäre abgegebene Wärmeenergie sind hierbei maßgebend für die Temperaturen in den oberflächennahen Schichten bis zu einer Tiefe von etwa 10 – 20 m. In den tieferen Schichten ist zunehmend der terrestrische Wärmestrom maßgebend. Die Quellen des terrestrischen Wärmestroms sind u. a. die bei der Erdentstehung frei gewordene Energie und die durch den Zerfall radioaktiver Isotope frei gesetzte Energie.

Unterhalb des Einflussbereichs der Sonneneinstrahlung, d. h. unterhalb etwa 10 - 20 m, steigt die Temperatur in der Regel kontinuierlich an. Die auf eine lotrechte Strecke (z. B. 100 m) bezogene mittlere Temperaturzunahme wird hierbei als geothermischer Gradient bezeichnet. In Deutschland beträgt der mittlere geothermische Gradient $3\text{ °C pro }100\text{ m}$ (Abb. 1).

Bis zu einer Tiefe von 400 m wird von **oberflächennaher Erdwärme** gesprochen. Da die Temperatur bis zu dieser Tiefe in der Regel auf nicht mehr als rd. 20 °C ansteigt, ist die Nutzung der oberflächennahen Erdwärme zu Heizzwecken grundsätzlich nur durch den Einsatz einer **Wärmepumpe** möglich.

Beispiel:

Unter der Annahme einer mittleren Untergrundtemperatur von 10 °C in 20 m Tiefe ist bei einem geothermischen Gradienten von $3\text{ °C pro }100\text{ m}$ eine Untergrundtemperatur von 13 °C in ca. 120 m Tiefe, von 16 °C in ca. 220 m Tiefe und von 20 °C in ca. 350 m Tiefe zu erwarten.

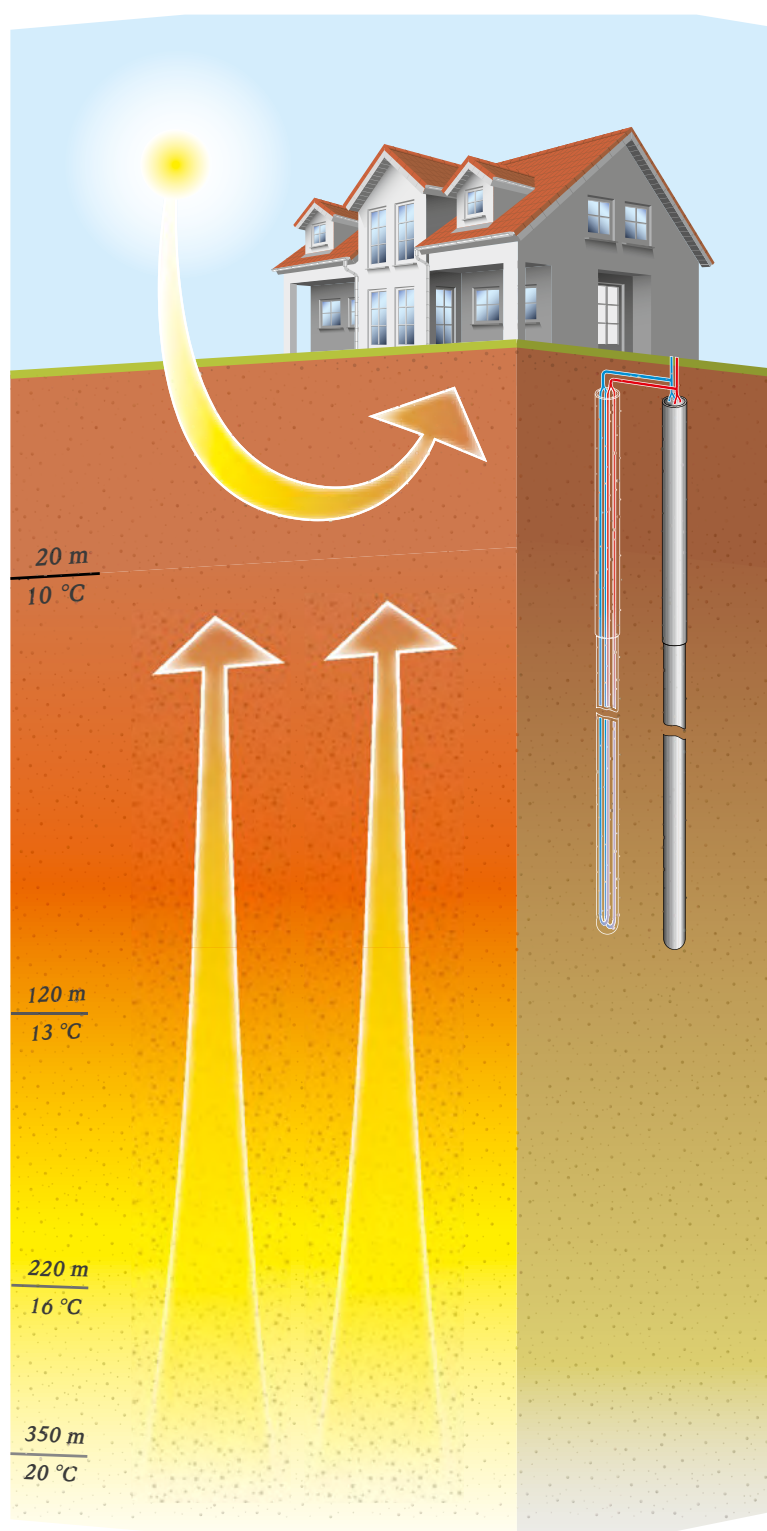


Abb. 1: Einflussbereiche des solaren und terrestrischen Wärmestroms. Im Einflussbereich des terrestrischen Wärmestroms steigt die Temperatur im Schnitt um $3\text{ °C pro }100\text{ m}$ Tiefe. Hier ist die Temperatur keinen jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen.

2. Erschließung und Nutzung der oberflächennahen Erdwärme

Erschließung

Zur Erschließung der oberflächennahen Erdwärme stehen die nachfolgend beschriebenen Systeme (Wärmeübertrager) zur Verfügung. Welches System für ein Vorhaben die beste Eignung aufweist, muss in jedem Einzelfall unter Berücksichtigung der standörtlichen und haustechnischen Gegebenheiten geprüft und entschieden werden.

Erdwärmesonden werden in Bohrungen mit Tiefen von meist weniger als 100 m, teils aber auch von über 200 m Tiefe eingebaut. Der häufigste Sondentyp, die Doppel-U-Sonde, besteht aus paarweise gebündelten U-förmigen Rohrschleifen (Abb. 2 und 3). Seltener sind die aus nur einer Rohrschleife bestehenden

Einfach-U-Sonden und die aus Innen- und Außenrohr bestehenden Koaxialsonden. Als Rohrmaterial kommen fast ausschließlich Kunststoffe (Polymere) zum Einsatz. Gemäß den Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden vom 21. März 2014 (StAnz. 17/2014 S. 383) ist als Sondenmaterial PE 100-RC oder höherwertig zu verwenden.

In den Erdwärmesonden zirkuliert ein flüssiges Wärmeträgermittel, das die Wärme aus dem Untergrund aufnimmt und zu der im Gebäude stehenden Wärmepumpe transportiert (Abb. 2). Im Kühlfall gibt die Erdwärmesonde Wärme an den Untergrund ab.

Selten werden die aus flexiblem Kupfer- oder Edelstahlrohr bestehenden **Verdampfer-Sonden bzw. Wärmerohre** errichtet, in denen der Wärmetransport durch verdampfendes CO₂ oder Propan erfolgt.

Der nach Einbau der Erdwärmesonden im Bohrloch zwischen Sonde und der Bohrlochwand verbleibende Hohlraum (Ringraum) wird mit einer speziellen Zement-Bentonit-Suspension möglichst hohlraumfrei verfüllt, die nach ihrer Aushärtung eine Abdichtung des Bohrloch-Ringraums zur Verhinderung einer hydraulischen Verbindung zweier oder mehrerer Grundwasserstockwerke sowie eines Eintrags von Oberflächenwasser in den Untergrund entlang der Erdwärmesonden sicherstellen sollen.

Eine weitere Form der Erdwärmennutzung stellen die sog. **Energiepfähle** dar. Es handelt sich hierbei um Gründungspfähle (Bohr- oder Rammpfähle), die mit

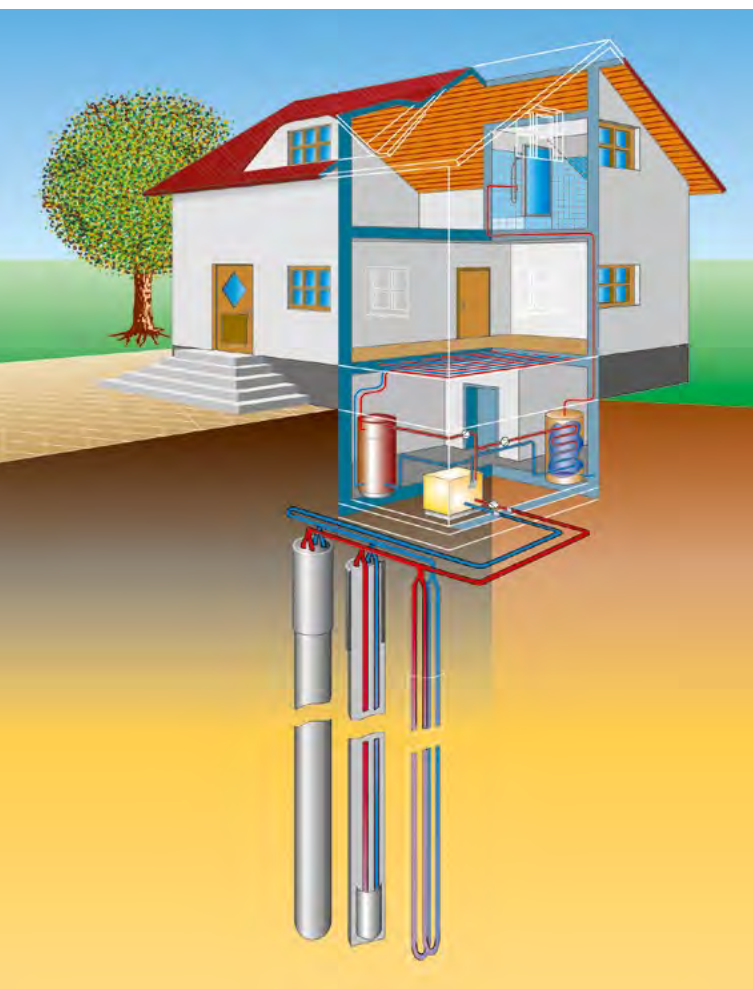


Abb. 2: Erdwärmesonden.



Abb. 3: Erdwärmesonde mit Gewicht vor Einbau in das Bohrloch.

innen liegenden Kunststoffrohren als Wärmetauscher ausgestattet sind. Energiepfähle kommen i. d. R. nur beim Bau von großen Gebäuden zum Einsatz, die eine Pfahlgründung erfordern.

Bei **Erdwärmekollektoren** werden die Wärmeübertraherrohre in einer Tiefe von max. 2 m unter Gelände horizontal verlegt (Abb. 4). Sie funktionieren nach dem gleichen Prinzip wie Erdwärmesonden, werden jedoch aufgrund ihres großen Flächenbedarfs bis zur zweifachen Größe der zu beheizenden Fläche seltener eingesetzt. Erdwärmekollektoren nutzen die von der Sonne überwiegend im Sommer eingestrahelte Wärmeenergie.

Spiralsonden, Schneckensonden und **Erdwärmekörbe** sind Mischformen von Sonden und Kollektoren mit geringeren Einbautiefen als übliche Sonden (meist < 6 m) und einem gegenüber Kollektoren

etwas kleineren Flächenbedarf.

Der Anschluss der vorgenannten Wärmeübertrager an die im Haus befindliche Wärmepumpe erfolgt über frostfrei verlegte Sammelleitungen.

Weitere erd- oder grundwassergekoppelte Wärmepumpen-Systeme sind solche mit **Direktverdampfung** und **Geothermische Brunnenanlagen**. Diese Systeme bedürfen ebenfalls einer wasserrechtlichen Erlaubnis. Für das Erlaubnisverfahren kann der Erlass *Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden* (StAnz. 17/2014 S. 383) sinngemäß herangezogen werden.

Bei der **Direktverdampfung**, die fast ausschließlich bei Erdwärmekollektoren eingesetzt wird, sind Kollektor- und Wärmepumpenkreislauf nicht voneinander getrennt, sondern vereint.

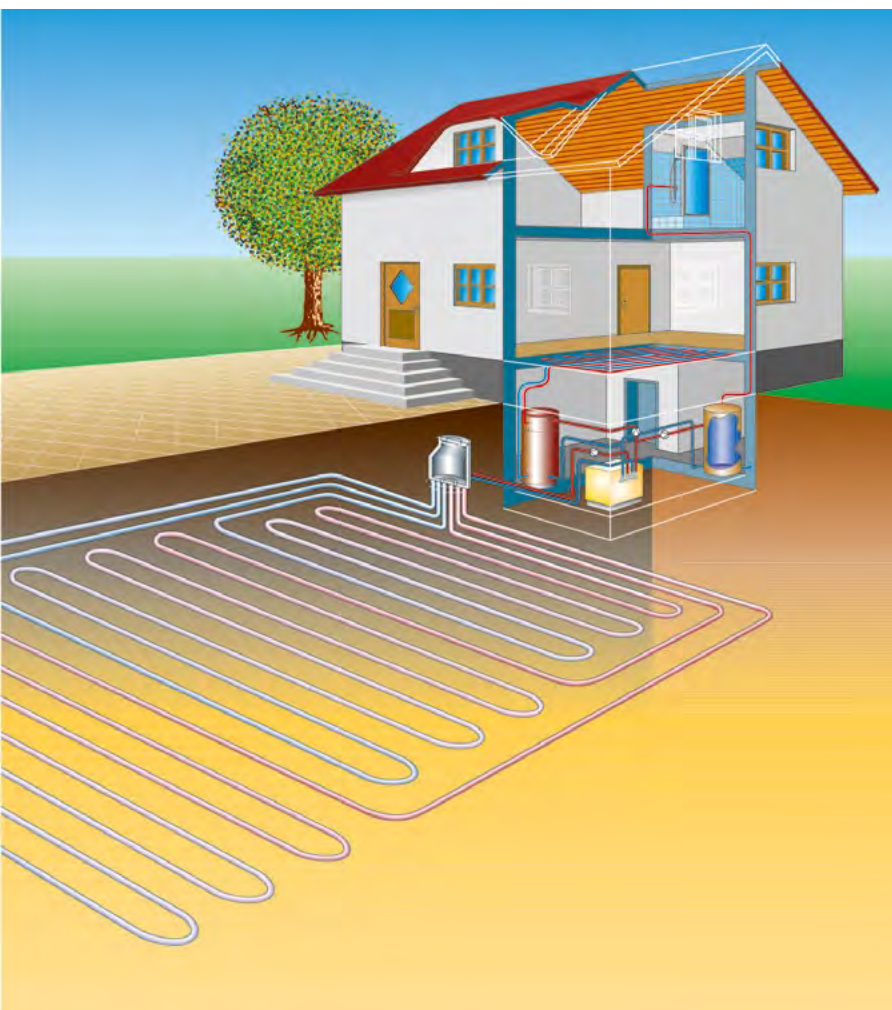


Abb. 4: Erdwärmekollektoren.

Bei **Geothermischen Brunnenanlagen** wird Grundwasser, das über einen oder mehrere eigens hierzu errichtete Brunnen gefördert wird, der Wärmepumpe zugeführt und die Wärmeenergie des Wassers über einen Wärmetauscher auf den Arbeitsmittelkreislauf der Wärmepumpe übertragen. Anschließend wird das thermisch genutzte Wasser über einen zweiten oder mehrere Brunnen in das Grundwasserstockwerk zurückgeführt, aus dem es entnommen wurde. Bei Nutzung des obersten Grundwasserstockwerkes kann die Rückführung des Wassers auch mittels Sickerschacht erfolgen.

Gebäudekühlung

Mit Ausnahme der auf Verdampfung bzw. Direktverdampfung basierenden Wärmeübertrager-Typen können alle Systeme auch zum Eintrag von Wärme in den Untergrund und damit zur Gebäudekühlung genutzt werden. Unterschieden wird hierbei die aktive Kühlung unter Zuhilfenahme der Wärmepumpe von der passiven bzw. freien Kühlung ohne Einsatz der Wärmepumpe.

Funktionsweise und Effizienz der Wärmepumpenanlage

Die Wärmepumpe ermöglicht es, Umweltwärme aus Luft, Wasser oder Erdreich durch den Einsatz mechanischer oder thermischer Antriebsenergie von einem niedrigen Temperaturniveau (z. B. 0 - 10 °C) auf ein zum Heizen und zur Warmwasserbereitung nutzbares Temperaturniveau (z. B. 35 - 55 °C) anzuheben.

Die Hauptkomponenten einer Wärmepumpe sind Verdampfer, Verdichter, Verflüssiger und Entspannungsventil (Abb. 5). Sie werden in einem stetigen Kreislauf von einem Kältemittel durchströmt: Flüssiges, kaltes Kältemittel strömt in den Verdampfer, wo es bei niedrigem Druck unter Aufnahme von Umweltwärme (z. B. aus der Erdwärmesonde) verdampft. Der Kältemitteldampf wird vom Verdichter angesaugt und unter Zuführung mechanischer Antriebsenergie komprimiert. Druck und Temperatur des gasförmigen Kältemittels steigen bei diesem Vorgang an. Der dann unter hohem Druck in den

Verflüssiger einströmende Kältemitteldampf verflüssigt sich unter Abgabe von Wärme an das Heizungssystem. Noch immer unter hohem Druck stehend, wird das flüssige Kältemittel im Entspannungsventil entspannt, wodurch es wieder abgekühlt. Anschließend wird es wieder dem Verdampfer zugeleitet, so dass der Kreislauf von neuem beginnt.

Auch der in jedem Haushalt vorhandene Kühlschrank basiert auf diesem Prinzip: Dem Innenraum des Kühlschranks (= Erdreich) wird Wärme entzogen, die dann auf ein höheres Temperaturniveau angehoben und an der Rückseite des Kühlschranks (= Heizungssystem) an die Umgebungsluft abgegeben wird.

Die von der Wärmepumpe abgegebene Heizwärme setzt sich somit aus der aufgenommenen Umweltwärme (z. B. aus der Erdwärmesonde) und der zum Antrieb des Wärmepumpen-Verdichters benötigten Energie zusammen, die ebenfalls in Wärme umgewandelt wird. Als Verdampferleistung wird dabei die

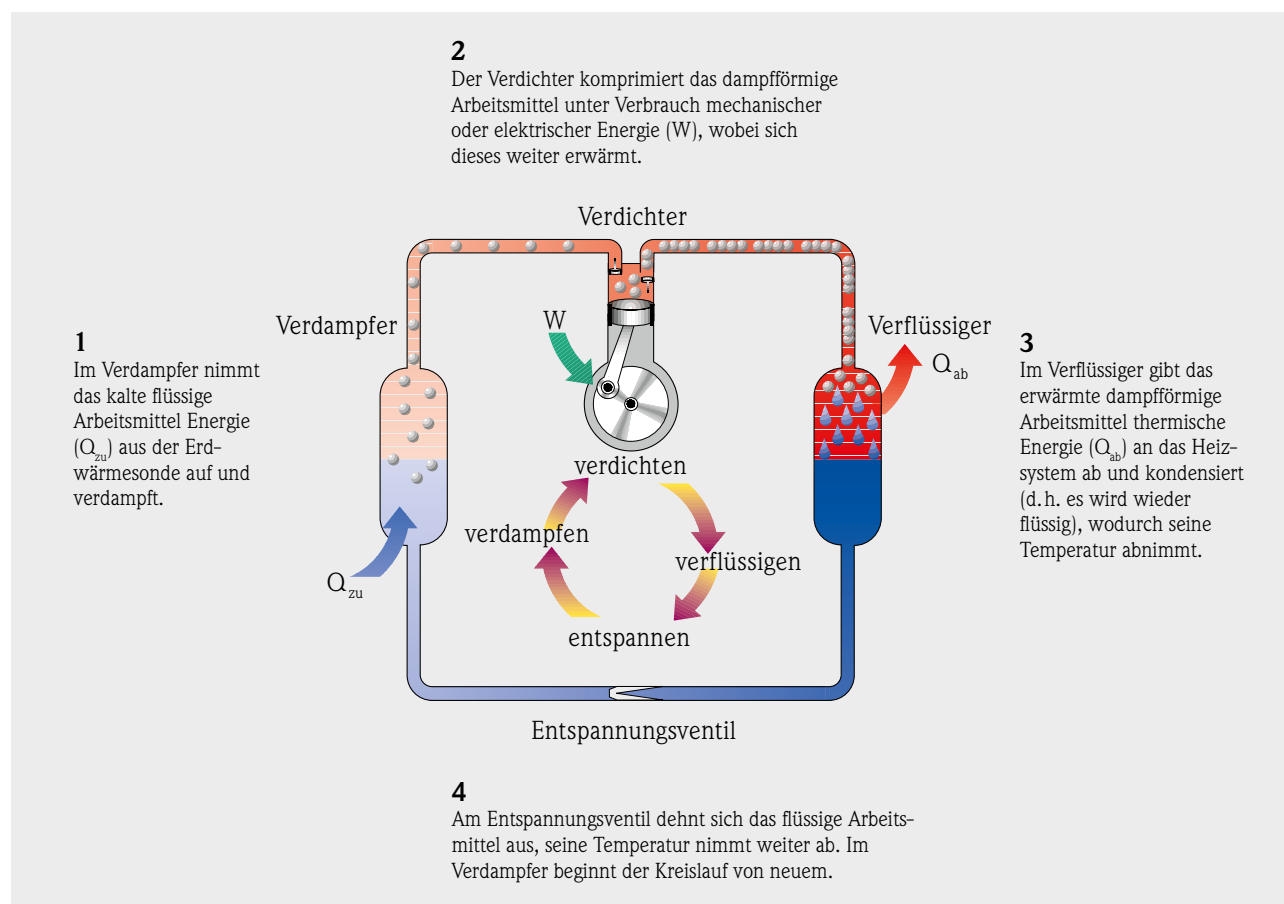


Abb. 5: Funktionsschema einer Wärmepumpe.

Leistung bezeichnet, mit welcher der Verdampfer der Wärmepumpe Umweltwärme aufnehmen kann. Die Summe aus Verdampferleistung und Antriebsleistung (= Stromaufnahme) entspricht hierbei der Heizleistung der Wärmepumpe.

Das Verhältnis aus bereitgestellter Heizwärme und Antriebsenergie des Wärmepumpen-Verdichters beschreibt die Effizienz einer Wärmepumpe. Das für einen definierten Betriebspunkt bestimmte Verhältnis wird als **Leistungszahl bzw. COP** (= Coefficient of Performance) bezeichnet. Die Leistungszahl ist vergleichbar mit dem Wirkungsgrad eines Heizkessels. Anhand der Leistungszahl lassen sich Wärmepumpen vergleichen: Je höher desto besser. Moderne Wärmepumpen erreichen bei optimalen Bedingungen Leistungszahlen bis zu 6.

Für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Heiz- und Nutzwärmebereitstellung mittels Wärmepumpenanlage ist die Leistungszahl jedoch kein geeignetes Maß, da die Temperatur der Wärmequelle (z. B. der Erdwärmesonde) und die Vorlauftemperatur des Heizungssystems variieren. Zudem wird neben der Antriebsenergie für den Wärmepumpenverdichter auch Antriebsenergie für z. B. das Umwälzen der Sole in der Erdwärmesonde und des Wassers in der Heizungsanlage benötigt.

Ein geeignetes Maß für die Wirtschaftlichkeit des Betriebs einer Wärmepumpenanlage ist die **Jahresarbeitszahl (JAZ)**, die dem Verhältnis der über ein Jahr bereitgestellten Heizwärme inkl. Warmwasser zu sämtlichen für die Bereitstellung aufgewendeten Energien innerhalb dieses Jahres (Antriebsenergie Wärmepumpe, Umwälzpumpen, evtl. Heizstab) entspricht. Die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpenanlage ist stets kleiner als die Leistungszahl der Wärmepumpe. Moderne Wärmepumpenanlagen können in einem gut gedämmten Haus bei einer auf den Heizwärmebedarf und die geothermische Standortssituation optimal angepassten Wärmequellenanlage Jahresarbeitszahlen ≥ 4 erreichen.

Bei einer Jahresarbeitszahl von 4 ist lediglich ein 1/4 der benötigten Heizenergie in Form von kosten-

pflichtiger, elektrischer Energie (Strom) aufzuwenden, die restlichen 3/4 werden mit kostenfreier Umweltwärme (z. B. Erdwärme) bereitgestellt.

Durch verschiedene Maßnahmen kann die Jahresarbeitszahl bzw. Effizienz einer Wärmepumpenanlage positiv beeinflusst werden:

Senkung der Vorlauftemperatur des Heizsystems

Die Vorlauftemperatur des Heizsystems sollte 35 °C möglichst nicht überschreiten. Dies erfordert in der Regel den Einsatz von Fußboden- oder Wandflächenheizungen. Bodenfliesen ermöglichen bei Fußbodenheizung geringere Vorlauftemperaturen als Teppichboden.

Erhöhung der Temperatur der Wärmequelle

Durch den Entzug von Wärme aus dem Erdreich, z. B. mittels Erdwärmesonden, kühlt sich dieses während der Heizperiode zunehmend ab, wodurch auch die Temperatur des in den Sonden zirkulierenden Wärmeträgermittels und letztlich die Leistung der Sonden sinkt. Durch Erhöhung der Gesamtlänge aller Erdwärmesonden einer Anlage reduziert sich die Abkühlung, was – relativ betrachtet – einer Erhöhung der Temperatur der Wärmequelle entspricht.

Einsatz von Wärmepumpen mit hoher Leistungszahl

Da die Jahresarbeitszahl einer Wärmepumpenanlage stets kleiner als die Leistungszahl der Wärmepumpe ist, sollte bereits bei der Wahl der Wärmepumpe auf eine möglichst hohe Leistungszahl geachtet werden.

Hersteller-unabhängige Informationen zu Wärmepumpen-Leistungszahlen stellt das akkreditierte Wärmepumpen-Testzentrum Buchs (Schweiz) auf der Homepage der Interstaatlichen Hochschule für Technik Buchs (www.ntb.ch) zur Verfügung.

Elektroheizstab / Brauchwassererwärmung

In Wärmepumpen sind teilweise Elektroheizstäbe integriert, die im Falle zu geringer Wärmequellentemperaturen unterstützen sollen. Ihr Betrieb erhöht den Stromverbrauch der Anlage. Wärmequellen

¹ Für die in Kombination mit Erdwärmesonden eingesetzten Sole/Wasser-Wärmepumpen wird der COP in der Regel für eine Quelltemperatur von 0 °C und eine Heiztemperatur von 35 °C bzw. 55 °C angegeben.

(Erdwärmesonden) sollten daher so bemessen werden, dass der Einsatz von Heizstäben nicht oder nur in Ausnahmefällen erforderlich ist.

Die Erwärmung von Brauchwasser sollte mittels Wärmepumpe und nicht ausschließlich mittels Heizstab erfolgen.

Senkung des Strombedarfs der Hilfsantriebe (Umwälzpumpen)

Überdimensionierte Umwälzpumpen oder Druckverluste in den Erdwärmesonden oder der Heizungsanlage, z. B. durch zu kleine Rohrquerschnitte oder zahlreiche Rohrbögen führen zu einem höheren Stromverbrauch. Dies sollte daher bereits bei der Wahl von Sonden- und Heizleitungsrohren sowie auch Umwälzpumpen beachtet werden.

3. Dimensionierung und Abstände von Erdwärmesonden

Bei der **Dimensionierung** wird die Anzahl und Tiefe der Erdwärmesonden einer Anlage unter Berücksichtigung der Wärmepumpen-Verdampferleistung (siehe Abschnitt 2) und des Heizwärmebedarfs, der (hydro-) geologischen und geothermischen Gegebenheiten sowie weiterer Randbedingungen (geothermische Kühlung, Abstände der Sonden untereinander, wasserwirtschaftliche Vorgaben etc.) ermittelt.

In Deutschland erfolgt die Dimensionierung von Erdwärmesonden überwiegend nach der VDI-Richtlinie 4640-2 (2001). Im Mai 2015 wurde ein Entwurf der überarbeiteten Richtlinie 4640-2 zur Anhörung vorgelegt. Bis zum Inkrafttreten dieser überarbeiteten Richtlinie – voraussichtlich im Sommer 2017 – behält die bisherige Fassung ihre Gültigkeit.

Gemäß VDI-Richtlinie 4640-2 (2001) ist das wesentliche Kriterium der Dimensionierung die Einhaltung bestimmter Temperaturgrenzen für das in den Erdwärmesonden zirkulierende Wärmeträgermittel: „Die Temperatur des zu der/den Erdwärmesonde(n) zurückkehrenden Wärmeträgermediums soll im Dauerbetrieb (Wochenmittel) den Grenzbereich von ± 11 K Temperaturänderung gegenüber der ungestörten Erdreichtemperatur nicht überschreiten; bei Spitzenlast soll ± 17 K Temperaturänderung nicht überschritten werden“. Die Einhaltung dieser Grenzen während der gesamten Betriebsdauer, die in der Planung meist mit 25 – 30 Jahren angesetzt wird, soll die technische Funktionsfähigkeit der Wärmepumpenanlage und die langfristig wirtschaftliche Wärmeversorgung aus dem Untergrund sicherstellen.

Bei den vorgenannten Temperaturgrenzen wird von einer mittleren Untergrundtemperatur von 11 °C ausgegangen. Im Heizfall soll die Temperatur des aus der Wärmepumpe in die Sonde strömenden Wärmeträgermittels somit eine Temperatur von -6 °C und im Wochenmittel eine Temperatur von 0 °C nicht unterschreiten.

Da die Leistung einer erdgekoppelten Wärmepumpenanlage wesentlich vom spezifischen Heizwärme- und Heizleistungsbedarf des zu beheizenden Gebäudes, behördliche Anforderungen an Minimal- oder Maximaltemperaturen des Wärmeträgermittels (siehe Abschnitt 4) sowie der jeweiligen hydrogeologischen und geothermischen Situation abhängt, muss die Dimensionierung stets auf den Einzelfall abgestimmt werden. Nur bei guter Kenntnis aller Randbedingungen sind die vorgenannten Ziele – die technische Funktionsfähigkeit und die langfristige wirtschaftliche Wärmeversorgung – zu erreichen.

Für Erdwärmesondenanlagen mit einer Heizleistung bis zu 30 kW kann die Dimensionierung gemäß VDI 4640-2 (2001) bei Einhaltung der o. g. Temperaturgrenzen anhand sog. spezifischer Entzugsleistungen erfolgen, die für unterschiedliche Gesteine vorliegen. Die spezifischen Entzugsleistungen und die für deren Anwendung erforderlichen Voraussetzungen können der VDI 4640-2 (2001) entnommen werden.

Für Erdwärmesondenanlagen mit einer Heizleistung größer 30 kW oder solche, bei denen die Voraussetzungen für eine Anwendung der spezifischen Entzugsleistungen nicht gegeben sind, muss die korrekte Dimensionierung der Erdwärmesonden gemäß VDI

4640-2 (2001) durch Berechnungen nachgewiesen werden. Dies erfolgt üblicherweise durch die Simulation des Betriebs der geplanten Erdwärmesondenanlage mittels Spezialsoftware, für die zudem meist die spezifische Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes mittels **Thermischen Response Test (TRT)** bestimmt wird.

Nicht anwendbar sind die spezifischen Entzugsleistungen gemäß VDI 4640-2 bei einer größeren Anzahl kleiner Anlagen auf einem begrenzten Areal, z. B. in Neubaugebieten. Auch für einen frostfreien Betrieb von Erdwärmesonden, wie er in Hessen für bestimmte Gebiete gefordert wird, sind die Voraussetzungen für eine Dimensionierung anhand der spezifischen Entzugsleistungen der VDI 4640-2 (2001) nicht gegeben.

Aufgrund einer gegenseitigen thermischen Beeinflussung ist der **Abstand von Erdwärmesonden** eine wichtige Planungsgröße. Hierbei muss zwischen dem Abstand der Sonden innerhalb einer Anlage und der Sonden zweier oder mehrerer benachbarter Anlagen unterschieden werden.

Die Erdwärmesonden einer Anlage sollten gemäß VDI 4640-2 (2001) einen Abstand von mindestens 5 m für Bohrtiefen ≤ 50 m bzw. mindestens 6 m für Bohrtiefen > 50 m haben. Größere Abstände wirken sich dabei positiv auf die Leistung der Sonden aus.

Erdwärmesonden benachbarter Anlagen können sich bei zu geringem Abstand gegenseitig thermisch beeinflussen, wodurch sich z. B. im Heizfall niedrigere Untergrundtemperaturen sowie niedrigere Wärmeträgermittel-Temperaturen in den Sonden einstellen als dies bei einer Anlage ohne Nachbaranlage der Fall wäre. Daher sollte der Abstand von Erdwärmesonden zu Nachbargrundstücken gemäß VDI 4640-1 (2010) so groß wie möglich gewählt werden. Als zweckmäßig wird durch die VDI 4640-1 (2010) ein Mindestabstand von 10 m zu Erdwärmesonden auf benachbarten Grundstücken empfohlen, der durch eine gegenseitig abgestimmte Planung auch reduziert werden kann.

Eine Voraussetzung für die Einhaltung von Vorgaben zu Abständen zu Grundstücksgrenzen oder benachbarten Erdwärmesonden ist die Richtungstreue der

Bohrungen – im Regelfall somit die Vertikalität der Bohrungen.

Zur Abschätzung einer möglichen ein- oder gegenseitigen thermischen Beeinflussung zweier benachbarter Erdwärmesonden sollte die Fließrichtung und Fließgeschwindigkeit des Grundwassers berücksichtigt werden.

Da bei einem zu geringen Abstand von benachbarten Erdwärmesondenanlagen zudem von einer Aufsummierung der thermischen Auswirkungen auf das Grundwasser auszugehen ist, sollte auch aus Sicht des Grundwasserschutzes ein Abstand zwischen Sonden benachbarter Anlagen von 10 m eingehalten werden (vgl. Abschnitt 4).

Neben dem Abstand zwischen Erdwärmesonden ist auch der Abstand der Sonden zur Grundstücksgrenze zu beachten. Beträgt dieser weniger als 5 m, muss durch die Bergaufsicht geprüft werden, ob eine thermische Beeinflussung von Nachbargrundstücken vorliegt. Ist dies der Fall, ist eine bergrechtliche Gewinnungsberechtigung erforderlich (vgl. Abschnitt 4).

Bis zu einer Heizleistung von 30 kW sollte der Mindestabstand von Erdwärmesonden daher 5 m zur Grundstücksgrenze bzw. 10 m zur nächstgelegenen Anlage betragen.

4. Grundlagen und Ablauf des Erlaubnisverfahrens

Wasserrecht

Zum Schutz der Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts, als Lebensgrundlage des Menschen, als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie als nutzbares Gut, fordert das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) die nachhaltige Bewirtschaftung der Gewässer. Zu diesen Gewässern zählt auch das Grundwasser, aus dem in Hessen rd. 95 % des Trinkwassers der öffentlichen Versorgung gewonnen wird.

Das WHG verpflichtet jede Person, bei **Maßnahmen**, mit denen Einwirkungen auf das Grundwasser verbunden sein können, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um u. a. eine nachteilige Veränderung der Grundwassereigenschaften zu vermeiden.

Erdwärmesonden bedürfen grundsätzlich einer **wasserrechtlichen Erlaubnis**. Bei der Verwendung von wassergefährdenden Flüssigkeiten als Wärmeträgermittel handelt es sich um eine erlaubnispflichtige Benutzung nach § 9 Abs. 2 Ziffer 2 WHG, da es sich hier um eine Maßnahme handelt, die geeignet ist, dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß nachteilige Veränderungen der Wasserbeschaffenheit herbeizuführen.

Im Hinblick auf die Bohrung gilt die Spezialnorm § 49 Abs. 1 Satz 2 WHG. Danach ist eine Erlaubnis erforderlich, da sich das Einbringen der Sonde nachteilig auf die Grundwasserbeschaffenheit auswirken kann (§ 49 Abs. 1 Satz 2 in Verbindung mit § 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG). Die Anzeigepflicht nach § 49 Abs. 1 Satz 1 WHG entfällt durch das Stellen eines Erlaubnis-antrags.

Wenn schädliche, auch durch Nebenbestimmungen nicht vermeidbare oder nicht ausgleichbare Veränderungen des Grundwassers zu erwarten sind, ist die Erlaubnis zu versagen (§ 12 WHG).

Die Errichtung und der Betrieb von Erdwärmesonden sind nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) grundsätzlich erlaubnispflichtig.

Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden

In Hessen wird das für Erdwärmesonden erforderliche Erlaubnisverfahren durch den Erlass *Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden* vom 21. März 2014 (StAnz. 17/2014 S. 383) geregelt. Dieser fasst die sich aus den vorgenannten Gesetzen und anderen Regelungen, z. B. zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ergebenden Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb von Erdwärmesonden zusammen und regelt den Ablauf des Genehmigungsverfahrens.

Seit Inkrafttreten dieser Anforderungen ist die Nutzung der Erdwärme in der Schutzzone III/IIIA von Trinkwasserschutzgebieten mittels Erdwärmesonden nicht mehr zulässig. Bestätigt wird diese Einschränkung durch einen Beschluss des Hessischen Verwaltungsgerichtshofs (VGH-Beschluss) und ein noch nicht rechtskräftiges Urteil des Verwaltungsgerichts Gießen. In dem VGH-Beschluss wird in Trinkwasserschutzgebieten dem ohnehin bedeutsamen Schutz des Trinkwassers eine alle anderen Belange überragende Bedeutung zugemessen. Die Begründung des VGH-Beschlusses enthält über den Einzelfall hinausgehende Bewertungen zum Grundwasserschutz, auf die sich Betroffene (insbesondere die Wasserversorgungsunternehmen) in ähnlich gelagerten Fällen berufen können.

Die *Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden* gelten für Erdwärmesonden-Anlagen mit einer Wärmepumpenheizleistung bis 30 kW und für solche, die zur Gebäudekühlung genutzt werden.

Die Anforderungen gelten nicht für Erdwärmekollektoren, bei denen dem Erdreich Wärme entzogen oder zugeführt wird und bei denen die Kollektoren mindestens 1 m über dem höchsten Grundwasserstand liegen. Weiter gelten sie nicht für sog. Erdwärmekörbe, Spiral- oder Schneckensonden, sofern eine maximale Einbautiefe von 3 m nicht überschritten wird. Es wird davon ausgegangen, dass diese Anlagen nur geringe Auswirkungen auf das Grundwasser haben und demnach keine Benutzung nach § 9 WHG vorliegt. Bei größeren Einbautiefen oder bei einem Abstand

von weniger als 1 m zum höchsten Grundwasserstand werden diese Anlagen wie Erdwärmesonden behandelt.

Mit der Festlegung des Gültigkeitsbereichs der Anforderungen auf Anlagen mit einer Heizleistung bis 30 kW wird der Unterscheidung der VDI-Richtlinie 4640-2 (2001) zwischen „kleinen Anlagen“ mit einer Heizleistung bis 30 kW und „großen Anlagen“ mit einer Heizleistung über 30 kW gefolgt. Kleine Anlagen zeichnen sich nach der VDI-Richtlinie zudem durch in der Regel max. 2.400 Jahresbetriebsstunden aus. Als weiteres Kennzeichen kleiner Anlagen im Sinne der VDI 4640-2 eignet sich daher auch die im Laufe eines Betriebsjahres von der Wärmepumpe bereitgestellte Wärmemenge, die 72 MWh/a nicht überschreiten sollte.

Kennzeichen „kleiner Anlagen“ im Sinne der VDI-Richtlinie 4640-2 (2001):

- > Heizleistung: max. 30 kW
- > Jahresbetriebsstunden: max. 2.400 h
- > Heiz- und Brauchwärme: max. 72 MWh/a

Zudem wird aufgrund des umfangreichen Eingriffs in den Untergrund seitens des HLNUG ab einer Gesamtlänge aller Erdwärmesonden einer Anlage ≥ 750 m von einer großen Anlage ausgegangen.

Bei Einhaltung der in den *Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden* genannten Voraussetzungen kann das Erlaubnisverfahren bei Erdwärmesondenanlagen bis 30 kW Heizleistung in „günstigen Gebieten“ mit vereinfachten Antragsunterlagen durchgeführt werden (Abschnitt 7).

Für große Erdwärmesondenanlagen mit einer Heizleistung von mehr als 30 kW sind die *Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden* als Mindestanforderungen zu berücksichtigen.

In wasserwirtschaftlich ungünstigen Gebieten und in hydrogeologisch ungünstigen Gebieten (Abschnitt 5), wenn bei letzteren durch Bohrungen die Grundwasserüberdeckung durchbohrt und Grundwasserleiter mit

unterschiedlichen Druckniveaus oder unterschiedlicher Beschaffenheit miteinander verbunden werden könnten, sind Erdwärmesonden so zu betreiben, dass außerhalb der Sondenrohre im Bohrlochringraum kein Frost ($T \leq 0$ °C) auftritt. Der in Bezug auf den Bohrlochringraum frostfreie Betrieb ist gewährleistet, wenn die minimale Temperatur des Wärmeträgermittels -3 °C nicht unterschreitet. Die Einhaltung dieser Anforderung ist durch einen nicht manipulierbaren „Frostwächter“ nachweislich sicher zu stellen. Die Dimensionierung der Erdwärmesondenanlage (siehe Abschnitt 3) muss diese Vorgabe berücksichtigen.

Im Erlass vom 21. März 2014 (StAnz. 17/2014 S. 383) sind in Tabelle 2 der Anlage 1 Wärmeträgermittel mit den Hauptbestandteilen Ethylenglykol oder Propylenglykol aufgeführt, die ohne Bescheinigung des Lieferanten in Erdwärmesonden verwendet werden dürfen. Diese Tabelle 2 entsprach der Tabelle 2, die zum Zeitpunkt der Herausgabe des Erlasses vom 21. März 2014 von der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) veröffentlicht war. Sie basiert auf dem Bewertungsschema der „Empfehlungen der LAWA für wasserwirtschaftliche Anforderungen an Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren“. Mittlerweile wird diese Tabelle 2 von der LAWA als „Wärmeträgermedien Positivliste“ fortgeschrieben und im Internet veröffentlicht. Gemäß Erlass vom 1. März 2016 ist bis zur Überarbeitung des Erlasses vom 21. März 2014 für die in Tabelle 2 der „Wärmeträgermedien Positivliste“ aufgeführten Wärmeträgermittel mit den Hauptbestandteilen Ethylenglykol oder Propylenglykol die Vorlage einer Bescheinigung des Lieferanten gemäß Nr. 2 Abs. 3 des Erlasses vom 21. März 2014 nicht erforderlich.

Eine dauerhafte Erwärmung des Untergrundes und des Grundwassers infolge der Zuführung von Wärme ist auszuschließen. Dies ist gewährleistet, wenn zugeführte und entnommene Jahreswärmemengen vergleichbar sind (ausgeglichene Bilanz).

² Fundstelle „Wärmeträgermedien Positivliste“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft (LAWA): www.lawa.de (> Publikationen > Veröffentlichungen nach Sachgebieten > Wasserversorgung, Abwasserentsorgung, Wassergefährdung)

Bergrecht

Erdwärme ist gemäß § 3 Abs. 3 Nr. 2b des Bundesberggesetzes (BBergG) ein „bergfreier Bodenschatz“. Dies bedeutet, dass Grundstückseigentum nicht zur Erdwärmegewinnung berechtigt. Vielmehr ist für die Erdwärmegewinnung grundsätzlich eine bergrechtliche Gewinnungsberechtigung (Bewilligung gemäß § 8 BBergG) erforderlich. Keine Erdwärmegewinnung ist aber nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 BBergG die Erdwärmeentnahme in einem Grundstück aus Anlass oder im Zusammenhang mit dessen baulicher oder sonstiger städtebaulicher Nutzung. Bei einer Erdwärmeentnahme im Rahmen dieser Ausnahmeregelung darf benachbarten Grundstücken keine Erdwärme entzogen werden (Abb. 6).

Bei der Beurteilung der Frage, ob eine Beeinflussung von Nachbargrundstücken vorliegt, wird davon ausgegangen, dass die Erdwärmeentnahme dann in einem Grundstück im Zusammenhang mit dessen baulicher Nutzung erfolgt, wenn die Heizleistung der Geothermieanlage 30 kW nicht überschreitet sowie zwischen Erdwärmehohlung und den Grundstücksgrenzen jeweils ein Abstand von 5 m eingehalten wird. Davon abweichende Fälle erfordern eine genauere Betrachtung. Entweder kann auf Grund von Projektbesonderheiten, wie Erdwärmennutzung im geringen Umfang, geringfügige Unterschreitung des Abstands von 5 m oder Entzug von Erdwärme über einen großen Tiefenbereich angenommen werden, dass lediglich das Grundstück des Bauherrn betroffen ist. Oder aber es handelt sich um Erdwärmegewinnung,

die nur nach Erteilung einer bergrechtlichen Gewinnungsberechtigung zulässig ist. Der Inhaber einer bergrechtlichen Gewinnungsberechtigung kann Erdwärme aus allen Grundstücken entziehen, die innerhalb des zur Berechtigung gehörenden Feldes liegen.

Unabhängig hiervon unterliegen nach § 127 BBergG alle Bohrungen, die mehr als 100 m in den Boden eindringen sollen, der Bergaufsicht. Nach § 127 BBergG sind Beginn und Einstellung der Bohrungen mindestens zwei Wochen vorher der Bergbehörde anzuzeigen. Im Regelfall wird für diese Bohrungen kein Betriebsplan gefordert. Bei allen Bohrungen über 100 m sind die berggesetzlichen Regelungen und insbesondere die Hessische Bergverordnung vom 30. August 2012 (GVBl. S. 277) zu beachten. Nur für die Bohrungen unter Bergaufsicht ist auch der Bohrunternehmer gegenüber der Bergbehörde direkt verantwortlich und wird aufgrund seiner Fachkunde auch erster Ansprechpartner sein. Bei Bohrungen bis 100 m Länge verbleiben die Pflichten allein bei den Bauherren.

Lagerstättengesetz

Gemäß § 4 des Lagerstättengesetzes, zuletzt geändert am 10.11.2001, sind alle Bohrungen vom Bohrunternehmen zwei Wochen vor Beginn der Arbeiten dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) anzuzeigen (Vordruck siehe Anlage 2). Nach Abschluss der Bohrung ist dem HLNUG das Bohrergebnis mitzuteilen.

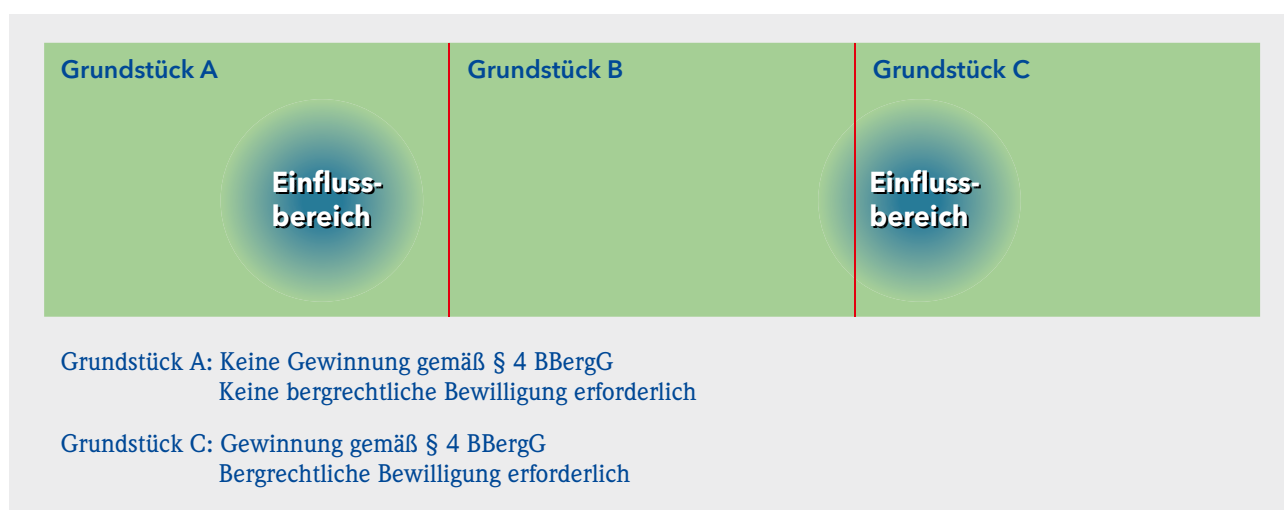


Abb. 6: Abhängigkeit der bergrechtlichen Genehmigungsvoraussetzung vom Einflussbereich.

5. Standortbeurteilung

In Abhängigkeit von der hydrogeologischen Situation eines Standortes können Eingriffe in den Untergrund, z. B. Bohrungen für Erdwärmesonden, unterschiedliche und auch nachteilige Auswirkungen auf das Grundwasser haben. Daher können in Gebieten, die zum Wohl der Allgemeinheit als Wasser- oder Heilquellenschutzgebiete festgesetzt oder vorgesehen sind, bestimmte Handlungen, wie z. B. Bohrungen, verboten oder nur eingeschränkt zulässig sein (§§ 50 bis 53 WHG i. V. m. Wasser- und Heilquellenschutzgebietsverordnungen, Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (VAwS)). Daneben können auch spezielle hydrogeologische Untergrundgegebenheiten Verbote und Einschränkungen erforderlich machen.

Diese standörtlichen Randbedingungen werden im Genehmigungsverfahren für Erdwärmesonden durch eine vom HLNUG für Hessen fortlaufend aktualisierte hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung berücksichtigt. Die Standortbeurteilung unterscheidet zwischen hydrogeologisch günstigen und ungünstigen Gebieten sowie wasserwirtschaftlich günstigen, ungünstigen und unzulässigen Gebieten. Die Grundlagen für diese Beurteilung werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

Durch die Verschneidung dieser Gebiete ergibt sich die für das Genehmigungsverfahren maßgebende Unterteilung der Landesfläche Hessens in drei Gebietstypen (siehe Kasten).

günstige Gebiete:

Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Situation günstig.
Keine gesonderte Beurteilung des Vorhabens erforderlich.

ungünstige Gebiete:

Hydrogeologische und/oder wasserwirtschaftliche Situation ungünstig.
Gesonderte Beurteilung des Vorhabens erforderlich.

unzulässige Gebiete:

Die Errichtung von Erdwärmesonden ist aufgrund der wasserwirtschaftlichen Situation unzulässig.

Die Standortbeurteilung erfolgt ausschließlich im Hinblick auf eine mögliche Grundwassergefährdung. Sie ist keine Beurteilung der technischen Durchführbarkeit eines Vorhabens oder des geothermischen Potenzials.

Das Ergebnis der hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Beurteilung ist in Abb. 10 für die gesamte Landesfläche und in Abb. 11 beispielhaft für Offenbach am Main dargestellt. Die jeweils aktuelle Abgrenzung dieser Gebiete ist unter www.hlnug.de (> Themen > Wasser > Erdwärme/Geothermie > Oberflächennahe Geothermie) veröffentlicht. Diese Karten sind für die Zuordnung eines Standortes zu verwenden. Ist eine sichere Zuordnung eines Standortes nicht möglich, gibt die zuständige Wasserbehörde oder das HLNUG auf Anfrage Hilfestellung.

5.1 Grundlagen der hydrogeologischen Standortbeurteilung

Die thermische Beanspruchung des Untergrundes und des Grundwassers durch einzelne Erdwärmesondenanlagen mit einer Heizleistung bis 30 kW ist bei deren Dimensionierung nach der VDI-Richtlinie 4640-2 aus hydrochemischer Sicht als unerheblich zu betrachten. Auswirkungen auf die Grundwasserfauna sind bei diesen Anlagen nach heutigem Kenntnisstand vernachlässigbar. Die hydrogeologische Beurteilung kleiner Erdwärmesondenanlagen erfolgt daher ausschließlich im Hinblick auf eine mögliche Beeinflussung des Grundwassers durch die Bohrungen und durch den Ausbau der Bohrung. Aufgrund des umfangreicheren Eingriffs in den Untergrund ist diese Beurteilung nur bedingt auf große Anlagen mit einer Heizleistung über 30 kW übertragbar.

Abhängig von der jeweiligen geologisch/hydrogeologischen Situation ergeben sich in diesem Zusammenhang folgende hydrogeologische Beurteilungen:

Hydrogeologisch günstig sind – bei Einhaltung der in Abschnitt 6 formulierten Anforderungen – Gebiete mit mittlerer bis geringer Wasserdurchlässigkeit der Gesteine und keiner wesentlichen Grundwasserstockwerkstrennung. Unter einer wesentlichen Stockwerkstrennung ist gemäß LAWA (2002) eine weiträumig wirksame Stockwerkstrennung zu verstehen, die zu deutlich unterschiedlichen Grundwasserständen bzw. hydraulischen Druckhöhen oder Grundwasserbeschaffenheiten der einzelnen Stockwerke führt (Abb. 7).

Hydrogeologisch ungünstig sind Gebiete, wenn durch eine Bohrung Deckschichten durchörtert werden, die nennenswerte Grundwasservorkommen schützen oder wenn Heil- oder Mineralwasservorkommen beeinträchtigt werden können. Ungünstig sind auch Gebiete mit einer hohen Wasserdurchlässigkeit der Gesteine, einer wesentlichen, das heißt weiträumigen Stockwerkstrennung, mit Aufstiegszonen von CO₂ oder NaCl-reicher Wässer oder mit artesisch gespannten Grundwasservorkommen sowie Tiefengrundwasserleitern (insbesondere im Festgestein), die nicht angebohrt oder durchbohrt werden sollten. Ungünstig sind zudem Gebiete mit quelfähigen oder löslichen Gesteinen und Gebiete, in denen durch die Bohrung Grundwasserleiter mit unter-

schiedlichen Druckniveaus oder unterschiedlicher Beschaffenheit miteinander verbunden werden können.

Hohe Wasserdurchlässigkeit:

Insbesondere in hoch durchlässigen Kluft- und Karstgrundwasserleitern mit in der Regel hohen bis sehr hohen Fließgeschwindigkeiten weist die durch eine Bohrung verursachte Trübung des Grundwassers eine hohe Reichweite auf. Erreicht die Trübung eine Wassergewinnungsanlage oder ein Oberflächen-gewässer, so können diese zeitweilig beeinträchtigt werden. Eine Gegenmaßnahme kann hier z. B. das Mitführen einer Hilfsverrohrung beim Bohren sein.

Darüber hinaus sind Probleme mit der Verpressung der Bohrlöcher beim Antreffen großer Klüfte bzw. Karsthohlräume möglich. Es ist deshalb nicht sicher-gestellt, dass eine Bohrung in diesem Fall überhaupt ordnungsgemäß vollständig und dauerhaft wasser-dicht abgedichtet werden kann.

Eine Besonderheit sind in diesem Zusammenhang Gebiete des Altbergbaus. Fährt eine Erdwärmeboh-rung einen Hohlraum eines untertägigen Grubenge-bäudes an, kann eine solche Bohrung nicht mit ver-tretbarem Aufwand gegen die häufig wassergefüllten Hohlräume zuverlässig und dauerhaft abgedichtet



Abb. 7: Schematische Darstellung eines Grundwasserstockwerksbaus.

werden. In solchen Gebieten ist daher eine Voranfrage bei der Bergbehörde unabdingbar. Bei der hydrogeologischen Standortbeurteilung wurden die Gebiete des Altbergbaus nicht berücksichtigt.

Grundwasserstockwerksbau und artesische Druckverhältnisse:

Verbindet eine Bohrung Grundwasserstockwerke mit unterschiedlichen Grundwasserdruckpotenzialen, führt dies im Bohrloch zu einer Grundwasserströmung zwischen den Stockwerken, wenn das Bohrloch im Bereich der stockwerkstrennenden Schichten nicht ausreichend abgedichtet wird.

Bei einer Grundwasserstockwerksgliederung besteht zudem die Möglichkeit, dass es zu einer so starken Strömung im Bohrloch kommt, dass die zur Ringraumverfüllung eingebrachte Suspension vor Erreichen einer ausreichenden Festigkeit ausgespült und dadurch eine vollständige Abdichtung des Bohrlochs verhindert wird. Gespannte Grundwasservorkommen, die auch artesisch sein können, sind als besonders kritisch einzustufen.

Bei unterschiedlichen Grundwasserbeschaffenheiten oder Grundwasserunreinigungen kann eine Grundwasserstockwerksverbindung kritisch sein, da es durch hydraulische Verbindungen bzw. dem Zuzickern von Grundwasser zu Beeinträchtigungen kommen kann.

Zeigen sich bei den Bohrarbeiten große Druckunterschiede, muss das Bohrloch bis zur Basis des oberen Grundwasserstockwerks wasserdicht rückverfüllt und damit die Erdwärmenutzung auf das obere Grundwasserstockwerk beschränkt werden. In diesen Fällen ist die Genehmigungsbehörde zu informieren. Bohrfirmen müssen daher stets ausreichend Material und die erforderliche Technik für eine Beherrschung unterschiedlicher Grundwasserdruckpotenziale bzw. eines Grundwasserflusses im Bohrloch und damit für eine vollständige Abdichtung an der Bohrstelle vorhalten.

Durch eine Abdichtung der Bohrung und eine Beschränkung auf das obere Grundwasserstockwerk werden dauerhaft hydraulische Verbindungen bzw. das Zuzickern von Grundwasser aus einem oberen Grundwasserstockwerk in ein oder mehrere unterlagernde Grundwasserstockwerke verhindert.

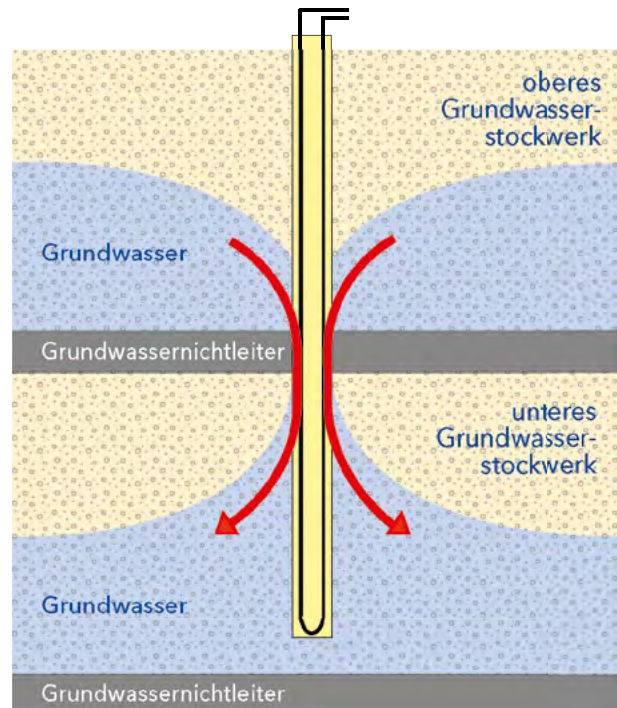


Abb. 8: Unzureichend abgedichtete Erdwärmehohrbohrung. Grundwasser strömt in diesem Beispiel von einem höheren in ein tieferes Grundwasserstockwerk. Bei einem höheren Druckniveau im tieferen Stockwerk (gespanntes Grundwasser) kann auch ein Aufstieg des Grundwassers in das obere Stockwerk oder sogar bis zur Geländeoberfläche stattfinden.



Abb. 9: Verpresste Sondenbohrung.



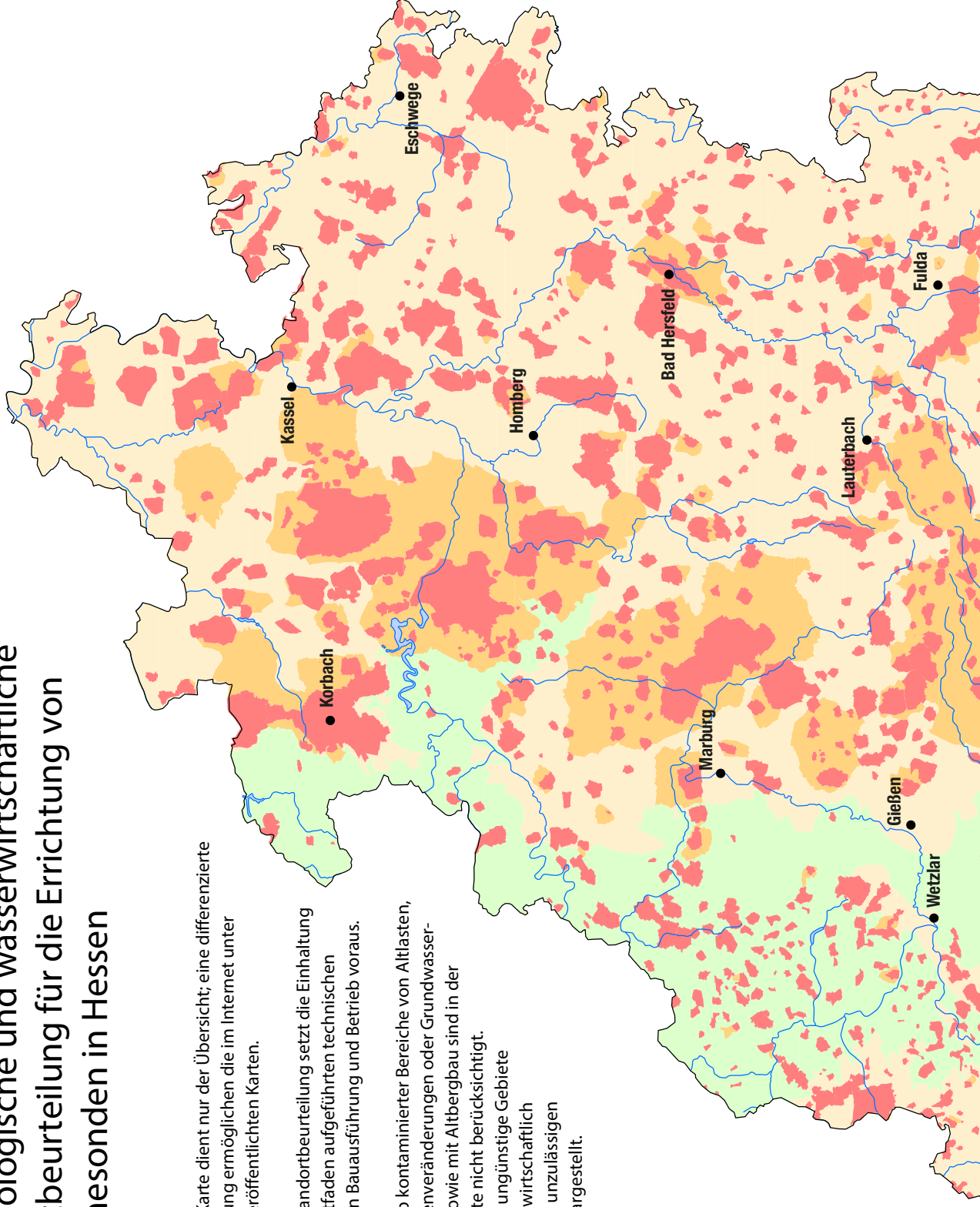
Übersichtskarte

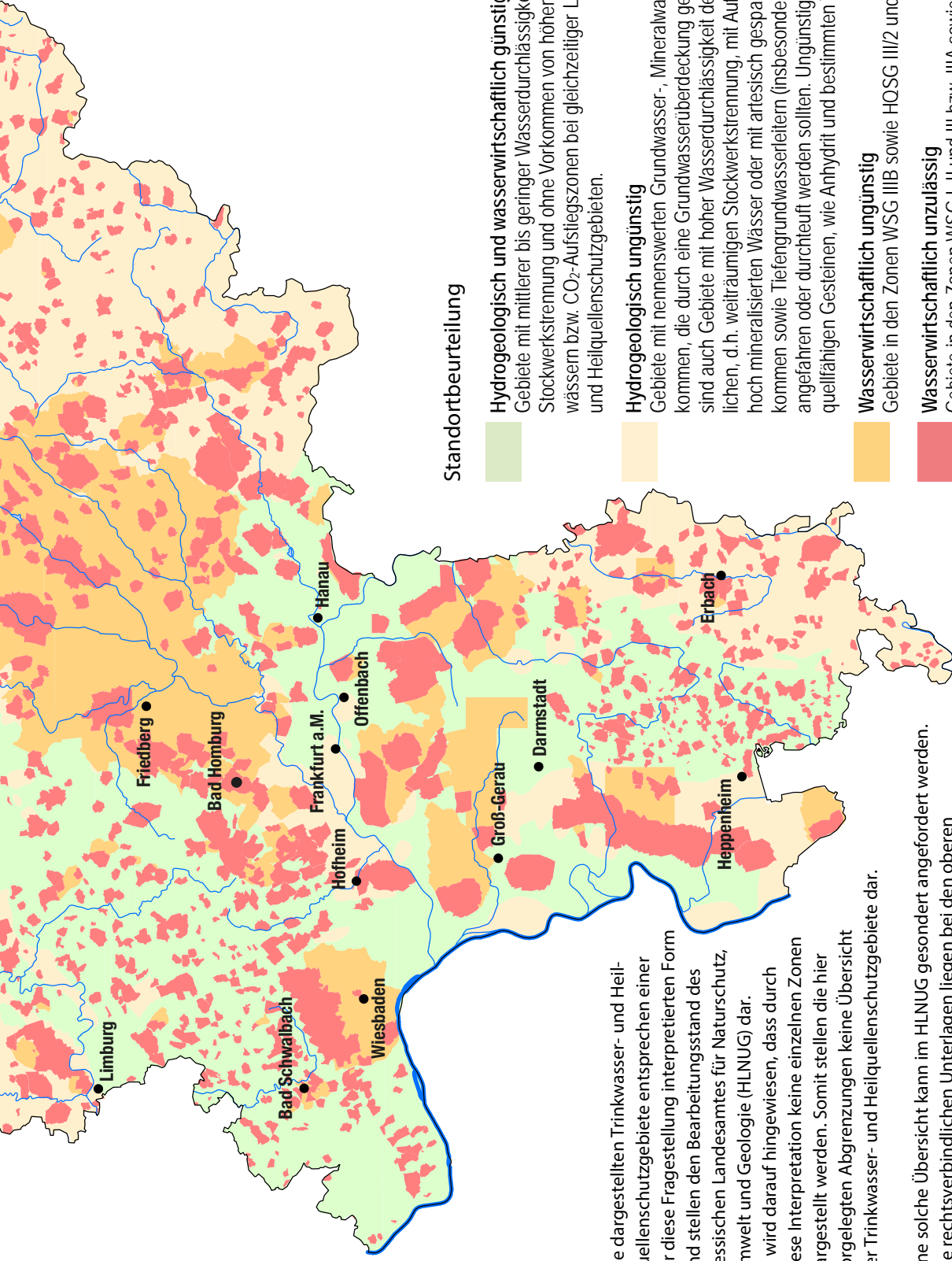
Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden in Hessen

Die vorliegende Karte dient nur der Übersicht; eine differenzierte Standortbeurteilung ermöglichen die im Internet unter www.hlnug.de veröffentlichten Karten.

Die dargestellte Standortbeurteilung setzt die Einhaltung der in diesem Leitfaden aufgeführten technischen Anforderungen an Bauausführung und Betrieb voraus.

Gebiete innerhalb kontaminierter Bereiche von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen oder Grundwasser- veränderungen sowie mit Altbergbau sind in der vorliegenden Karte nicht berücksichtigt. Hydrogeologisch ungünstige Gebiete werden in wasserwirtschaftlich ungünstigen und unzulässigen Gebieten nicht dargestellt.





Standortbeurteilung

Hydrogeologisch und wasserwirtschaftlich günstig

Gebiete mit mittlerer bis geringer Wasserdurchlässigkeit, ohne eine wesentliche Stockwerkstrennung und ohne Vorkommen von höher mineralisierten Grundwässern bzw. CO₂-Aufstiegszonen bei gleichzeitiger Lage außerhalb von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten.

Hydrogeologisch ungünstig

Gebiete mit nennenswerten Grundwasser-, Mineralwasser- oder Heilwasservorkommen, die durch eine Grundwasserüberdeckung geschützt werden. Ungünstig sind auch Gebiete mit hoher Wasserdurchlässigkeit der Gesteine, einer wesentlichen, d.h. weiträumigen Stockwerkstrennung, mit Aufstiegszonen von CO₂ oder hoch mineralisiertem Wasser oder mit artesisch gespannten Grundwasservorkommen sowie Tiefengrundwasserleitern (insbesondere im Festgestein), die nicht angefahren oder durchteuft werden sollten. Ungünstig sind zudem Gebiete mit quellfähigen Gesteinen, wie Anhydrit und bestimmten Tonen.

Wasserwirtschaftlich ungünstig

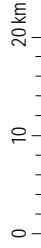
Gebiete in den Zonen WSG III/B sowie HOSG III/2 und B.

Wasserwirtschaftlich unzulässig

Gebiete in den Zonen WSG I, II und III bzw. IIIA sowie HOSG I, II, III, III/1 und A.

Die dargestellten Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete entsprechen einer für diese Fragestellung interpretierten Form und stellen den Bearbeitungsstand des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) dar. Es wird darauf hingewiesen, dass durch diese Interpretation keine einzelnen Zonen dargestellt werden. Somit stellen die hier vorgelegten Abgrenzungen keine Übersicht der Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete dar.

Eine solche Übersicht kann im HLNUG gesondert angefordert werden. Die rechtsverbindlichen Unterlagen liegen bei den oberen Wasserbehörden in den jeweils zuständigen Regierungspräsidien.



Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Für eine lebenswerte Zukunft

Insbesondere in Karst- und Kluftgrundwasserleitern, die hohe Abstandsgeschwindigkeiten aufweisen können, kann es zu einer unzureichenden Abdichtung von Bohrlöchern kommen.

In Gebieten mit einer wesentlichen Grundwasserstockwerkstrennung sollten daher Bohrverfahren verwendet werden, bei denen Wasserzutritte ins Bohrloch erkannt werden können. Dieses kann z. B. beim Imlochhammerbohrverfahren mit Luftspülung gegeben sein.

Aufgrund der vorgenannten Risiken sollte die Erdwärmenutzung gemäß den *Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden* nach Möglichkeit auf das oberste, ungespannte Grundwasserstockwerk beschränkt werden.

Vorkommen von höher mineralisierten Grundwässern oder CO₂:

Die Erfahrungen zeigen, dass Mineralwasser- und insbesondere die häufig damit verbundenen CO₂-Vorkommen sensibel auf hydraulische Eingriffe wie Bohrungen reagieren. Insbesondere in Fällen, bei denen die Grundwasserströmung durch Gaslift (Aufstieg des Grundwassers durch das Vorkommen von gasförmigem CO₂) beeinflusst ist, können auch kurzfristige Eingriffe zu nachhaltigen Veränderungen der Fließsysteme führen.

Ergebnis

Vorhaben zur Erdwärmenutzung in ungünstigen Gebieten mit den vorgenannten hydrogeologischen Gegebenheiten sind erst nach einer Einzelfallprüfung und teilweise nur mit weitergehenden Auflagen, z. B. der Beschränkung der Bohrtiefe oder Einbau einer Hilfsverrohrung möglich. Kann die hydrogeologische Situation aufgrund fehlender Daten nicht ausreichend beurteilt werden, ist gegebenenfalls eine Erkundung der Situation vor Durchführung des Vorhabens erforderlich.

Die hydrogeologische Beurteilung wird wesentlich durch die geologische und somit auch hydrogeologische Situation bestimmt. Im Einzelnen werden z. B. die südlich von Korbach und Marburg vorkommenden Karbonatgesteine aufgrund ihrer hohen Grundwasserdurchlässigkeiten oder die Sulfatgesteine im Richelsdorfer Gebirge als hydrogeologisch ungünstig beurteilt. Die Bereiche von Bad Vilbel, Friedberg, Bad Wildungen, Ebersburg, Bad Zwesten, Selters u. a. werden aufgrund des Vorkommens von Mineralwasser und CO₂-Aufstiegszonen als hydrogeologisch ungünstig beurteilt. Grundwasserstockwerksbau mit unterschiedlichen Druckpotenzialen und Beschaffenheiten sowie das Vorhandensein artesisch gespannter Wässer sind Gründe für die ungünstige Beurteilung z. B. von Teilen des Stadtgebietes von Frankfurt a. M.

Erdwärmekollektoren, Erdwärmekörbe

Erdwärmekollektoren und Erdwärmekörbe erreichen aufgrund der geringen Einbautiefe das Grundwasser i. d. R. nicht. Der Bodeneingriff ist dann vergleichbar mit der Errichtung eines unterkellerten Gebäudes. Eine etwaige Reduzierung der Niederschlagsversickerung durch die Vereisung des Oberbodens im Winter ist aufgrund der relativ kleinen Flächen im Hinblick auf die Grundwasserneubildung zu vernachlässigen. Die horizontale Reichweite der Temperaturveränderung ist geringer als bei Erdwärmesonden. Eine hydrogeologische Beurteilung solebetriebener Kollektoranlagen ist daher bei Beachtung der VDI-Richtlinie 4640 nicht erforderlich.

Die landesweite hydrogeologische Beurteilung findet daher für Erdwärmekollektoren keine Anwendung.

5.2 Wasserwirtschaftliche Beurteilung

Grundlagen

In Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungsanlagen und Heilquellen besteht eine Schutzbedürftigkeit des Grundwassers, die über den allgemeinen, flächendeckenden Grundwasserschutz hinausgeht. Neben der hydrogeologischen Beurteilung einer Erdwärmenutzung erfolgt daher auch eine „wasserwirtschaftliche Beurteilung“.

Die wasserwirtschaftliche Beurteilung einer geplanten Erdwärmenutzung erfolgt anhand der relativen Lage eines Vorhabensstandortes zu Wassergewinnungsanlagen und deren festgesetzten oder im Festsetzungsverfahren befindlichen Schutzgebieten oder deren Einzugsgebieten. Darüber hinaus wird die Lage zu kontaminierten Bereichen von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen oder Grundwasserverunreinigungen berücksichtigt.

Je nach Lage ergeben sich in diesem Zusammenhang folgende Beurteilungen gemäß den *Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden*:

Wasserwirtschaftlich günstig sind Gebiete

- außerhalb von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten,
- außerhalb der Einzugsgebiete öffentlicher Trinkwassergewinnungsanlagen oder staatlich anerkannter Heilquellen ohne festgesetzte bzw. im Verfahren befindliche Schutzgebiete und
- außerhalb des kontaminierten Bereichs einer Altlast, einer schädlichen Bodenverunreinigung oder einer Grundwasserverunreinigung.

Wasserwirtschaftlich ungünstig sind Gebiete

- in den weiteren Schutzzonen IIIB von Wasserschutzgebieten,
- in den weiteren Schutzzonen III/2 (qualitativ) und B (quantitativ) von Heilquellenschutzgebieten bzw. bei älteren Heilquellenschutzgebieten in den entsprechenden Zonen (siehe unten),

- in Einzugsgebieten öffentlicher Trinkwassergewinnungen ohne festgesetzte Schutzzonen und
- innerhalb des kontaminierten Bereichs einer Altlast, einer schädlichen Bodenverunreinigung oder einer Grundwasserverunreinigung.

Wasserwirtschaftlich unzulässig sind Gebiete

- in den Schutzzonen I, II, III und IIIA von festgesetzten Trinkwasserschutzgebieten,
- in den Schutzzonen I, II, III und III/1 (qualitativ) und A (quantitativ) von Heilquellenschutzgebieten.

In diesen Gebieten sind Erdwärmesonden generell verboten. Ebenso sind Erdwärmekollektoren, Erdwärmekörbe, Spiral- oder Schneckensonden unzulässig, die gemäß Abschnitt 4 wie Erdwärmesonden behandelt werden.

Die unabhängig vom Einzelfall durchgeführte wasserwirtschaftliche Beurteilung ergibt sich somit aus den unterschiedlichen Schutzzonen der festgesetzten oder im Festsetzungsverfahren befindlichen Wasser- und Heilquellenschutzgebiete. Die Lage kontaminierter Bereiche von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen oder Grundwasserverunreinigungen kann hingegen nur im Einzelfall im Rahmen der Antragstellung durch die Genehmigungsbehörde geprüft werden. Diese Bereiche, die den Wasserbehörden in der Regel bekannt sind, sind daher nicht auf der Karte der Standortbeurteilung dargestellt.

Abb. 11 zeigt beispielhaft die Standortbeurteilung für die Umgebung der Stadt Offenbach am Main. Im Internet kann die Lage der Wasser- und Heilquellenschutzgebiete bzw. der wasserwirtschaftlich günstigen, ungünstigen und unzulässigen Gebiete unter www.hlnug.de in hoher Auflösung für die Landkreise und kreisfreien Städte eingesehen werden, so dass die Zuordnung eines Vorhabensstandortes zu den wasserwirtschaftlich unterschiedlich beurteilten Gebieten (bzw. Wasser- und Heilquellenschutzgebieten) relativ genau durchgeführt werden kann. Bestehen dennoch Schwierigkeiten bei der Zuordnung, geben die jeweils zuständige Untere Wasserbehörde (Adressen siehe Anhang) oder das HLNUG Hilfestellung.

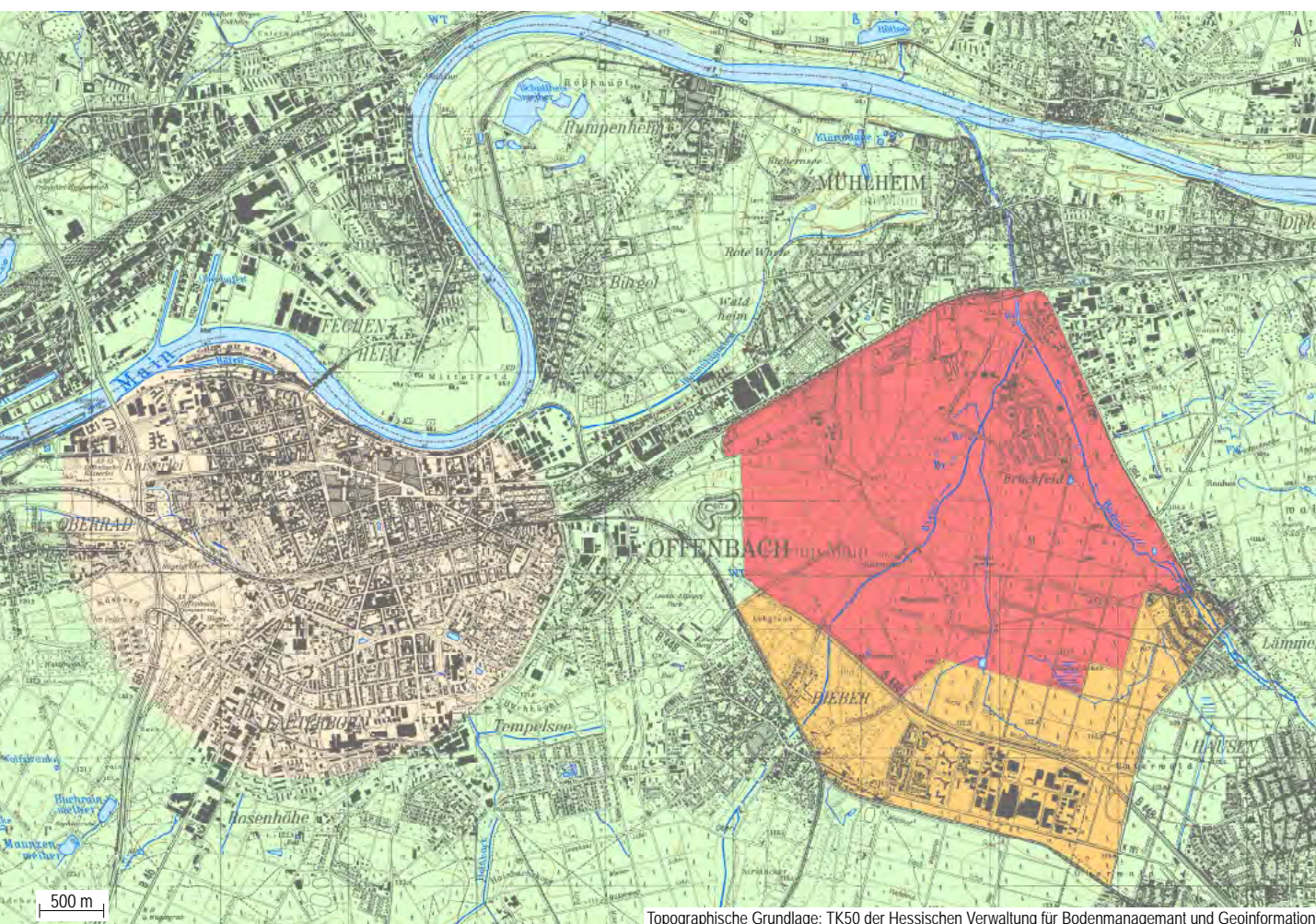


Abb. 11: Standortbeurteilung der Umgebung von Offenbach am Main.

In den Fällen, in denen Heilquellenschutzgebiete (HOSG) noch nicht nach der *Richtlinie für Heilquellenschutzgebiete* der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) von 1998 festgesetzt sind, ist eine analoge Einstufung vorzunehmen. Dabei können folgende Heilquellenschutzzonen i. d. R. als gleichwertig angesehen werden:

- HOSG IV (alt) entspricht HOSG III/2 (neu)
- HOSG III (alt) entspricht HOSG III/1 (neu)
- HOSG I und II (alt) entsprechen HOSG I und II (neu)
- HOSG D (alt) entspricht HOSG B (neu)
- HOSG A-C (alt) entsprechen HOSG A (neu)

6. Technische Anforderungen an Bauausführung und Betrieb

Für die Errichtung und den Betrieb von Erdwärmesondenanlagen sind die nachfolgend aufgeführten Anforderungen zu beachten. Sie basieren auf den *Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden* und gesetzlichen Regelungen **(A)**, auf einschlägigen Regelwerken für Bohrungen bzw. Erdwärmesonden **(R)** sowie den fachbehördlichen Empfehlungen des HLNUG **(E)**.

Diese Anforderungen und Empfehlungen wurden der hydrogeologischen Beurteilung (Abschnitt 5.1) und wasserwirtschaftlichen Beurteilung (Abschnitt 5.2) zugrunde gelegt. Sie stellen aus hydrogeologischer Sicht die Mindestanforderungen an Erdwärmesondenanlagen dar (Abschnitt 7).

Für Bohrungen über 100 m gelten zusätzlich die gesetzlichen Anforderungen aus der Hessischen Bergverordnung vom 30. August 2012 (GVBl. S. 277).

Die bzw. der Inhaber/in des Bescheids ist für die Einhaltung der Anforderungen durch die Bohrfirma verantwortlich. Sie bzw. er sollte sich daher die Einhaltung der Anforderungen durch die ausführende Bohrfirma bestätigen zu lassen.

Gemäß § 89 WHG ist derjenige, der auf ein Gewässer einwirkt und dadurch die Wasserbeschaffenheit nachteilig verändert, zum Ersatz des daraus einem anderen entstehenden Schadens verpflichtet.

Allgemeine Anforderungen

1. Es sind die maßgebenden DIN-Normen, VDI-Richtlinien und DVGW-Regelwerke zu beachten. **(A, E)**
2. Bei Aushub- und Bohrarbeiten ist darauf zu achten, dass Baumaschinen gegen Tropfverluste sowie auslaufende Kraftstoffe und Öle gesichert sind und dass Wartungs- und Reparaturarbeiten sowie die Betankung nur mit untergelegter Folie oder Wanne bzw. auf befestigten, hierfür vorgesehenen Flächen erfolgen. Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen sind der Wasserbehörde oder Polizeidienststelle unverzüglich anzuzeigen, wenn diese nicht mit einfachen betrieblichen Mitteln beseitigt werden können. Auf der Bohrstelle sind Materialien und Geräte für Sofortmaßnahmen im Störfall (z. B. Brand, Ölunfall) vorzuhalten. **(E)**
3. Mit den Bohrarbeiten dürfen nur Firmen beauftragt werden, die bei außergewöhnlichen Ereignissen auf der Baustelle nicht vorhandenes Material (z. B. zusätzliche Schutzrohre, zusätzliche Verrohrung und zusätzliches Material zum Abdichten eines Artesers) schnellstens beschaffen können. Die Bohrfirma muss hierfür über einen aktuellen Informations- und Maßnahmenplan verfügen. **(A)**
4. Es muss ein Mindestabstand von 10 m zwischen Erdwärmesonden benachbarter Anlagen eingehalten werden, um zu verhindern, dass sich die Auswirkungen mehrerer Erdwärmesondenanlagen aufsummieren und damit zu schädlichen Auswirkungen auf das Grundwasser führen können und um im Rahmen der Bewirtschaftung des Grundwassers allen Nutzern von Erdwärmesonden die Nutzung in gleichem Maße zu ermöglichen. **(A)**
5. Damit die Erdwärmennutzung keiner bergrechtlichen Bewilligung nach § 8 BBergG bedarf, sondern der Ausnahmetatbestand nach § 4 Abs. 2 zweiter Halbsatz Nr. 1 BBergG gegeben ist, muss sichergestellt sein, dass das Lösen der Erdwärme innerhalb des Grundstückes geschieht. In der Regel ist davon auszugehen, dass die Erdwärmegegewinnung dann in einem Grundstück im Zusammenhang mit dessen baulicher Nutzung erfolgt, wenn die Heizleistung der Wärmepumpe 30 kW nicht überschreitet und zwischen Erdwärmebohrung und Grundstücksgrenze ein Abstand von 5 m eingehalten wird. **(A)**

6. Erdwärmesonden-Bohrungen, die nicht auf das oberste Grundwasserstockwerk beschränkt werden können und zwei oder mehr Grundwasserstockwerke mit unterschiedlichen Druckpotenzialen erschließen, müssen so positioniert und niedergebracht werden, dass eine ggfs. notwendige Sanierung der Abdichtung oder auch das Überbohren der Erdwärmesonde möglich ist. **(E)**

Vorbereitung, Durchführung und Ausbau der Bohrungen

7. Bohrunternehmen zur Errichtung der Erdwärmesonden müssen die Qualifikationskriterien des DVGW-Arbeitsblattes W 120 (Gruppe G2 bis 100 m bzw. G1 über 100 m Teufe) bzw. W 120-2 (Gruppe G100 bis 100 m, G200 bis 200 m oder G400 bis 400 m Teufe) erfüllen. Ein Nachweis hierfür ist z. B. ein akkreditiertes Zertifikat nach dem Arbeitsblatt W 120 bzw. W 120-2. **(A)**
8. Das Bohrunternehmen stellt einen fachkundigen Bohrmeister/Bohringenieur, bei unklarer geologisch-hydrogeologischer Situation zusätzlich auch einen Geologen. **(R)**
9. Vor Beginn der Bohrung sind die möglichen Bohrrisiken (zum Beispiel das Antreffen gespannten Grundwassers, artesische Druckverhältnisse) abzuklären und zu bewerten. Die Bohrrisiken sind durch bauliche Maßnahmen zu minimieren (zum Beispiel durch das Mitführen eines Schutzrohres bis zur Endteufe der Bohrung, um das Austreten von artesisch gespanntem Grundwasser zu unterbinden). **(A, R)**
10. Um unterschiedliche Druckpotenziale im Bohrloch zu erkennen, sind hierzu geeignete Bohrverfahren zu verwenden. Ist das Vorkommen von gespanntem oder auch artesisch gespanntem Grundwasser nicht auszuschließen, muss zu Beginn der Bohrarbeiten auf der Baustelle ausreichend Material zur Beschwerung der Bohrspülung und zur Abdichtung des Bohrlochs vorhanden sein. **(E)**
11. Nach Möglichkeit ist die Erdwärmennutzung bei Grundwasserstockwerksgliederung auf den obersten, ungespannten Grundwasserleiter zu beschränken. **(A, R)**
- Kann die Erdwärmennutzung nicht auf das oberste, ungespannte Grundwasserstockwerk beschränkt werden, sollten die geohydraulischen Verhältnisse der voraussichtlich erschlossenen Schichtenfolge – sofern diese nicht ausreichend bekannt sind – zur Festlegung der Schutzvorkehrungen und der Planung des Verfüllvorgangs erkundet werden. **(E)**
12. Um eine ordnungsgemäße Verpressung der Bohrung zu gewährleisten, muss der Durchmesser der Bohrung bis zur Endteufe 60 mm größer als der Durchmesser des Erdwärmesondenbündels sein (Bohrdurchmesser \geq Sondenbündel + 60 mm). Für den häufigsten Sondentyp, die Doppel-U-Sonde aus 32 mm-Rohren, ergibt sich demnach ein erforderlicher Bohrlochdurchmesser von 150 mm bei gebündelten (eng beieinander liegenden) Sondenrohren. **(A)**
13. Beim Abteufen der Bohrungen dürfen nur Spülmittel verwendet werden, bei denen keine nachhaltigen chemischen oder nachhaltigen mikrobiologischen Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit und des Bodens zu erwarten sind. **(A, R)**
14. Gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 116 ist die grundwasserhygienische Unbedenklichkeit verwendeter Spülmittel durch entsprechende Testate in Abstimmung mit den Gesundheitsbehörden nachzuweisen. **(A, R)**
15. Anfallendes Bohrspülwasser darf nur mit Genehmigung des Abwasser-Beseitigungspflichtigen (i. d. R. Abwasserverband oder Kommune) und nach Absetzen des Bohrschlammes in die Kanalisation eingeleitet werden. **(E)**
16. Entsprechend den Ergebnissen der Feldaufnahme (z. B. Untersuchung von Spülgutproben) ist durch den Bohringenieur oder Geologen ein endgültiges Schichtenprofil zu erarbeiten. **(R)**
17. Es sind hierzu Gesteinsproben der Bohrung mindestens im 2 m-Abstand oder bei Schichtwechsel entsprechend enger zu entnehmen, eindeutig zu

beschriftet (Name der Bohrung, Ort, R/H-Wert, Auftraggeber) und für eine Begutachtung durch das HLNUG mindestens sechs Monate aufzubewahren. **(E, R)**

18. Bei Entfernungen von weniger als 200 m zum nächstgelegenen Vorfluter (Oberflächengewässer) ist bei der Bohrung ein Standrohr bis mindestens 10 m unterhalb des Vorflutniveaus mitzuführen. **(E)**
19. Betragen Spülungsverluste im Bohrloch mehr als 1 l/s, ist sofort die Genehmigungsbehörde zu informieren. Dabei ist ein Lösungsvorschlag zu unterbreiten, wie das Eindringen größerer Mengen von Bohrspülung oder Dichtungsmaterial in den Grundwasserleiter verhindert oder begrenzt werden kann (z. B. Einbau einer Verrohrung). **(E, R)**
20. Bei Hinweisen auf Grundwasserzutritte ist die Bohrung zu unterbrechen und der Wasserspiegel im Bohrloch zu messen und zu dokumentieren. Liegen Hinweise vor, dass weitere Grundwasserstockwerke angebohrt wurden, ist der Vorgang zu wiederholen. **(E)**
21. Tritt artesisch gespanntes Wasser aus dem Bohrloch aus, so ist die Bohrtätigkeit einzustellen und das Bohrloch vor Einbau einer Erdwärmesonde soweit rückzufüllen, bis der artesische Überlauf gestoppt ist. Wird ein deutlicher Anstieg der Bohrspülung im Bohrloch festgestellt, so ist die Druckspiegelhöhe unter Berücksichtigung der Bohrspülungsdichte zu ermitteln. Liegt diese über Gelände, ist von artesisch gespanntem Grundwasser auszugehen. **(E)**
22. Bei außergewöhnlichen Ereignissen sind die zuständigen Behörden, Betreiber der Wasser- und Abwasseranlagen, Versicherung und sonstige Betroffene unverzüglich zu informieren. **(A)**
23. Bei Misserfolg einer Bohrung vor Einbau der Sonde ist das Bohrloch im Kontraktorverfahren dauerhaft wasserdicht zu verfüllen. Die Dokumentation einer solchen Bohrung und ihrer Verfüllung ist der Genehmigungsbehörde und dem HLNUG vorzulegen. **(E)**

Erdwärmesonde und deren Einbau

24. Erdwärmesonden müssen nachweislich gegen die Belastungen, Temperaturen (Heiz- und ggf. Kühlbetrieb) und die verwendeten Wärmeträgermittel beständig sein. Erdwärmesonden sowie zugehörige Anlagenteile müssen dem Stand der Technik entsprechen (Erdwärmesonden und -kollektoren der VDI-Richtlinie 4640, Wärmepumpen der DIN 8901). Als Sondenmaterial ist PE 100-RC oder höherwertig zu verwenden. Der Nachweis der Qualität von werkseitig hergestellten Erdwärmesonden kann durch das Herstellerzertifikat oder ein Zertifikat nach der Richtlinie SKZ HR 3.26 erfolgen. **(A, R)**
25. Erdwärmesonden sollten eine vom Sondenfuß zur Erdoberfläche aufsteigende Metrierung aufweisen, um deren Einbaulänge überprüfen zu können. **(E)**
26. Der Einbau von Erdwärmesonden in Bohrlöcher muss bis zu einem Durchmesser der Sondenrohre bis 50 mm mittels einer über dem Bohrloch hängenden Haspel erfolgen. **(R)**
27. Der Einbau von beschädigten Sondenrohren ist nicht zulässig. Knicke oder tiefe Kerben und Riefen sind als Beschädigungen anzusehen. Werden Beschädigungen an einer eingebauten Sonde erkannt, ist die Wasserbehörde auf Grund einer entsprechenden Regelung in der Erlaubnis zu informieren. In begründeten Einzelfällen kann sie dem Weiterbetrieb dieser Sonden mit Wasser als Wärmeträgermittel zustimmen. **(A, R)**
28. Die Errichtung, Instandhaltung und Instandsetzung von Erdwärmesondenanlagen darf nur durch Betriebe erfolgen, die aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung und Erfahrung die erforderliche Sachkunde besitzen. **(A)**
29. Der Sondenfuß und seine Anschlüsse an die Sondenrohre sind werkseitig herzustellen. Für die Verbindungsverfahren, insbesondere Schweißverfahren sind die Richtlinien des Deutschen Verbandes für Schweißtechnik verbindlich zu beachten (z. B. DVS Richtlinie 2207 und 2208). **(R)**

Abdichtung des Bohrlochringraums

30. Die Anforderungen an die Abdichtung des Bohrlochringraums müssen so lang eingehalten werden, wie sich die Erdwärmesonde im Untergrund befindet, unabhängig von ihrer Nutzung. **(E)**

31. Die Durchführung der Abdichtungsarbeiten ist den angetroffenen geologischen und geohydraulischen Verhältnissen (z. B. Vorhandensein großer Durchlässigkeiten, Klüfte, Karsthohlräume, einer Vertikalströmung im Bohrloch etc.) anzupassen. **(E)**

Eine Strömung im Bohrloch ist vor dem Verfüllvorgang durch geeignete Maßnahmen vollständig zu unterbinden. Zudem kann es notwendig sein, zusätzliche Verpressschläuche oder bewegliche Verpresslanzen zu nutzen. Insbesondere ist darauf zu achten, dass die Verpresssuspension eine höhere Dichte aufweisen muss als die Bohrspülung, damit sie diese verdrängen kann. **(E)**

32. Die Bohrlöcher für die Erdwärmesonden sind unmittelbar nach Fertigstellung (Einbringen des Sondenmaterials oder Aufgabe der Bohrung) im Kontraktorverfahren vom Bohrlochtieftesten bis zum Bohransatzpunkt vollständig zu verpressen. Der Verpressvorgang ist erst dann vollständig abgeschlossen, wenn die Dichte der am Bohransatzpunkt austretenden Suspension mit der im Datenblatt des Baustoffherstellers angegebenen übereinstimmt. **(A, R)**

33. Die Bohrlöcher für die Erdwärmesonden müssen nach Einbau der Sonde und dem Verfüllen dauerhaft, d. h. auch nach Beendigung der Nutzung dicht sein. Ein Austausch von Wässern verschiedener wasserführender Schichten muss dauerhaft ausgeschlossen sein. **(A)**

34. Für die Bohrlochverpressung dürfen nur Fertigprodukte verwendet werden, die wasserhygienisch unbedenklich sind. Der Nachweis über die wasserhygienische Unbedenklichkeit ist über ein Hygienezeugnis zu führen. **(A, R)**

35. Durch den Verfüllbaustoff darf es zu keinem erhöhten Austrag von Chromat ins Grundwasser kommen. Als Suspension kommen daher ins-

besondere chromatarmer Bentonit-Hochofenzement-Wasser oder Bentonit-Hochofenzement-Sand-Wasser-Suspensionen in Frage. **(A, R)**

36. Wenn die Erdwärmennutzung nicht auf das oberste, ungespannte Grundwasserstockwerk beschränkt werden kann, ist durch geeignete geophysikalische Messverfahren nach der Aushärtung der Verpresssuspension nachzuweisen, dass eine vollständige Ringraumverfüllung als notwendige Voraussetzung der Bohrlochabdichtung hergestellt wurde. **(E)**

37. Der Verfüllbaustoff muss nach Aushärtung Frost-Tau-Wechsel-widerstandsfähig sein. Sofern diese Frost-Tauwechsel-Widerstandsfähigkeit nicht gegeben ist, dürfen die Erdwärmesonden nur frostfrei betrieben werden. **(A)**

38. Der Verfüllbaustoff muss nach Aushärtung dauerhaft chemisch stabil sein, z. B. gegen betonaggressive Grundwässer. **(R)**

Wenn ein Sulfatangriff aufgrund vorhandener oder im Zusammenhang mit der Errichtung der Erdwärmesonden erhobener Daten nicht sicher ausgeschlossen werden kann, sollten ausschließlich sulfatbeständige Verfüllbaustoffe zugelassen werden. **(E)** Sind betonaggressive Inhaltsstoffe im Grundwasser zu erwarten, die die Werte der Expositionsklasse XA3 erreichen, sollte auf Grundlage einer vor Ort entnommenen Wasseranalyse die Widerstandsfähigkeit des anzuwendenden Verfüllbaustoffes durch den Antragsteller oder dessen Planer nachgewiesen werden. **(E)**

39. Das theoretische freie Bohrlochvolumen nach Einbau der Erdwärmesonde ist im Vorfeld zu berechnen und die erforderliche Menge an Verfüllbaustoff mit einem Sicherheitszuschlag auf der Baustelle vorzuhalten. Der Sicherheitszuschlag sollte nur in begründeten Fällen, z. B. bei Erfahrungen von Bohrungen im näheren Umfeld, weniger als 50% betragen **(R, E)**

40. Übersteigt die tatsächlich eingebrachte Suspensionsmenge während des Verfüllvorgangs das Doppelte der berechneten Menge, ist die zuständige Behörde zu informieren und ein fachgerechter Lösungsvorschlag vorzulegen. Es ist eine mit allen Beteiligten abgestimmte weitere Vorge-

hensweise festzulegen. Verfüllmengen und Messergebnisse der Suspensionsdichtekontrolle sind in einem Verfüllprotokoll zu dokumentieren. **(R)**

41. 24 Stunden nach Abschluss der Verfüllarbeiten ist zu prüfen, ob es zu einer Setzung der Verpresssuspension gekommen ist. Absackungen der Suspensionssäule sind unter Berücksichtigung der nachfolgenden horizontalen Anschlussarbeiten (z. B. Biegeradius der Sondenrohre) entsprechend aufzufüllen. Wird eine Absackung von mehr als 2,5 m ab Geländeoberfläche festgestellt, ist eine Nachverpressung erforderlich, die ebenfalls im Kontraktorverfahren durchzuführen ist. **(R, E)**

42. Anhand der entnommenen Bohrproben ist ein Schichtenverzeichnis für jede Bohrung eines Vorhabens gemäß DIN EN ISO 22475-1 zu erstellen. **(R)**

Zusätzlich sind in der Dokumentation folgende Angaben zu den Arbeiten zu machen: Spülungsverluste, Hohlräume, Gasaustritte, Grundwasserstände bzw. Veränderungen der Wasserspiegelhöhe, bei Imlochhammer-Bohrverfahren ggf. tiefenbezogene Angaben zu gefördertem Grundwasser, sowie sonstige Vorkommnisse. Die Dokumentation einschließlich der aufgezeichneten Verpressmengen und -dichten sowie eines Lageplans mit Gauß-Krüger-Koordinaten (Rechts-/Hochwerte) und Geländehöhe der Bohransatzpunkte, eines Ausbauplans sowie sonstiger Untersuchungsergebnisse sind an das HLNUG und die verfahrensleitende Behörde zu liefern. **(E)**

Druckprüfung

43. Die von der VDI 4640-2 empfohlene Druckprüfung der eingebauten Erdwärmesonde sollte vor der Ringraumverfüllung erfolgen.

Soll die Druckprüfung nach erfolgter Ringraumverfüllung durchgeführt werden, muss diese vor dem Einsetzen der Stichfestigkeit der verwendeten Suspension abgeschlossen sein. Der Zeitraum bis zum Erstarrungsanfang ist von der Zusammen-

setzung der Baustoffe abhängig und ist deshalb beim jeweiligen Hersteller abzufragen. **(R, E)**

Zur Dokumentation des korrekten Zeitpunktes für die Druckprüfung sollten je Bohrloch die Start- und Endzeitpunkte des Verfüllvorgangs und der Druckprüfung sowie ggfs. die Herstellerangabe zum Zeitraum bis zum Erstarrungsanfang dokumentiert werden. **(E)**

Die Druckprüfung der Gesamtanlage nach Herstellung der Anbindeleitungen sollte erst durchgeführt werden, wenn der Verfüllbaustoff ausreichend fest ist, um dem während der Druckprüfung aufgebrachten Druck zu widerstehen. Liegen keine Angaben zur Abbindezeit vor, sollte von einer Dauer zur Erreichung einer ausreichenden Festigkeit von 28 Tagen ausgegangen werden. **(E)**

Wärmeträgermittel, Betrieb der Erdwärmesonden

44. Als Wärmeträgermittel dürfen nur Wasser, nicht wassergefährdende Stoffe wie sie in Anhang 4 VAWS aufgeführt sind oder Gemische der Wassergefährdungsklasse 1, deren Hauptbestandteile Ethylenglykol oder Propylenglykol sind, verwendet werden. Bei der Verwendung von wassergefährdenden Stoffen hat der Lieferant des Wärmeträgermittels zu bescheinigen, dass das Wärmeträgermittel einschließlich möglicher Zusätze diesen Anforderungen entspricht.

Die in der „Wärmeträgermedien Positivliste“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) aufgeführten Wärmeträgermittel mit den Hauptbestandteilen Ethylenglykol oder Propylenglykol entsprechen diesen Anforderungen. Eine Bescheinigung des Lieferanten ist bei Verwendung der hier aufgeführten Wärmeträgermittel nicht erforderlich. **(A)**

45. In wasserwirtschaftlich ungünstigen Gebieten und in hydrogeologisch ungünstigen Gebieten, in denen durch die Bohrung Deckschichten

³ Fundstelle „Wärmeträgermedien Positivliste“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft (LAWA): www.lawa.de (> Publikationen > Veröffentlichungen nach Sachgebieten > Wasserversorgung, Abwasserentsorgung, Wassergefährdung)

durchbohrt und Grundwasserleiter mit unterschiedlichen Druckniveaus oder unterschiedlicher Beschaffenheit miteinander verbunden werden können, sind Erdwärmesonden so zu betreiben, dass im Ringraum kein Frost auftritt. Der frostfreie Betrieb ist gewährleistet, wenn die minimale Temperatur der Wärmeträgermittel -3°C nicht unterschreitet.

Die Einhaltung dieser Anforderung ist durch einen nicht manipulierbaren „Frostwächter“ nachweislich sicher zu stellen. **(A)**

46. Bei der Verwendung von wassergefährdenden Stoffen als Wärmeträgermittel sind Erdwärmesonden durch selbsttätige Leckageüberwachungseinrichtungen (baumustergeprüfte Druckwächter) zu sichern, die im Falle einer Leckage die Umwälzpumpe sofort abschalten und ein Störungssignal abgeben. **(A)**
47. Bei der Verwendung von wassergefährdenden Flüssigkeiten ist die Erdwärmesondenanlage im Bereich der gewerblichen Wirtschaft oder öffentlicher Einrichtungen vor Inbetriebnahme, nach einer wesentlichen Änderung, wiederkehrend alle 5 Jahre und bei Stilllegung durch eine nach § 22 VAWS anerkannte sachverständige Stelle zu prüfen. **(A)**

48. Der Frostwächter muss für die Überprüfung zugänglich und dessen Funktion nachprüfbar sein. **(E)**

Stilllegung von Erdwärmesonden, Rückbau

49. Bei nicht mehr betriebenen Erdwärmesonden sind wassergefährdende Wärmeträgermittel zu entfernen und schadlos zu entsorgen. **(A)** Anschließend sollten die Erdwärmesonden mit Wasser gefüllt und verschlossen werden.
50. Gibt es bei der Stilllegung von Erdwärmesonden, deren Bohrungen mindestens zwei Grundwasserstockwerke mit unterschiedlichen Druckpotenzialen durchteufen, Hinweise auf ein Versagen der Bohrlochabdichtung, sollte die Wirksamkeit der Abdichtung und ggfs. die Notwendigkeit ihrer Wiederherstellung oder des Rückbaus der Erdwärmesonden durch Überbohren geprüft werden. **(E)**

7. Erlaubnisverfahren

Die Errichtung und der Betrieb von Erdwärmesondenanlagen bedürfen grundsätzlich einer wasserrechtlichen Erlaubnis. Zur Beantragung dieser Erlaubnis dient das in diesem Leitfaden in der Anlage 1 enthaltene Antragsformular. Unabhängig vom wasserrechtlichen Genehmigungsverfahren ist für jedes Erdwärmesonden-Vorhaben zudem zu prüfen, ob ein bergrechtlicher Betriebsplan für das Errichten (= das Bohren) oder eine bergrechtliche Bewilligung für den Betrieb der Erdwärmesonden erforderlich ist (siehe hierzu Abschnitt 4).

Folgender Verfahrensablauf ergibt sich aus den Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden:

Der Antrag auf Erlaubnis einer Erdwärmennutzung wird der zuständigen Wasserbehörde vorgelegt. Wird dort aufgrund der Vorhabensbeschreibung davon ausgegangen, dass keine bergrechtlichen Belange betroffen sind, entscheidet die Wasserbehörde über eine wasserrechtliche Erlaubnis. Hierzu kann gegebenenfalls eine hydrogeologische Stellungnahme des HLNUG angefordert werden. Alternativ kann der

⁴ Das Antragsformular steht zusätzlich unter www.hlnug.de (> Themen > Wasser > Erdwärme/Geothermie > Oberflächennahe Geothermie als PDF zur Verfügung.

Antragsteller auch die hydrogeologische Stellungnahme eines für diesen Bereich öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen vorlegen.

Geht die Wasserbehörde aufgrund der Vorhabensbeschreibung davon aus, dass bergrechtliche Belange betroffen sein können (z. B. Abstand von Bohrungen zur Grundstücksgröße < 5 m; Bohrtiefe > 100 m, Altbergbau), übersendet sie eine Kopie der Antragsunterlagen zur diesbezüglichen Prüfung an die Bergbehörde.

Kommt die Bergbehörde zu dem Ergebnis, dass keine bergrechtlichen Belange betroffen sind, teilt sie dies der Wasserbehörde mit, bei der die Zuständigkeit für das Verfahren in diesem Falle verbleibt. Entscheidet die Bergbehörde hingegen, dass eine Bewilligung für die Nutzung der Erdwärme oder dass aufgrund einer Bohrtiefe > 100 m ein Betriebsplan für den Bohrvorgang erforderlich ist, geht die Zuständigkeit für das Verfahren an die Bergbehörde über, worüber der Antragsteller und ggfs. das HLNUG informiert werden. Die Bergbehörde entscheidet dann im Einvernehmen mit der zuständigen Wasserbehörde auch über die Erteilung der wasserrechtlichen Erlaubnis.

Abweichend von diesem Verfahrensablauf können sich Antragsteller mit ihrem Vorhaben auch direkt an die Bergbehörde wenden, wenn Sie davon ausgehen, dass bergrechtliche Belange betroffen sind.

Das Formular für die Beantragung einer Erlaubnis findet sich in Anlage 1.

7.1 Wasserrechtliches Erlaubnisverfahren mit vereinfachten Antragsunterlagen

In günstigen Gebieten können Erdwärmesondenanlagen mit einer Heizleistung bis 30 kW erlaubt werden, wenn:

- a) der Mindestabstand zu Erdwärmesonden benachbarter Anlagen eingehalten wird,
- b) die in den „Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden“ genannten Kriterien eingehalten werden.

- c) die Anlage in einem günstigen (= hydrogeologisch und wasserwirtschaftlich günstigen) Gebiet liegt.

Für die Überprüfung, ob ein Vorhaben in einem günstigen Gebiet liegt, dienen die im Internet unter www.hlnug.de veröffentlichten Karten der Standortbeurteilung.

In diesem Fall ist eine hydrogeologisch-gutachterliche Einzelfallprüfung nicht erforderlich.

Hinweis: Grundlagen für die Einstufung eines Standortes als hydrogeologisch günstig sind Ausführung und Betrieb der geplanten Anlage entsprechend den in Abschnitt 6 formulierten Anforderungen.

7.2 Wasserrechtliches Erlaubnisverfahren mit Einzelfallprüfung

Bei Erdwärmesonden, die eine der in Abschnitt 7.1 formulierten Voraussetzungen nicht erfüllen, ist eine hydrogeologisch-gutachterliche Einzelfallprüfung durch das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) oder durch einen für diesen Bereich öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen erforderlich.

Aus der hydrogeologischen Stellungnahme müssen sich die auf die standörtlichen geologischen und wasserwirtschaftlichen Verhältnisse abgestimmten Anforderungen ergeben, die bei der Bohrung, dem Bau und dem Betrieb der Erdwärmesonde zu berücksichtigen sind. Daneben ist auch zu beurteilen, ob aufgrund des Abstandes zur Trinkwassergewinnung und der örtlichen hydrogeologischen Verhältnisse die Erdwärmesonde erlaubnisfähig und die Verwendung von wassergefährdenden Stoffen als Wärmeträgermittel zulässig ist. Außerdem muss die hydrogeologische Stellungnahme das Gefährdungspotenzial beurteilen und Aussagen zur Notwendigkeit einer Fremdüberwachung von Bohrung, Verpressung und Einbau der Sonde enthalten.

Entsprechendes gilt für Vorhaben im Einzugsgebiet einer öffentlichen Trinkwassergewinnung oder einer staatlich anerkannten Heilquelle ohne festgesetzte

⁵ Zuständige Wasserbehörden sind für private Bauherren die Unteren Wasserbehörden und für kommunale Bauherren die Oberen Wasserbehörden

⁶ siehe hierzu WHG, § 19 Abs. 2 + 3

Schutzzone. Diese Fälle sind der jeweils zuständigen Wasserbehörde i. d. R. bekannt.

Bei Vorhaben in Wasser- oder Heilquellenschutzgebieten sind die jeweiligen Schutzgebietsverordnungen zu beachten, die bereits häufig ein Verbot für Bohrungen oder Erdwärmennutzung vorsehen. Befindet sich der Vorhabenstandort in einer qualitativen Schutzzone I, II oder III bzw. IIIA eines Trinkwasserschutzgebiets oder I, II, III oder III/1 Heilquellenschutzgebietes oder in der quantitativen Schutzzone A eines Heilquellenschutzgebietes, ist eine Erdwärmeerschließung und -gewinnung nicht zulässig.

Falls die Auftraggeberin oder der Auftraggeber der hydrogeologischen Stellungnahme einer allgemeinen Verwendung zustimmt, kann die Stellungnahme bei Anträgen auf Erdwärmennutzung auf Nachbargrundstücken herangezogen werden. In diesem Fall ist bei der hydrogeologischen Stellungnahme des HLNUG der Geltungsbereich anzugeben.

7.3 Erdwärmesonden im Bereich der gewerblichen Wirtschaft

Erdwärmesonden im Bereich der gewerblichen Wirtschaft oder öffentlicher Einrichtungen sind nach § 62 WHG Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, sofern diese mit einer wassergefährdenden

Flüssigkeit als Wärmeträger betrieben werden. Für diese unterirdischen Anlagen gelten zusätzlich die Anforderungen der Anlagenverordnung – VAWs, zukünftig der Bundes-Verordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen AwSV. Sie sind nach § 41 Abs. 1 des Hessischen Wassergesetzes (HWG) der Wasserbehörde anzuzeigen. Diese Anzeige ist durch den Erlaubnisantrag erfolgt. Die Erdwärmesonden sind nach § 23 VAWs von einer anerkannten sachverständigen Stelle vor Inbetriebnahme, bei einer wesentlichen Änderung, wiederkehrend alle fünf Jahre und bei Stilllegung zu prüfen.

7.4 Bergrechtliches Genehmigungsverfahren

Für die Erteilung einer bergrechtlichen Erlaubnis bzw. Bewilligung zur Aufsuchung bzw. Gewinnung des „bergfreien Bodenschatzes“ Erdwärme ist das Regierungspräsidium Darmstadt, Dezernat Bergaufsicht, in Wiesbaden Ansprechpartner. Für die Entgegennahme der Anzeigen über den Beginn und die Fertigstellung der Bohrungen über 100 m, die Abwicklung des bergrechtlichen Genehmigungsverfahrens (Betriebsplanverfahren) sowie für Auskünfte zur Bohrtechnik und zur Hessischen Bergverordnung sind die drei Bergaufsichtsdezernate der Regierungspräsidien in Gießen, Bad Hersfeld und Wiesbaden zuständig (siehe Anlage 3).

8. Vorgehen bei unsachgemäßer Ausführung der Bohr- und Ausbauarbeiten

Wird eine unsachgemäße Ausführung der Bohr- und Ausbauarbeiten festgestellt, z. B. durch den Bauherren, sollte dies der zuständigen Genehmigungsbehörde mitgeteilt werden.

Wird im Falle einer nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 120-2 zertifizierten Bohrfirma eine unsachgemäße Ausführung der Bohr- und Ausbauarbeiten oder ein Verstoß gegen die Regelungen des DVGW-Arbeitsblattes W 120-2 festgestellt (z. B. eine Abweichung

von den Bescheidsauflagen), sollte eine Meldung an die entsprechende Zertifizierungsstelle erfolgen.

Bohrunternehmen, die gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 120-2 zertifiziert sind, stimmen der Meldung und Weiterleitung von Informationen durch Auftraggeber und deren ermächtigte Personen und Behörden zur Überprüfung der Qualifikationsanforderungen des Arbeitsblattes W 120-2 bei unsachgemäßer Ausführung oder Verstößen an die Zertifizierungsstelle zu.

9. Literatur

Gesetzestexte, Erlasse

Alle im Text genannten hessischen Gesetze, Rechts- und Verwaltungsvorschriften sind im Internet unter www.rv.hessenrecht.hessen.de zu finden.

Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden, Erlass des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, StAnz. 17/2014, S. 383. – **Internetfundstelle:** www.rv.hessenrecht.hessen.de

Hessische Bergverordnung vom 30. August 2012 (GVBl. 2012, S. 277).

Bundesberggesetz (BBergG) vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), zuletzt geändert durch Gesetz vom 25.11.2003 (BGBl. I S. 2304). – **Internetfundstelle:** <http://bundesrecht.juris.de>

Gesetz über die Durchforschung des Reichsgebietes nach nutzbaren Lagerstätten (Lagerstättengesetz – LagStättG) vom 4. Dezember 1934 (RGBl I, 1934, Nr. 133, S. 1223–1224), zuletzt geändert am 10.11.2001 (BGBl I, 2001, Nr. 58, S. 2992, Artikel 22). – **Internetfundstelle:** <http://www.gesetze-im-internet.de>

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), geändert durch Gesetz vom 11. August 2010 (BGBl. I S. 1163) – **Internetfundstelle:** <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht>

Hessisches Wassergesetz (HWG) vom 14. Dezember 2010 (GVBl. I S. 548).

Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (Anlagenverordnung – VAWs) vom 16. September 1993 (GVBl. I 1993, S. 409), zuletzt geändert durch Verordnung vom 7. Dezember 2009 (GVBl. I 2009, S. 516).

Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (VwVwS) vom 17. Mai 1999 (Bundesanzeiger Nr. 98a vom 29. Mai 1999), zuletzt geändert am 27. Juli 2005, Bundesanzeiger Nr. 142a vom 30.07.2005. – **Internetfundstelle:** <http://www.umweltbundesamt.de>

Richtlinien, Regelwerke

VDI 4640 Blatt 1: (2010): Thermische Nutzung des Untergrundes; Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte; Berlin: Beuth Verlag

VDI 4640 Blatt 2: (2001): Thermische Nutzung des Untergrundes; Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen; Berlin: Beuth Verlag

VDI 4640 Blatt 2: (2015): Thermische Nutzung des Untergrundes; Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen; Berlin: Beuth Verlag

DVGW W 101 (2006) Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser; Berlin: Beuth Verlag

DVGW W 116 (1998): Verwendung von Spülungszusätzen in Bohrspülungen bei Bohrarbeiten im Grundwasser; Berlin: Beuth Verlag

DVGW W 120 (2005): Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik, Brunnenbau und Brunnenregenerierung; Berlin: Beuth Verlag

DVGW W 120-2 (2013): Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik und oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden); Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 22475-1 (2007): Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen – Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (ISO 22475-1: 2006).

LAWA – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (1998): Richtlinien für Heilquellenschutzgebiete. – 3. Aufl.: 27 S.; Berlin (Kulturbuchverlag).

LAWA – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft (2002): Anforderungen an Erdwärmepumpen, 16./17.9.2002.

LAWA – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft (2011): Empfehlungen der LAWa für wasserwirtschaftliche Anforderungen an Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren, 10.05.2011.

Betrieb der Wärmepumpe (WP)

Hersteller und Typ _____

Heizen (= Wärmeentzug aus dem Untergrund)

WP-Heizleistung (gebäudeseitig, kW): _____ bei B0/W35 bzw. B___/W___

Jahresvolllaststunden (h): _____

Wärmeabgabe pro Jahr (gebäudeseitig, kWh): _____

Leistungszahl COP: _____

EWS-Entzugsleistung (erdseitig, kW): _____

EWS-Entzugsarbeit (erdseitig, kWh): _____

Minimale Wärmeträgertemperatur bei Spitzenlast (Ausgang WP): $\geq -5\text{ °C}$ $\geq -3\text{ °C}$ $\geq 0\text{ °C}$

Hinweis: Mit einer minimalen Wärmeträgertemperatur von $\geq -3\text{ °C}$ (Ausgang WP) wird ein *in Bezug auf den Bohrloch-Ringraum* frostfreier Betrieb der Erdwärmesonde (EWS) sichergestellt.

Kühlen (= Wärmeeintrag in den Untergrund)

WP-Kühlleistung (gebäudeseitig, kW): _____

Jahresvolllaststunden (h): _____

Kälteabgabe pro Jahr (gebäudeseitig, kWh): _____

Leistungszahl COP: _____

EWS-Eintragsleistung (erdseitig, kW): _____

EWS-Eintragsarbeit (erdseitig, kWh): _____

Bohrung(en)

Planungsgröße Wärmeleitfähigkeit

effektive Wärmeleitfähigkeit des zu nutzenden Untergrundes (W/m/K): _____

Auslegung

rechnerisch, z. B. mittels EED, EWS, Geo-Hand light etc.

Eingabe-/Ergebnisprotokoll beifügen

mittels Tabellenwerten VDI 4640-2 (Juni 2019)

Tabelle: B2 [], B3 [], B4 [], B5 [], B6 [], B7 [], B8 []

Randbedingungen der gewählten Tabelle werden eingehalten: ja nein

spezifische Entzugsleistung gemäß gewählter Tabelle (W/m): _____

anderes Vorgehen: Erläuterung und Ergebnis beifügen

Bohrung(en)

Anzahl: _____

Bohrtiefe (m): _____

Einbaulänge EWS ohne Gewicht (m): _____ (wenn von der Bohrtiefe abweichend)

Bohrverfahren: _____

Bohrdurchmesser bei Endteufe (mm): _____

Bohrfirma: _____

Der Nachweis der Qualifikation gemäß DVGW Regelwerk W 120-2 ist beizufügen, z. B. Kopie des Zertifikates

Verfüllung (Abdichtung) der EWS-Bohrung

Verfüllbaustoff: _____
Mengenbedarf Suspension je Bohrung (m³): _____
Einbringverfahren: _____
Dichte der Suspension (g/cm³): _____
Durchlässigkeitsbeiwert der ausgehärteten
Suspension gemäß Herstellerangabe (m/s): _____

Erdwärmesonde(n)

Typ Einzel-U-Sonde Doppel-U-Sonde Anderer Typ _____
Durchmesser Einzelrohr _____ mm Sondenbündel (inkl. Verpressrohr und Abstandshalter) _____ mm
Material PE-RC PE-X Anderes Material _____

Wärmeträgermittel

Name _____ Anteil Frostschutz im Gemisch (%) _____
WGK-Klasse _____ Menge des Gemischs in der Anlage (l) _____

Es ist eine Bescheinigung des Lieferanten vorzulegen, dass es sich bei dem Wärmeträgermittel um einen Stoff der Wassergefährdungsklasse 1 (WGK 1) gemäß Anhang 4 VAWs handelt. Nicht erforderlich ist diese Bescheinigung für die in „Wärmeträger Positivliste“ der LAWA aufgeführten Wärmeträgermittel mit den Hauptbestandteilen Ethylenglykol oder Propylenglykol (siehe www.lawa.de > Publikationen > Veröffentlichungen nach Sachgebieten > Wasserversorgung, Abwasserentsorgung, Wassergefährdung)

Zusätzliche Antragsunterlagen

Erforderlich für Erdwärmesonden-Vorhaben in hydrogeologisch und/oder wasserwirtschaftlich ungünstigen Gebieten oder bei Abweichung der Vorhabensplanung von den „Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden“

- Das Vorhaben liegt in einem hydrogeologisch und/oder wasserwirtschaftlich ungünstigen Gebiet.
Es ist eine hydrogeologische Stellungnahme eines geeigneten Hydrogeologen (= öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger) vorzulegen bzw. die Kostenübernahme für die Einholung einer hydrogeologischen Stellungnahme beim Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie zu bestätigen.
- Stellungnahme beigelegt Die Kosten für die beim HLNUG einzuholende Stellungnahme werden übernommen.

Die Auftraggeberin / der Auftraggeber der Stellungnahme stimmt zu, dass diese bei nachfolgenden Anträgen auf Erdwärmennutzung genutzt werden darf ja nein

Ort, Datum, Unterschrift

Nach § 4 des Lagerstättengesetzes sind Bohrungen vom Bohrunternehmer zwei Wochen vor Beginn der Arbeiten beim Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie anzuzeigen.

Absender:
Straße:
PLZ, Ort:
Tel.:
Fax.:

Bohrungsnummer:
(wird vom HLNUG ausgefüllt)

Hessisches Landesamt für Naturschutz,
Umwelt und Geologie
Abteilung Geologie u. Boden
Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden

E-Mail: bohranzeige@hlnug.hessen.de

Fax.-Nr.

0611 / 6939-941

Seitenzahl:

Anzeige von Bohrung(en)

gemäß Lagerstättengesetz vom 4. Dezember 1934 (RGBl I, S. 1223), zuletzt geändert am 2. März 1974 (BGBl I, S.469)

1. Anzahl der Bohrungen:

vorgesehene Endteufe:

Bohrbeginn (voraussichtlich):

2. Lage der Bohrung(en) (*bei mehreren Bohrungen bitte entsprechende Liste beifügen*):

a) Rechtswert:

Hochwert:

aus Karte abgegriffen / mit LIKA-Online aus Flurstück ermittelt / eingemessen

oder

b) Gemeinde/Ort:

Gemarkung/Ortsteil:

Straße, Hausnr.:

oder **Flur, Flurstück:** , /

oder

c) siehe Eintragung in beigefügter Karte

(z. B. topographische Karte mit nachvollziehbaren topographischen Orientierungspunkten)

3. Ausführende/Ansprechpartner:

Bohrfirma:

ggf. **Ingenieurbüro:**

Straße:

Straße:

PLZ, Ort:

PLZ, Ort:

Tel.:

Tel.:

Fax.:

Fax.:

4. Auftraggeber:

Firma/Name:

Straße:

PLZ, Ort:

Tel.:

Fax.:

5. Bohrzweck:

Baugrund

Erdwärmesonde(n)

Grundwassererkundung/-erschließung

Lagerstättenerkundung

sonstige:

6. Bohrverfahren:

Kernbohrung

Trockenbohrung

Spülbohrung

sonstige / ergänzende Angaben:

7. Aufbewahrungsort der Proben:

.....
Firmenstempel

.....
Datum, Unterschrift

Ansprechpartner (Postanschrift)

Von der Postanschrift abweichende Hausanschriften („Besuchereingänge“) sind unter www.umweltministerium.hessen.de/umwelt-natur/wasser/organisation-der-wasserwirtschaftsverwaltung-hessen zusammengestellt.

Untere Wasserbehörden

Regierungsbezirk Darmstadt

Kreis Bergstrasse

Der Kreisausschuss
Wasser- und Naturschutz
-Untere Wasserbehörde-
Gräffstraße 5, 64646 Heppenheim
Tel.: 06252/15-0, Fax: 06252/15-5537
e-mail: wasserbehoerde@kreis-bergstrasse.de

Wissenschaftsstadt Darmstadt

Der Magistrat
Umweltamt
Untere Wasser und Bodenschutzbehörde
Bessunger Straße 125, 64295 Darmstadt
Tel.: 06151/13-3286, Fax: 06151/13-3287
e-mail: umweltamt@darmstadt.de

Landkreis Darmstadt-Dieburg

- Der Kreisausschuss -
Untere Wasser- und Bodenschutzbehörde
Jägertorstraße 207, 64289 Darmstadt
Tel: 06151/881-0, Fax: 06151/881-1428
e-mail: uwb@ladadi.de

Stadt Frankfurt am Main

-Der Magistrat-
Umweltamt
-Untere Wasser- und Bodenschutzbehörde-
Galvanistraße 28, 60486 Frankfurt
Tel.: 069/212-39124; Fax.: 069/212-39140
e-mail: umweltueberwachung@stadt-frankfurt.de

Landkreis Groß-Gerau

- Der Kreisausschuss -
Wasser- und Bodenschutz
Wilhelm-Seipp-Straße 4, 64521 Groß-Gerau
Tel.: 06152/989-0, Fax: 06152/989-178
e-mail: wasserbehoerde@kreisgg.de

Hochtaunuskreis

- Der Kreisausschuss -
Fachbereich Wasser- und Bodenschutz
Ludwig-Erhard-Anlage 1-5,
61352 Bad Homburg v.d.H.
Tel.: 06172/999-6400, Fax: 06172/999-9830
e-mail: wbs@hochtaunuskreis.de

Main-Kinzig-Kreis

- Der Kreisausschuss -
Abteilung Wasser- und Bodenschutz
Barbarossastraße 16-24, 63571 Gelnhausen
Tel.: 06051/85-0, Fax: 06051/85-16234
e-mail: wasserbehoerde@mkk.de

Main-Taunus-Kreis

- Der Kreisausschuss -
Untere Wasser- und Bodenschutzbehörde
Am Kreishaus 1-5, 65719 Hofheim
Tel.: 06192/201-0, Fax: 06192/201-1639
e-mail: umweltamt@mtk.org

Odenwaldkreis

Der Kreisausschuss
Untere Wasserbehörde
Michelstädter Straße 12, 64711 Erbach
Tel.: 06062 70-415 oder 70-1102,
Fax: 06062 70-174
E-Mail: wasserbehoerde@odenwaldkreis.de

Magistrat der Stadt Offenbach

Amt für Umwelt, Energie und Klimaschutz
Untere Wasserbehörde
Berliner Straße 60, 63065 Offenbach
Tel.: 069/8065-2557, Fax: 069/8065-2276
e-mail: umweltamt@offenbach.de

Kreis Offenbach

Der Kreisausschuss
Fachdienst Umwelt
Wasser- und Bodenschutzbehörde
Werner-Hilpert-Straße 1, 63128 Dietzenbach
Tel.: 06074/8180-0, Fax: 06074/8180-4910
e-mail: wasserbehoerde@kreis-offenbach.de

Rheingau-Taunus-Kreis

- Der Kreisausschuss -
Untere Wasserbehörde
Heimbacher Straße 7, 65307 Bad Schwalbach
Tel.: 06124/510-466, Fax: 06124/510-18466
e-mail: siehe Ansprechpartner auf
www.rheingau-taunus.de

Wetteraukreis

- Der Kreisausschuss -
Fachstelle Wasser- und Bodenschutz
Europaplatz, 61169 Friedberg
Tel.: 06031/83-0, Fax: 06031/83-4444
e-mail: wasserbehoerde@wetteraukreis.de

Landeshauptstadt Wiesbaden

Der Magistrat Umweltamt
Untere Wasserbehörde
Gustav-Stresemann-Ring 15, 65189 Wiesbaden
Tel.: 0611/31-1, Fax: 0611/31-3957
e-mail: wasserbehoerde@wiesbaden.de

Regierungsbezirk Gießen

Landkreis Gießen

- Der Kreisausschuss -
Fachdienst Wasser- und Bodenschutz
Riversplatz 1-9, 35394 Gießen
Tel.: 0641/9390-0, Fax: 0641/9390-2239
e-mail: uwb@lkgi.de

Lahn-Dill-Kreis

- Der Kreisausschuss -
Fachdienst Wasser- und Bodenschutz
Karl-Kellner-Ring 51, 35576 Wetzlar
Tel.: 06441/407-0, Fax: 06441/407-1065
e-mail: umwelt@lahn-dill-kreis.de

Kreisausschuss des Landkreises Limburg-Weilburg

Amt für den Ländlichen Raum, Umwelt, Veterinärwesen und Verbraucherschutz
Fachdienst Wasser-, Boden- und Immissionsschutz
Gymnasiumstraße 4, 65589 Hadamar
Tel.: 06431/296-0, Fax: 06431/296-5903
e-mail: wasserbehoerde@limburg-weilburg.de

Landkreis Marburg-Biedenkopf

Fachbereich Bauen, Wasser- und Naturschutz
Im Lichtenholz 60, D-35043 Marburg
Tel.: 06421/405-1436, Fax: 06421/405-1494
e-mail: wasserbehoerde@marburg-biedenkopf.de

Landkreis Vogelsberg

- Der Kreisausschuss -
Untere Wasser- und Bodenschutzbehörde
Goldhelg 20, 36341 Lauterbach
Tel.: 06641/977-0, Fax: 06641/977-129
e-mail: wasserbehoerde@vogelsbergkreis.de

Regierungsbezirk Kassel

Landkreis Fulda

- Der Kreisausschuss -
Fachdienst Wasser- und Bodenschutz
Wörthstraße 15, 36037 Fulda
Tel.: 0661/6006-0, Fax.: 0661/6006-368
e-mail: wasserbehoerde@landkreis-fulda.de

Landkreis Hersfeld-Rotenburg

- Der Kreisausschuss -
Untere Wasserbehörde
Hubertusweg 19 – Gebäude C, 36251 Bad Hersfeld
Tel. 06621/87-0, Fax: 06621/87-2250
e-mail: Poststelle.LaendlicherRaum@hef-rof.de

Magistrat der Stadt Kassel

Untere Wasserbehörde
Obere Königsstraße 8, 34117 Kassel
Tel.: 0561/787-0
e-mail: umweltschutz@kassel.de

Landkreis Kassel

-Der Kreisausschuss –
63 – Bauen und Umwelt
Fachdienst Wasser- und Bodenschutz
Wilhelmshöher Allee 19-21, 34117 Kassel
Tel.: 0561/1003-0, Fax: 0561/1003-1732
e-mail: wasserbehoerde@landkreiskassel.de

Schwalm-Eder-Kreis

- Der Kreisausschuss -
Fachbereich 32.2 -Wasser- und Bodenschutz-
Parkstraße 6, 34576 Homberg (Efze)
Tel.: 05681/775-0, Fax: 05681/775-746
e-mail: uwb@schwalm-eder-kreis.de

Landkreis Waldeck-Frankenberg

- Der Kreisausschuss -
Untere Wasserbehörde
Südring 2, 34497 Korbach
Tel.: 05631/954-0, Fax: 05631/954-870
e-mail: wasser-bodenschutz@landkreis-waldeck-
frankenberg.de

Werra-Meißner-Kreis

- Der Kreisausschuss -
Untere Wasserbehörde
Nordbahnhofsweg 1, 37213 Witzzenhausen
Tel.: 05542/958-0, Fax: 05542/958-1799
e-mail: uwb.wmk@werra-meissner-kreis.de

Obere Wasserbehörden

Regierungspräsidium Darmstadt

Luisenplatz 2, 64283 Darmstadt
Tel.: 06151/12-0, Fax: 06151/12-6313

Regierungspräsidium Gießen

Landgraf-Philipp-Platz 1-7, 35390 Gießen
Tel.: 0641/303-0, Fax: 0641/303-2197

Regierungspräsidium Kassel

Steinweg 6, 34117 Kassel
Tel.: 0561/106-0, Fax: 0561/106-1611

Bergbehörden in Hessen

Regierungspräsidium Gießen

Abteilung IV Umwelt
Dezernat 44 – Bergaufsicht
Marburger Straße 91, 35396 Gießen
Tel.: 0641/303-0, Fax: 0641/303-4103

Regierungspräsidium Kassel

Abteilung Umwelt und Arbeitsschutz Bad Hersfeld
Dezernat 34 (Bergaufsicht)
Konrad-Zuse-Str.19-21, 36251 Bad Hersfeld
Tel.: 06621/406-875, Fax: 06621/406-708

Regierungspräsidium Darmstadt

Abteilung Arbeitsschutz und Umwelt Wiesbaden
Dezernat 44 (Bergaufsicht)
Lessingstraße 16-18, 65189 Wiesbaden
Tel.: 0611/3309-0, Fax: 0611/3309-446

Hessisches Ministerium für Umwelt, Klima- schutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Abteilung Wasser und Boden

Mainzer Straße 80, 65189 Wiesbaden
Tel.: 0611/815-0, Fax: 0611/815-1941

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Rheingaustraße 186, 65203 Wiesbaden
Tel.: 0611/6939-0, Fax: 0611/6939-555