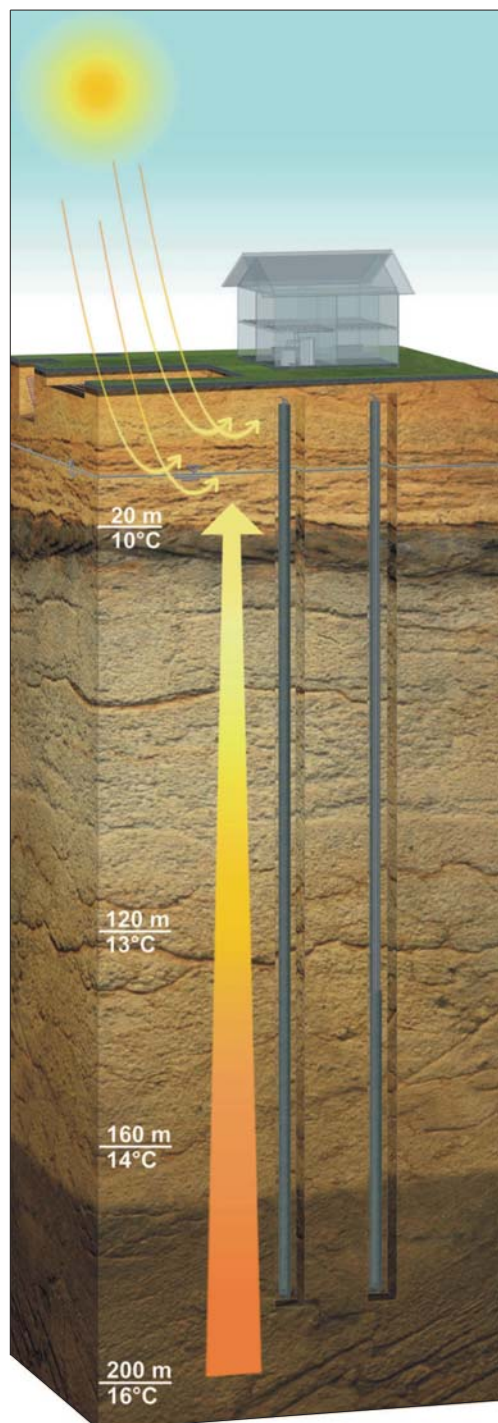




Leitfaden Erdwärmennutzung in Niedersachsen

Rechtliche und technische Grundlagen



GeoBerichte 24

Landesamt für
Bergbau, Energie und Geologie

Leitfaden Erdwärmennutzung in Niedersachsen

Rechtliche und technische Grundlagen

MARTIN AST, HANS ECKL, JÖRG ELBRACHT,
KERSTIN FISCHER, JOACHIM FRITZ,
SABINE HENKE-JELIT, HOLGER JENSEN,
SANDRA PESTER & JAN SBRESNY

Hannover 2012

Impressum

Herausgeber: © Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
Stilleweg 2
30655 Hannover
Tel. (0511) 643-0
Fax (0511) 643-2304

Download unter www.lbeg.niedersachsen.de

Version: 23.10.2012

Redaktion: Ricarda Nettelmann
e-mail: bodenkundlicheberatung@lbeg.niedersachsen.de

Titelbild: Nutzungskonzepte oberflächennaher Geothermie –
Systemhaus mit zwei Erdwärmesonden und Temperaturen im Untergrund.

ISSN 1864–7529

GeoBer.	24	S. 3 – 59	11 Abb.	3 Tab.	5 Anh.	Hannover 2012
---------	----	-----------	---------	--------	--------	---------------

Leitfaden Erdwärmenutzung in Niedersachsen – Rechtliche und technische Grundlagen

MARTIN AST, HANS ECKL, JÖRG ELBRACHT, KERSTIN FISCHER, JOACHIM FRITZ, SABINE HENKE-JELIT,
HOLGER JENSEN, SANDRA PESTER & JAN SBRESNY

Kurzfassung

Der vorliegende Leitfaden richtet sich an Planungsbüros, Bauherren, Fachfirmen wie Bohrunternehmen und Heizungsbauer und an die Genehmigungsbehörden, die im Bereich der oberflächennahen Geothermie (Erschließungstiefe bis 400 m) tätig sind. Schwerpunkt dieses Leitfadens sind die Genehmigungsvoraussetzungen für die Errichtung und den Betrieb von Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren oder Erdwärmebrunnensystemen zum Entzug von Wärme aus dem Boden bzw. aus dem Grundwasser. Er erläutert die technischen und fachlichen Grundlagen sowie das Zulassungsverfahren durch die Unteren Wasserbehörden. Beim Genehmigungsverfahren werden die aufgrund ihrer unterschiedlichen wasserwirtschaftlichen und hydrogeologischen Bedingungen klassifizierten Regionen in Niedersachsen beschrieben. Ein Standort kann in einem zulässigen, bedingt zulässigen oder unzulässigen Gebiet für die Nutzung oberflächennaher Geothermie mit daraus resultierenden Handlungsempfehlungen liegen. In den Anhängen sind Protokollformulare, Anforderungen an den Bau von Erdwärmeanlagen und ein Musterleistungsverzeichnis für die Erstellung von Erdwärmesonden beigefügt. Die aktuellen Erkenntnisse zum Stand der Technik, die bei Drucklegung vorlagen, wurden in diesem Leitfaden zu dieser sich rasch weiterentwickelnden Technologie berücksichtigt.

Inhalt

	Vorwort.....	5
1	Allgemeines	6
2	Erdwärmetechnik	6
2.1	Wärmequellen und Anlagentypen.....	6
2.1.1	Erdwärmesonden	7
2.1.2	Erdwärmekollektoren	9
2.1.3	Erdwärmeebrunnensysteme	12
2.1.4	Energiepfähle/aktivierte Gründungsbauteile	14
2.2	Wärmepumpentechnik	15
2.2.1	Wärmepumpe.....	15
2.2.2	Effizienz und Dimensionierung der Wärmepumpe	16
3	Gesetzliche Grundlagen	16
3.1	Allgemeines.....	16
3.2	Wasserrecht (WHG/NWG)	16
3.3	Bergrecht und Lagerstättenrecht (BBergG/LagerstG)	17
4	Verfahrensablauf zur Errichtung und zum Betrieb von Erdwärmegewinnungsanlagen	18
4.1	Erdwärmesondensysteme	20
4.1.1	Kriterien zur wasserrechtlichen Beurteilung	20
4.1.2	Verfahrensablauf.....	24
4.2	Erdwärmekollektorsysteme.....	27
4.2.1	Kriterien zur wasserrechtlichen Beurteilung	27
4.2.2	Verfahrensablauf.....	27
4.3	Erdwärmeebrunnensysteme	28
4.3.1	Kriterien zur wasserrechtlichen Beurteilung	28
4.3.2	Verfahrensablauf.....	29
4.4	Anlagen > 30 kW.....	30
5	Quellen	31
5.1	Gesetze, Verordnungen.....	31
5.2	Richtlinien, Regelwerke	31
5.3	Zitierte Literatur	32
5.4	Weiterführende Literatur	33
5.5	Links.....	34
6	Anhang	35
	Anhang 1a: Allgemeine Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb einer Erdwärmesondenanlage.....	35
	Anhang 1b: Allgemeine Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb einer Erdwärmekollektoranlage	40
	Anhang 2: Musterleistungsverzeichnis für die Erstellung von Erdwärmesonden	42
	Anhang 3: Prüf- und Abnahmeprotokoll von Erdwärmesonden	47
	Anhang 4a: Anlageninstallationsprotokoll für Erdwärmesondenanlagen	49
	Anhang 4b: Anlageninstallationsprotokoll für Erdwärmekollektoranlagen	51
	Anhang 4c: Anlageninstallationsprotokoll für Erdwärmeebrunnensysteme	53
	Anhang 5: Adressen der Unteren Wasserbehörden.....	55

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

das Potenzial der Erdwärme – auch weitgehend unter dem Begriff Geothermie bekannt – wird zunehmend stärker genutzt. Bereits heute setzen in Niedersachsen rund 10 000 Haushalte auf diese umweltfreundliche Energie. Die Geothermie nimmt unter den erneuerbaren Energien eine Sonderstellung ein, da sie unabhängig von Tages- und Jahreszeit nahezu überall zur Verfügung steht. Als Energiequelle kann sie sowohl im Einfamilienhaus die gesamte benötigte Wärme bereitstellen als auch für eine gewerbliche Nutzung, z. B. zum Heizen und Kühlen von Bürogebäuden und Produktionsstätten, eingesetzt werden. Gerade im Bereich des energetischen Gebäudemanagements stellt sie eine immer häufiger genutzte Alternative dar. Damit liefert die Geothermie einen wichtigen Beitrag für eine zukunftsfähige und bezahlbare Energieerzeugung und Energieversorgung.

Das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen berät und informiert Bürger und Bürgerinnen, Planungsbüros, Bauherren, Fachfirmen, ausführende Bohrunternehmen und Behörden zur Nutzung der Erdwärme und stellt die geologischen Grundlagen zu Planung, Dimensionierung und Bau von Geothermieranlagen zur Verfügung. Um der steigenden Nachfrage und den Neuerungen im Bereich der Erdwärmenutzung gerecht zu werden, wurde der Leitfaden Erdwärmenutzung in Niedersachsen, herausgegeben vom Niedersächsischen Umweltministerium 2006, vollständig überarbeitet und erweitert. So werden in diesem Leitfaden nicht nur Erdwärmesonden, sondern auch Erdwärmekollektoren und Erdwärmepumpensysteme im Bereich der oberflächennahen Geothermie beschrieben. Die gesetzlichen Grundlagen werden ebenso dargestellt wie die Kriterien zur wasserrechtlichen Beurteilung und der Verfahrensablauf zur Errichtung und Betrieb von Erdwärmegewinnungsanlagen. Im Land Niedersachsen wurden praxisgerechte Regelungen geschaffen, um den Investitionsaufwand für Bürger und Anlagenplaner unter Berücksichtigung der lokal vorherrschenden Verhältnisse so gering wie möglich zu halten.

Der Leitfaden gibt Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, Hinweise und Handlungsempfehlungen für die fachgerechte Errichtung und den Betrieb von Erdwärmeanlagen. Dies soll Ihnen helfen, die notwendigen Planungsschritte kennenzulernen, damit Sie Ihren Energiebedarf mit dieser zukunftsweisenden, regenerativen Energieform abdecken können.

Ralf Pospich

Präsident des Landesamtes für Bergbau,
Energie und Geologie



1 Allgemeines

Der vorliegende Leitfaden richtet sich an Planungsbüros, Bauherren, Fachfirmen und ausführende Bohrunternehmen sowie Behörden, die im Bereich der oberflächennahen Geothermie (Synonym: Erdwärme) tätig sind. Unter oberflächennaher Erdwärme wird eine Erschließungstiefe bis in ca. 400 m verstanden.

Schwerpunkt dieses Leitfadens sind die Genehmigungsvoraussetzungen für die Errichtung und den Betrieb von Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren oder Erdwärmepumpensystemen zum Entzug von Wärme aus dem Boden bzw. aus dem Grundwasser. Er erläutert die technischen und fachlichen Grundlagen sowie das Zulassungsverfahren durch die Unteren Wasserbehörden und die Online-Anzeige einer Bohrung bzw. eines Erdaufschlusses beim Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG). Es werden Gebiete beschrieben, die aufgrund ihrer unterschiedlichen wasserwirtschaftlichen und hydrogeologischen Bedingungen in Niedersachsen als zulässige, bedingt zulässige und unzulässige Gebiete für die Nutzung oberflächennaher Geothermie bezeichnet werden. Der Leitfaden und die dazugehörigen Detailkarten können im Internet unter www.lbeg.niedersachsen.de > Energie & Rohstoffe > Zentrum für TiefenGeothermie/Oberflächennahe Geothermie eingesehen und heruntergeladen werden. Die dem Leitfaden in den Anhängen beigefügten Vordrucke unterstützen Antragsteller bei der Zusammenstellung der erforderlichen Antragsunterlagen. Eine Einschätzung für die Vorplanung der geothermischen Beheizung von Einfamilienhäusern bietet der Online-Rechner „Geothermie – geht das bei mir?“ (<http://nibis.lbeg.de/geothermie/>). Diese Anwendung ermittelt nach Eingabe der hausenergetischen Eckdaten eine Abschätzung der standortabhängigen geothermischen Ergiebigkeit sowie genehmigungsrechtliche Hinweise. Bei der Ausführungsplanung sollten sowohl die Fachfirma für die Heizungsanlage als auch das beteiligte Bohr- bzw. Bauunternehmen frühzeitig zusammenarbeiten.

Dieser Leitfaden legt seinen Schwerpunkt auf die Nutzung der oberflächennahen Erdwärme mit Anlagen, deren Wärmeleistung 30 kW nicht überschreitet. Diese Leistung entspricht dem bei Ein- und kleineren Mehrfamilienhäusern mit 1800 bis 2400 Volllaststunden pro Jahr übli-

chen Heizenergiebedarf. Die mittlere Betriebsstundenzahl liegt bei 1880 h/a (Russ et al. 2010).

2 Erdwärmetechnik

2.1 Wärmequellen und Anlagentypen

Natürliche Wärmequellen sind die direkte Sonneneinstrahlung, aber auch die Luft, das Erdreich und das Grundwasser. Von Wärmepumpen werden häufig die ganzjährig verfügbaren Wärmequellen

- Erdwärme,
- Grundwasser und
- Außenluft genutzt.

Untersuchungen haben gezeigt, dass hohe Jahresarbeitszahlen nur mit den Wärmequellen Erdwärme oder Grundwasser erreicht werden können. Das Erdreich ist unter anderem wegen seiner relativen Temperaturkonstanz eine sehr günstige Wärmequelle. Bei der Erdwärme bis ungefähr 10 m Tiefe unter Gelände, die für die Erdwärmekollektoranlagen (vgl. Kap. 2.1.2) relevant ist, handelt es sich im Wesentlichen um gespeicherte Sonnenenergie. So ist zunächst bis zirka 10 m Tiefe der Temperaturverlauf im Boden durch die jahreszeitlich bedingte Lufttemperatur geprägt. Darunter ist die Temperatur über das Jahr nahezu konstant (Abb. 1). In tieferen Erdschichten ist der Anteil der geothermischen Wärme aus dem Erdinneren von Bedeutung, die Temperatur nimmt im Mittel pro 100 m um etwa 3 °C zu.

Um die in der Erde gespeicherte Energie nutzen zu können, sind neben der im Erdreich vorhandenen Temperatur die boden- bzw. gesteinsphysikalischen Parameter wie die Wärmeleitfähigkeit und die Wärmekapazität von entscheidender Bedeutung. Diese Eigenschaften sind in Abhängigkeit des Gesteinstyps sehr unterschiedlich und können über Feld- oder Laborversuche bestimmt oder der VDI 4640 Blatt 1 (VDI 2010) entnommen werden. Einen entscheidenden Einfluss auf die Wärmekapazität (= Wärmespeichervermögen) hat das Grundwasser, da dieses etwa doppelt so viel Energie aufnehmen kann wie die Gesteine. Die Wärmeleitfähigkeit stellt den ausschlaggeben-

den Parameter dar, um abzuschätzen wie viel Wärme dem Untergrund entzogen bzw. zugeführt werden kann. Der Wärmetransport gliedert sich in einen konvektiven (durch Grundwasserfluss verursachten) und einen kondukti-

ven (durch Wärmeleitung der Gesteine verursachten) Anteil. Weitere Daten zur Wärmeleitfähigkeit werden durch das LBEG bereitgestellt.

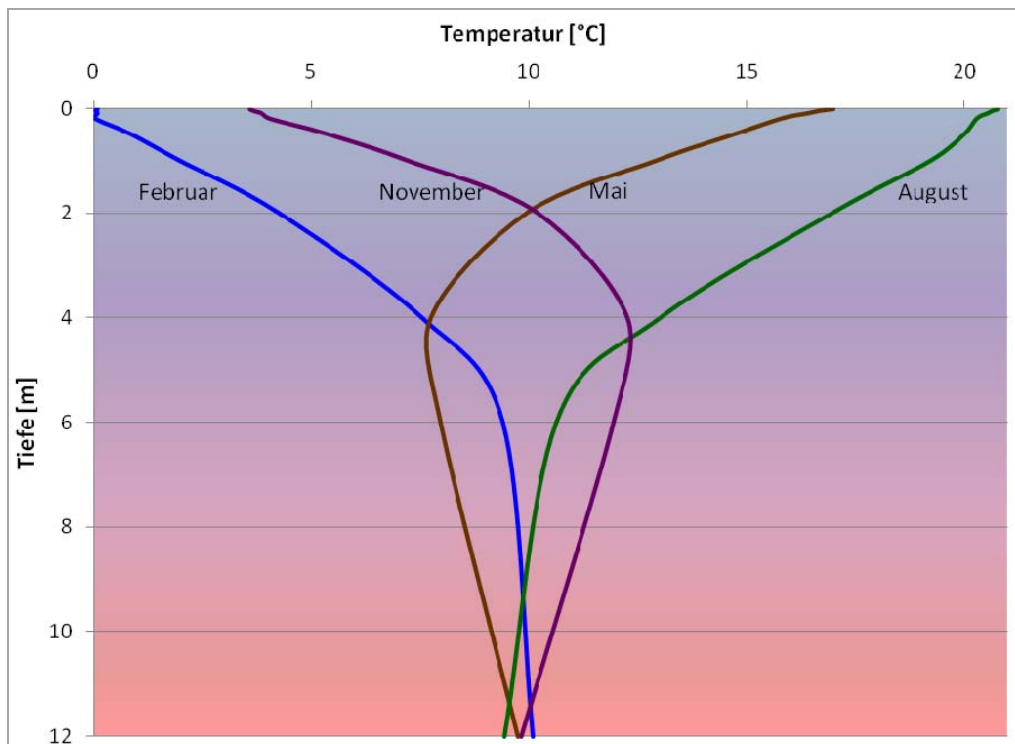


Abb. 1: Mittlerer Temperaturverlauf im ungestörten Erdreich in Abhängigkeit von der Jahreszeit (erstellt aus Bodentemperaturdaten der Säkularstation Potsdam Telegrafenberg).

Zur Gewinnung der Wärme aus dem Erdreich werden verschiedene Techniken genutzt. Am gebräuchlichsten ist die Wärmegewinnung mittels Erdwärmesonden (Abb. 2 und 3) und Erdwärmekollektoren (Abb. 4). Des Weiteren werden Erdwärmekörbe/Spiralkollektoren und Erdwärmepumpensysteme mit Förder- und Schluckbrunnen (Abb. 5) eingesetzt. Bei allen Systemen kann im Sommer aktiv mit der Wärmepumpe oder passiv in der sogenannten „freien Kühlung“ Wärme aus dem Gebäude in den Untergrund eingebracht werden. Bei geplantem Kühlbetrieb sind die zulässigen Temperaturgrenzen der VDI 4640 Blatt 1 (VDI 2010) zur Wärmeeinspeisung zu beachten. Bei richtiger Auslegung wird die entzogene thermische Energie durch die nachströmende Wärmeenergie aus dem Untergrund regeneriert.

2.1.1 Erdwärmesonden

(Doppel-)U-Sonde

Erdwärmesonden werden in vertikalen Bohrungen mit Tiefen von meist 40 bis 150 m eingebaut. Die Sonden bestehen in der Regel aus paarweise gebündelten U-förmigen Kunststoffrohrschleifen, die nahe der Erdoberfläche über Sammelleitungen an eine Wärmepumpe angeschlossen sind. Im Sondenkreislauf zirkuliert eine Wärmeträgerflüssigkeit, meist ein Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch, das als Sole bezeichnet wird und die im Untergrund vorhandene Energie aufnimmt (Abb. 2 und 3).

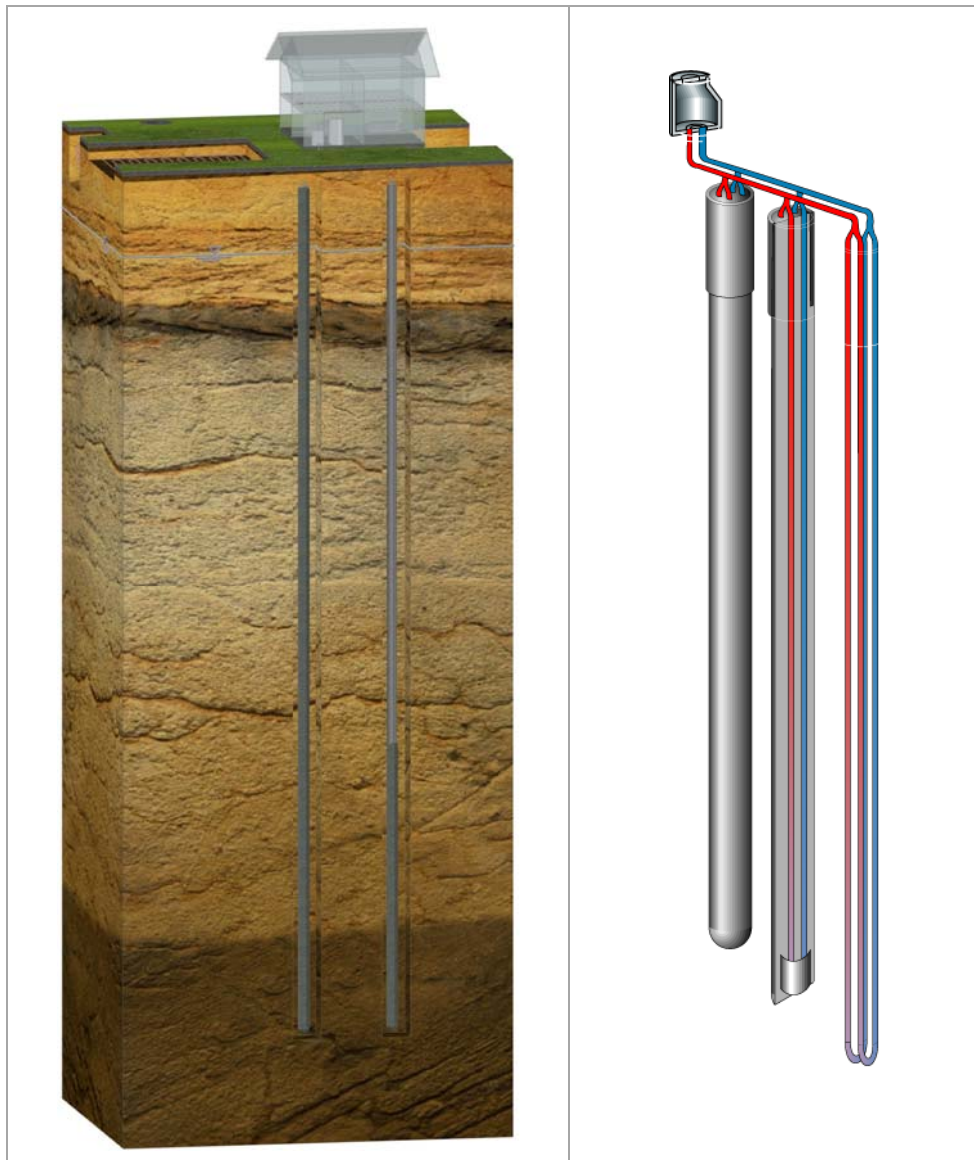


Abb. 2: Systemhaus mit Erdwärmesonde.

Abb. 3: Erdwärmesonde im Detail
(Quelle: BWP).

Die Abschätzungen der realisierbaren Entzugsleistungen für Erdwärmesonden werden wesentlich durch die Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes bestimmt. Der zusätzliche Wärmeentzug aus der Grundwasserbewegung ist im Allgemeinen nur schwer zu quantifizieren und stellt somit einen Sicherheitszuschlag dar.

Die Sondenlänge und die Qualität des Sondenbaus sowie der verwendeten Bohrlochverfüllmaterialien sind maßgeblich für die Effizienz der Erdwärmegewinnung. Eine Unterdi-

mensionierung der Sondenanlage (zu geringe Sondentiefe oder Sondenanzahl) kann einen schlechteren Wirkungsgrad und in Fällen erheblicher Unterdimensionierung Eisbildung in den angrenzenden Schichten bedeuten. Dies kann im Extremfall Schäden an der Erdwärmanlage durch Auftauprozesse zur Folge haben. Hierdurch kann sich die Anbindung der Erdwärmesonde an das Gestein vermindern, was zu einem Absinken der Leistungsfähigkeit der Erdwärmesonde führt. Es ist daher eine besondere Sorgfalt bei der Dimensionierung der

Anlage erforderlich. Eine hohe Wärmeleitfähigkeit des Verpressmaterials fördert die Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage und mindert das Risiko von unerwünschten Frostbildungen im Ringraumbereich.

Erdwärmesonden sind durch entsprechend qualifizierte Fachbetriebe (Nachweis nach DVGW W 120 (DVGW 2005) oder gleichwertige Zertifizierung) zu errichten. Für den Anschluss, das Befüllen und die Druckprüfung sowie für die Instandhaltung und Instandsetzung von Erdwärmequellenanlagen ist Personal mit Sachkunde erforderlich. Der Begriff „Sachkunde“ bedeutet hier die theoretische Kenntnis und praktische Erfahrung, die in der Regel bei Fachbetrieben der Bohr-, Heizungs-, Klima- oder Sanitärtechnik vorhanden ist.

Mindestabstände zwischen Erdwärmesonden

Der thermische Einfluss von Erdwärmesonden ist im praktischen Langzeitbetrieb auf wenige Meter beschränkt. Dennoch können sich zu nah beieinander stehende Erdwärmesonden gegenseitig negativ beeinflussen. Für Wärmepumpen mit einer Wärmeleistung bis 30 kW sollte der Mindestabstand von Erdwärmesonden mindestens 5 m untereinander bzw. 10 m zur nächstgelegenen Anlage auf einem benachbarten Grundstück betragen (LAWA 2002, VDI-Richtlinie 4640 Blatt 1, VDI 2010).

Koaxialsonde

Neben den Einfach- und Doppel-U-Sonden kommen vermehrt Neuentwicklungen zum Einsatz, die auf dem Prinzip der Koaxialsonde beruhen. Dieses sogenannte „Rohr-in-Rohr-System“ besteht aus einem Außenrohr, das an seinem unteren Ende geschlossen ist. Darin befindet sich ein etwas kürzeres Innenrohr, welches nach unten offen ist. Das kalte Wärmeträgermittel strömt im Außenrohr nach unten, erwärmt sich dabei und fließt im Innenrohr wieder nach oben (oder umgekehrt). Die Durchmesser dieser Koaxialsonden sind in der Regel > 60 mm bis hin zu 150 mm. Durch ihre größere Oberfläche (= Wärmetauschfläche) erreichen sie einen etwas höheren Wirkungsgrad als konventionelle Doppel-U-Sonden, da die Größe der übertragbaren Wärmemenge proportional zur vergrößerten Oberfläche ansteigt. Die Materialkosten für diese Systeme liegen über denen von U-Sonden.

Direktverdampfersonde (z. B. CO₂, Propan)

Direktverdampfersonden werden ebenfalls in vertikale Bohrlöcher mit einer Tiefe von z. Zt. bis zu 100 m eingebaut. Die Sonde besteht z. B. aus einem Edelstahlwellrohr mit auf ca. 40 bar verdichtetem CO₂ als Wärmeträgermittel, welches innerhalb der Sonde seine Phasenwechsel (flüssig (= kalt) ↔ gasförmig (= durch Erde erwärmt)) durchläuft und hierdurch ohne gesonderten Pumpenantrieb zirkuliert. Der Verdampfer der Wärmepumpe befindet sich hierbei am Kopf der Sonde. Mit Direktverdampfersystemen sind höhere Entzugsleistungen zu erreichen als mit den weitaus verbreiteteren Sole-Sonden. Die Betriebsmittel CO₂ und Propan zählen zu den nicht wassergefährdenden Stoffen.

Schrägsonden

Unter Schrägsonden werden Wärmetauschersysteme verstanden, bei denen die Bohrung nicht lotrecht in den Boden eingebracht wird, sondern mit einer Neigung schräg in den Untergrund eindringt. Die Vorteile dieses Systems liegen in einer geringeren Eindringtiefe bei gleicher Sondenlänge, was bei Gebieten mit einer Bohrtiefenbeschränkung eine sinnvolle Lösung sein kann. In der Regel werden bei diesem System mehrere Bohrungen sternförmig von einem zentralen Schacht aus angelegt, so dass die Zusammenführung mehrerer Sonden erleichtert wird. Dieses hat eine negative Beeinflussung der Entzugsleistung im unmittelbaren Schachtbereich, in dem die Sonden zusammenlaufen, zur Folge, welche durch Ausgleichsmaßnahmen (mehr Sondenlänge) kompensiert werden muss. Es gelten bei diesem System dieselben Anforderungen an das Sondenmaterial und die Bohrtechnik wie bei konventionellen lotrechten Erdwärmesondensystemen (s. Anhang 1a). Die Endpunkte der jeweiligen Schrägsonden sollten den Mindestabstand von 5 m zur Grundstücksgrenze nicht unterschreiten.

2.1.2 Erdwärmekollektoren

Unter Erdwärmekollektoren versteht man Anlagen, die die im Boden gespeicherte Energie aus solarer Einstrahlung und atmosphärischen Einträgen (Niederschlag) nutzen. Die Anlagen

werden in der Regel in Tiefen bis etwa fünf Metern eingebaut.

Im Gegensatz zu Erdwärmesonden erreichen Erdwärmekollektoren aufgrund der geringeren Einbautiefe das Grundwasser häufig nicht. Ausnahmen bilden im Allgemeinen die Niederungsbereiche der Flussauen und Küstenmarschen, die aufgrund des Grundwasserschutzes oder entgegenstehender Trinkwassernutzung problematisch sein können. Über eine Anzeige des geplanten Kollektorbaus bei der zuständigen Wasserbehörde kann geprüft werden, ob der Mindestabstand von einem Meter zum Grundwasserspiegel durch das Bauvorhaben eingehalten wird.

Die thermische Eignung des Bodens für eine Erdwärmenutzung hängt maßgeblich von folgenden Faktoren ab (DEHNER, MÜLLER & SCHNEIDER 2007):

- **Wasser-/Feuchtegehalt des Bodens:**
Mit den Wassergehalten steigt sowohl die Wärmekapazität als auch die Wärmeleitfähigkeit, d. h. feuchte Böden sind gute Standorte für eine Erdwärmenutzung.
- **Mineralbestand des Bodens:**
Sandige Böden haben auf Grund ihres hohen Quarzanteils eine höhere Wärmeleitfähigkeit als tonige Böden.
- **Lagerungsdichte (Trockenrohddichte) des Bodens:**
Mit zunehmender Dichte steigt die Wärmeleitfähigkeit des Bodens.

Die detaillierten bodenphysikalischen Zusammenhänge, die sich auf eine Erdwärmenutzung mit Erdwärmekollektoren auswirken, sind in DEHNER, MÜLLER & SCHNEIDER (2007) erläutert.

Die beste Energieeffizienz beim Wärmeentzug wird beim Einbau in feuchte, wasserspeichernde, dicht gelagerte, sandreiche Böden erreicht. Trockene, locker gelagerte Böden weisen geringe Entzugsleistungen auf.

Die horizontale Reichweite der Temperaturveränderung durch Wärmeentzug ist geringer als bei Erdwärmesonden. Eine hydrogeologische Beurteilung ist bei Beachtung des VDI-Regelwerkes 4640 (VDI 2001a, b; 2010) in der Regel für Kollektoranlagen, die mit einem zugelassenen Wärmeträgermittel betrieben werden (vgl. Anhang 1), nicht erforderlich. Direktverdampferkollektoren, die mit Betriebsmitteln arbeiten, die nicht in der für Erdwärmeanlagen zugelassenen Stoffliste benannt sind, finden in

diesem Leitfaden keine Berücksichtigung. Hier gelten die Regelungen der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (VAWS-NDS.).

Flächenkollektoren/Grabenkollektoren

Der Bodeneingriff beim Flächenkollektor ist vergleichbar mit der Errichtung eines unterkellerten Gebäudes. Hier wird der Oberboden bis in eine Tiefe von 1,2 bis 1,5 m abgeschoben, und auf den entsprechend präparierten Untergrund werden die Rohrkreise des Erdwärmekollektors (PE-Rohre oder Kompaktabsorbermatten) im Erdreich horizontal verlegt, ähnlich einer Fußbodenheizung (Abb. 4). Die einzelnen i. d. R. parallel nebeneinander angeordneten und möglichst gleich langen Rohrkreise sollten eine Länge von ca. 100 m aufweisen und 150 m nicht überschreiten, da sonst größere Umwälzpumpen mit einer höheren Leistungsaufnahme erforderlich sind. Der Verlegeabstand der einzelnen Rohrkreise ist abhängig von der Bodenbeschaffenheit und wird von Herstellern mit Werten zwischen 0,3 und 0,8 m angegeben. Anschließend werden die Rohrkreise wieder mit Boden bedeckt. Der Flächenbedarf eines solchen Kollektors erstreckt sich bei Gebäuden nach heutigen Wärmedämmvorschriften auf das ca. Ein- bis Zweifache der zu beheizenden Wohnfläche (KALTSCHMITT, STREICHER & WIESE 2006), dies entspricht etwa 25 bis 50 m² Kollektorfläche pro kW Heizleistung.

Die Flächenkollektoren dürfen nicht überbaut oder durch Bäume beschattet werden, da sonst eine vollständige Regeneration des Bodens durch Sonneneinstrahlung nicht mehr gewährleistet werden kann (DEHNER, MÜLLER & SCHNEIDER 2007). Neben der solaren Einstrahlung spielt auch die Zufuhr von Wärme aus dem Sickerwasser (Niederschlag) beim Ausgleich der entzogenen Energiemenge eine Rolle. Um die Energiezufuhr zu erhöhen, kann zusätzlich Niederschlagswasser auf der Kollektorfläche versickert werden. Dadurch verringert sich der Flächenbedarf des Kollektors.

Nach DEHNER, MÜLLER & SCHNEIDER (2007) liegt die optimale Einbautiefe bei maximal 1,5 m, da geringere Tiefen im winterlichen Bodenfrostbereich liegen und größere Tiefen außerhalb der vollständigen solaren Regeneration.

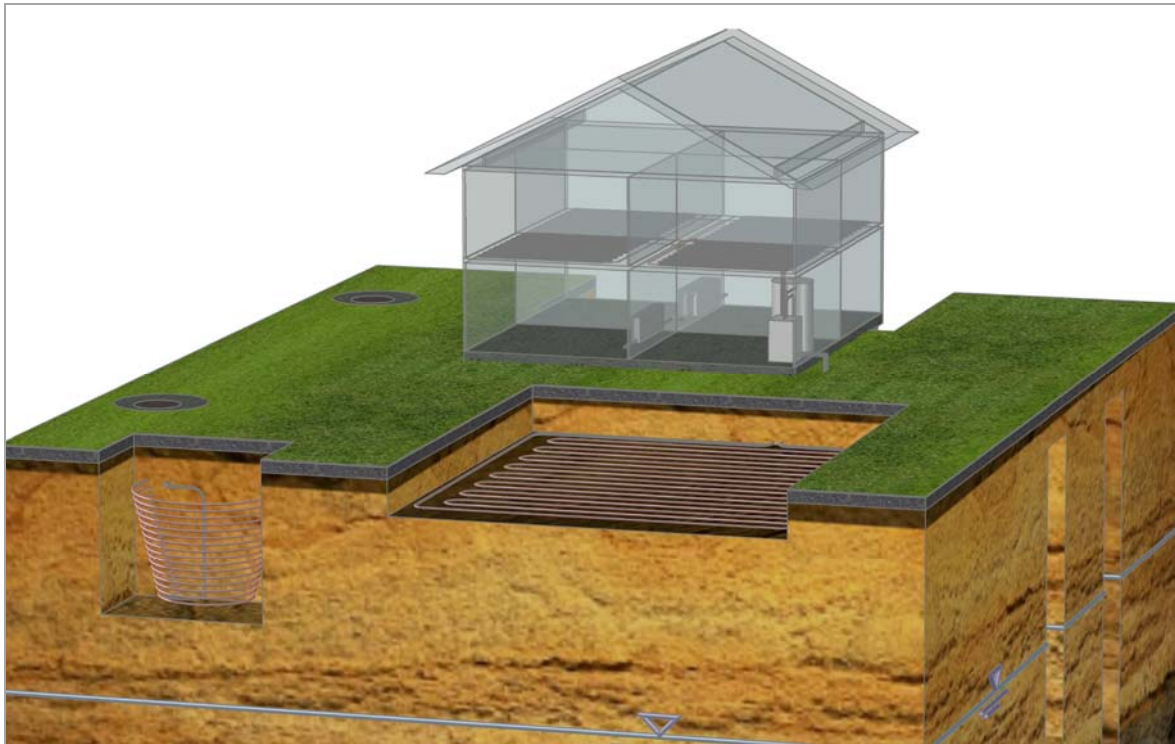


Abb. 4: Systemhaus mit Erdwärmekollektor (Erdwärmekorb links, Flächenkollektor rechts).

Eine Variante des Flächenkollektors ist der Grabenkollektor. Hier wird ein Graben mit geneigten Wänden bis in eine Tiefe von ca. 2–3 m ausgehoben und die Rohrkreise an den Grabenwandflächen montiert. Anschließend wird der Graben mit dem Bodenaushub wieder verfüllt. Der Verlegeabstand der Rohre bei einem Grabenkollektor beträgt ca. 10–20 cm. Die Rohrenden der einzelnen Rohrkreise werden in einem Sammelanschluss zusammengeführt und mit einer Vor-/Rücklaufleitung zum Gebäude/Heizsystem geführt.

Mindestabstände zwischen Erdwärmekollektoren

Bei Erdwärmekollektoren (Sonderbauformen ausgenommen) ist die Reichweite des horizontalen thermischen Einflusses geringer als bei Erdwärmesonden, so dass ein Abstand von einem Meter zur Grundstücksgrenze ausreichend ist. Die gegenseitigen Abstände der Rohrkreise von Erdwärmekollektoren liegen bei den in Deutschland üblichen Anlagen in der Regel zwischen 0,3 und 0,8 m.

Erdwärmekörbe/Spiralsonden

Bei Erdwärmekörben oder Spiralkollektoren wird der Rohrkreis zu einem Zylinder oder Kegelstumpf gewickelt (Abb. 4). Die Durchmesser dieser zylinderförmigen Kollektoren liegen zwischen 0,5 und ca. 2 m. Die Höhe beträgt in der Regel ca. 2–3 m. Die Wärmetauschertypen entziehen, ähnlich den Flächenkollektoren, ihre Energie den oberen Bodenschichten, dabei sind diese Systeme auf den Wärmefluss aus der Umgebung, insbesondere von der Erdoberfläche, angewiesen (RAMMING 2007). Die Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert durch das gewickelte Rohr und überträgt die Energie aus dem Erdreich. Die gewonnene Energie wird zur Wärmepumpe gefördert, die dann die gewünschte Heiztemperatur erzeugt. Durch ihre kompakte Bauform ist der Flächenbedarf dieser Kollektorformen etwas geringer als bei den Flächen- bzw. Grabenkollektoren. Aufgrund der größeren Einbautiefe eignen sie sich zum Wärmeentzug im Winter und zur Kühlung im Sommer. Die Wärmekörbe/Spiralkollektoren liegen mit ihrer Einbautiefe von 2–4 m in dem Bereich der Bodenzone, dessen Temperatur

maßgeblich von saisonalen und klimatischen Einflüssen geprägt ist. Charakteristisch ist eine zeitliche Verschiebung der Temperaturmaxima und -minima in dieser Tiefe zur Lufttemperatur an der Geländeoberfläche (vgl. Abb. 1). Um die unerwünschte Beeinflussung mehrerer benachbarter Körbe zueinander zu minimieren, sollte ein Mindestabstand von ca. 4 m zwischen zwei Erdwärmekörpern eingehalten werden; pro Erdwärmekorb besteht deshalb ein Platzbedarf von ca. 16 m² (BASSETTI & ROHNER 2005). Die durchschnittliche Leistung für einen Wärmekorb (0,5 x 2 m) bei 1800 Betriebsstunden geben BASSETTI & ROHNER (2005) mit ca. 500 W an, RAMMING (2007) ermittelt bei seinen Betrachtungen von einem „Korbfeld“ (4 x 4 Körbe) eine mögliche Leistung von 160–426 W je Korb (abhängig von der Bodenart und der Klimazone).

Neben den oben beschriebenen Bauformen von Erdwärmekollektoren (s. a. VDI 4640 Blatt 2 (VDI 2001a)) gibt es weitere Sonderbauformen, die ebenfalls vornehmlich gespeicherte Sonnenenergie nutzen. Zu diesen gehören:

- Kapillarrohrmatten (vorkonfektionierte Rohrmatten mit kleinerem Rohrdurchmesser und geringerem Abstand),
- Kollektoren mit Regenwasserversickerung (Regenwasser aus der Oberflächenentwässerung wird einige Dezimeter über den Rohrkreisen versickert).

2.1.3 Erdwärmebrunnensysteme

Offene Erdwärmesysteme nutzen die im Erdreich vorhandene Wärme über Grundwasser, das über Brunnen gefördert wird. Grundwasser ist aufgrund der jahreszeitlich relativ konstanten Temperaturen von 8–12 °C und der sehr hohen Wärmekapazität des Wassers eine sehr gute Wärmequelle.

Die Tiefe der Brunnenbohrungen hängt vom Grundwasserspiegel und der Tiefenlage der grundwasserleitenden Gesteinseinheiten ab. Für eine energetisch sinnvolle Nutzung sollte der Flurabstand (Differenz von Geländeoberkante zu Grundwasserspiegel) am Standort nicht mehr als 5–10 m betragen. Der erforderliche Volumenstrom (Wassermenge der Wärmequelle) ist den technischen Daten der Wärmepumpe zu entnehmen. Ob die für die Wärmepumpe notwendige Wassermenge zur Verfügung steht, sollte in einem mehrtägigen Pumpversuch ermittelt werden. Neben der zur Verfügung stehenden Wassermenge ist die Wasserqualität von großer Bedeutung. Zahlreiche im Wasser gelöste Inhaltsstoffe können beim Zutagefördern des Wassers ausfallen und so als Schlamm oder Kruste den Wasserfluss behindern. Die Wasserqualität ist daher durch eine Wasseranalyse festzustellen. Eine abschätzende Bewertung der Analyseergebnisse kann anhand von Tabelle 1 vorgenommen werden.

Tab. 1: Richtwerte wichtiger Wasserinhaltsstoffe für die Nutzung eines Erdwärmebrunnensystems (nach SOBOTTA 2008).

Parameter	Grenzwert	Bemerkung
Partikeldurchmesser	< 1 mm	Ablagerungen im Wärmetauscher
pH-Wert	6,5–9	mögliche Korrosion von Edelstahl und anderen Werkstoffen
Sauerstoff (O ₂)	< 2 mg/l	Korrosionsgefahr (s. VDI 4640)
Leitfähigkeit	< 500 µS/cm	Korrosionsgefahr (s. VDI 4640)
Gesamthärte	> 4°dH < 8,5°dH	mögliche Ablagerung durch Karbonatbildung
Eisen (Fe)	< 2 mg/l	führt in Verbindung mit Sauerstoff zur Verockerung des Schluckbrunnens
Mangan (Mn)	< 1 mg/l	führt in Verbindung mit Sauerstoff zur Verockerung des Schluckbrunnens
Aluminium (Al)	< 0,2 mg/l	Korrosionsgefahr für Kupfer; kann in Verbindung mit Sauerstoff zur Verockerung des Schluckbrunnens führen
Ammoniak (NH ₃)	< 2 mg/l	Korrosionsgefahr für Kupfer
Sulfat (SO ₄)	< 70 mg/l	mögliche Korrosion von Edelstahl bei zu hohen Anteilen
Chlorverbindungen (Cl)	< 300 mg/l	mögliche Korrosion von Edelstahl bei zu hohen Anteilen
gelöste Kohlensäuren (CO ₂)	< 5 mg/l	Korrosionsgefahr für Kupfer

Für die Wärmenutzung aus dem Grundwasser sind mindestens ein Förder- und ein Schluckbrunnen notwendig (Abb. 5). Die für das Zutagefördern benötigte (Pumpen-)Energie hängt direkt von der Tiefe des Grundwasserspiegels ab. Um ein Verockern der Brunnen- oder Wärmepumpenanlage zu vermeiden, sollte nur Grundwasser genutzt werden, das die Richtwerte für Wasserinhaltsstoffe aus Tabelle 1 nicht übersteigt. Unter Verockerung versteht man das Absetzen von Eisen- und Manganverbindungen in Rohrleitungen oder Brunnen.

Hersteller fordern Eisen- und Mangangehalte in der Größenordnung von kleiner 2 mg/l beziehungsweise 1 mg/l (SOBOTTA 2008). Das dem Förderbrunnen entnommene Grundwasser wird in der Wärmepumpe um zirka drei Grad abgekühlt und über den Schluckbrunnen wieder dem Grundwasserleiter zugeführt. Um zu vermeiden, dass das abgekühlte Wasser des Schluckbrunnens wieder in den Bereich des Förderbrunnens gelangt, ist beim Bau ein ausreichender Abstand einzuhalten.

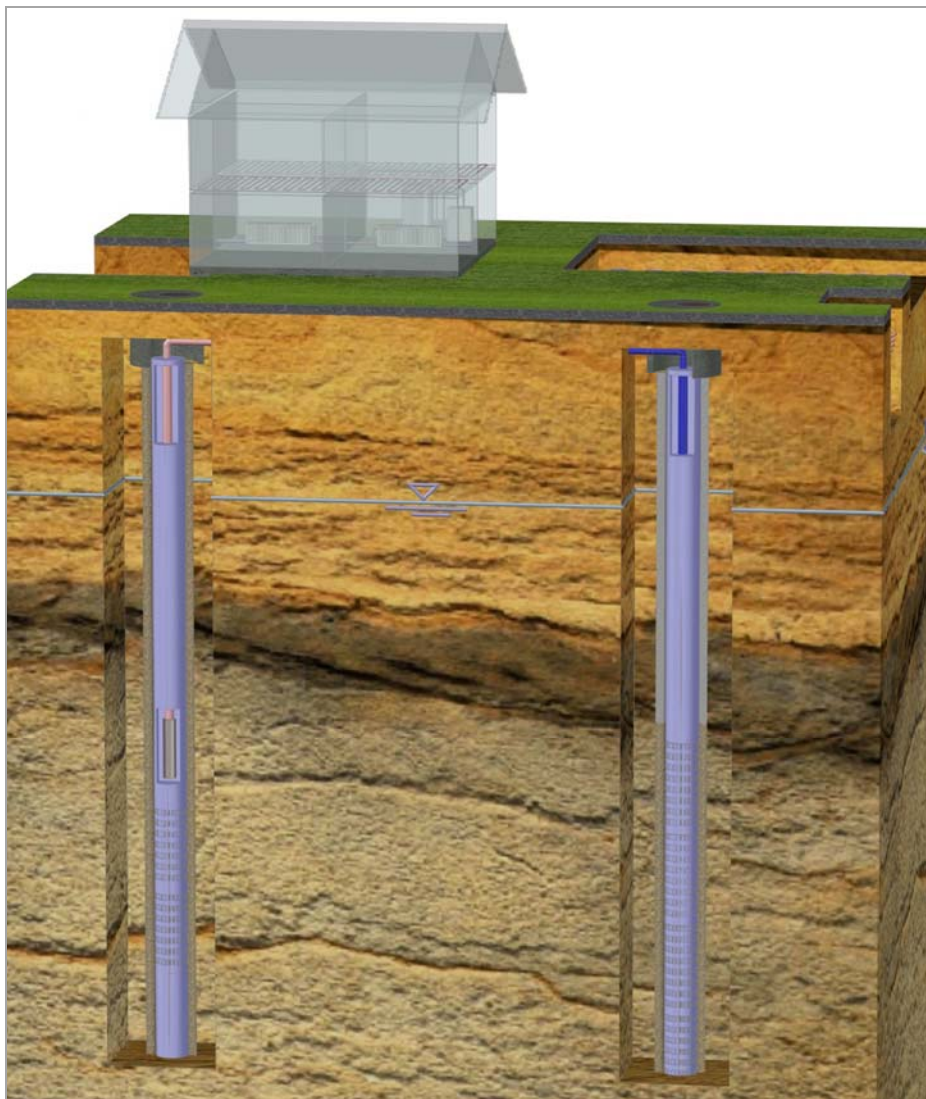


Abb. 5: Systemhaus mit Erdwärmepumpensystem – Stillstandsphase (Förderbrunnen links, Schluckbrunnen rechts).

2.1.4 Energiepfähle/ aktivierte Gründungsbauteile

Der Einsatz von Energiepfählen stellt eine weitere Möglichkeit der thermischen Nutzung des Untergrundes dar.

Oftmals müssen Gebäude wegen ungünstiger Baugrundbedingungen oder zu hoher Lasten tief gegründet werden, um die Tragfähigkeit des Untergrundes nicht zu überschreiten. Für den Fall, dass deshalb eine Pfahlgründung erforderlich ist, sind Überlegungen der zusätzlichen thermischen Nutzung durch sogenannte Energiepfähle sinnvoll (Abb. 6). Hierbei handelt es sich um Gründungspfähle, die im Inneren zusätzlich mit Rohrkreisen als Wärmetauscher versehen sind. In der Praxis kommen mehrere

Bauformen zum Einsatz, wie z. B. Fertigpfähle, Presspfähle, Hohlpfähle oder Ort betonpfähle, die üblicherweise 6–14 m Länge aufweisen. Werden diese auf Basis flurnaher Grundwasserabstände partiell oder auch komplett im Grundwasser installiert, so ergibt sich für Energiepfähle nach § 49 WHG eine Anzeigepflicht an die zuständige Untere Wasserbehörde, die dann anhand der Anzeige prüft, ob es einer wasserrechtlichen Erlaubnis bedarf und ob diese erteilt werden kann. Bei der Nutzung eines Gründungspfahls als geothermischer Wärmetauscher müssen Effekte, wie beispielsweise Frostbildung oder auch eine temperaturbedingte Querschnittsveränderung, die eine Verminderung der Tragfähigkeit des Bauteils bewirken können, vermieden werden.

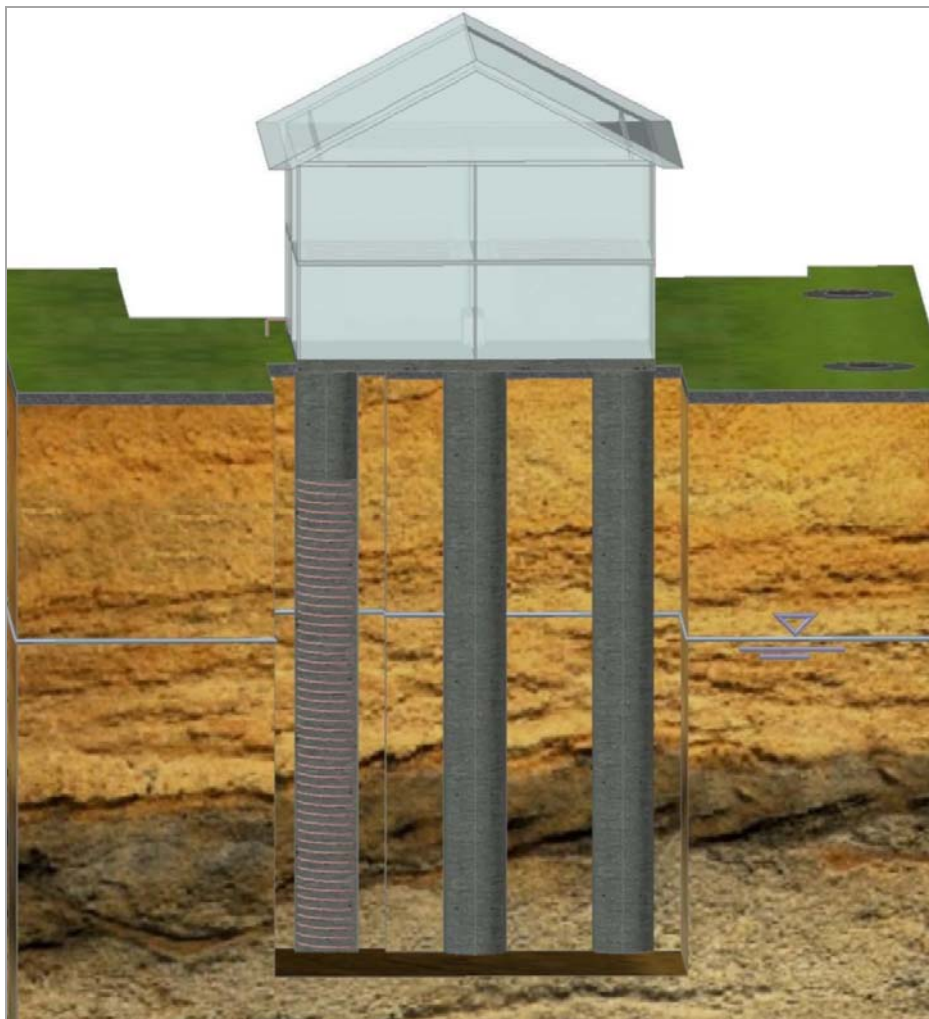


Abb. 6: Systemhaus mit aktivierten Gründungspfählen.

Größere Anlagen, die Energiepfähle nutzen, sind in der Regel als Grundlastanlagen anzusehen. Erforderliche Leistungsspitzen müssen bei Bedarf durch zusätzliche Systeme abgedeckt werden.

Bei der Auslegung der Anlage ist darauf zu achten, dass diese möglichst als Wechselspeicher betrieben wird. Ein solcher Anlagenbetrieb bedeutet, dass dem Boden die im Winter entzogene Energie (Wärme) im Sommer mittels Kühlung des Gebäudes wieder zugeführt wird. Dieses Temperaturmanagement bewirkt eine thermische Regeneration des Untergrundes und gewährleistet sowohl eine optimale stetige Entzugsleistung aus dem Erdreich als auch die nachhaltige und langfristige Möglichkeit der Anlagenutzung. Weiterhin wird das Potenzial einer gegenseitigen thermischen Beeinflussung der Energiepfähle aufgrund der geringen Abstände minimiert.

2.2 Wärmepumpentechnik

2.2.1 Wärmepumpe

Das Haupteinsatzgebiet der Wärmepumpe liegt in der Bereitstellung von Heizwärme, d. h. in der Bereitstellung eines Wärmestromes, der groß genug ist, um die Wärmeverluste durch die Lüftung und die Außenwände des jeweiligen Gebäudes auszugleichen und damit die gewünschte Raumtemperatur aufrechtzuerhalten.

Die Funktionsweise der Wärmepumpe entspricht im Wesentlichen der Arbeitsweise eines Kälteaggregats. Der Kreislaufprozess dieser Geräte erfolgt nach einfachen physikalischen Gesetzmäßigkeiten. Das Arbeitsmittel, eine schon bei niedriger Temperatur siedende Flüssigkeit (im allgemeinen Sprachgebrauch als „Kältemittel“ bezeichnet), wird in einem Kreislauf geführt und dabei nacheinander verdampft, verdichtet, verflüssigt und entspannt (Abb. 7). Mit einer Wärmepumpe wird der Umwelt (Wasser, Boden/Gestein, Umgebungsluft) Wärme entzogen und mittels des oben beschriebenen Kreislaufes auf ein zur Beheizung von Gebäuden nutzbares Temperaturniveau angehoben.

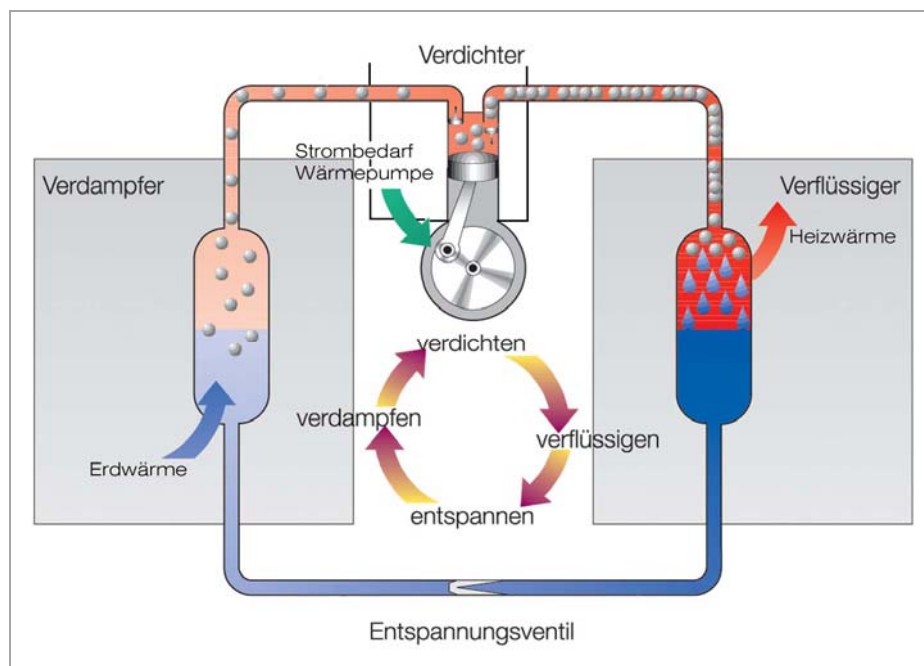


Abb. 7: Funktionsschema einer Wärmepumpe (Quelle: nach STIEBEL ELTRON).

2.2.2 Effizienz und Dimensionierung der Wärmepumpe

Bei einer Wärmepumpe wird das Verhältnis von gelieferter Wärmeenergie und elektrischem Energiebedarf der Wärmepumpe (einschließlich aller zusätzlich für die Wärmepumpe benötigten elektrischen Verbraucher) als Jahresarbeitszahl (JAZ) bezeichnet. Sie gibt Aufschluss darüber, wie viel Mal größer der Nutzen (Heizwärme) gegenüber dem Aufwand (Strom) innerhalb eines Jahres ist. Die Jahresarbeitszahl ist abhängig von der Temperatur der Wärmequelle und des Wärmeverbrauchers. Je höher die Temperatur der Wärmequelle und je niedriger die Temperatur des Wärmeverbrauchers, desto höher ist die Jahresarbeitszahl. Idealerweise werden Wärmepumpen in Verbindung mit Fußboden- oder Wandheizungen eingesetzt.

Die kostenlose Erdwärme liefert der Wärmepumpe bei einer heute üblichen Jahresarbeitszahl von 4 ca. 75 % der Heizwärme. Mit nur 25 % Fremdenergie, in der Regel in Form von Strom, kommt sie auf 100 % Heizwärme. Der Wärmeschutzstandard des zu beheizenden Gebäudes hat eine wesentliche Schlüsselfunktion zum erfolgreichen wirtschaftlichen Betrieb einer Wärmepumpenanlage auf Basis von Erdwärme.

3 Gesetzliche Grundlagen

3.1 Allgemeines

Die Nutzung des Untergrundes und seiner Ressourcen ist für das Land Niedersachsen von besonderem wirtschaftlichem Interesse, insbesondere im Hinblick auf die Energiewende. Für den Bau und Betrieb von Anlagen zur Erdwärmennutzung sind als gesetzliche Grundlagen insbesondere das Niedersächsische Wassergesetz (NWG), das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), das Bundesberggesetz (BBergG) und das Gesetz über die Durchforschung des Reichsgebietes nach nutzbaren Lagerstätten (LAGERSTG) zu beachten. Aus diesen Gesetzen ergeben sich im Rahmen der Anzeigepflicht folgende Fristen:

1. Anzeige einer Bohrung beim LBEG mindestens zwei Wochen vor geplantem Bohrbeginn,
2. Anzeige einer Bohrung oder eines Erdaufschlusses bei der Unteren Wasserbehörde einen Monat vor Beginn der Arbeiten.

Bohrungen und Erdaufschlüsse können über einen vom LBEG unter der Internetadresse www.lbeg.niedersachsen.de > Karten, Daten & Publikationen > Bohrdatenbank > Online-Bohranzeige angebotenen Online-Dienst angezeigt werden. Das Verfahren der Online-Bohranzeige und der Antragstellung wird in Kapitel 4 näher erläutert.

3.2 Wasserrecht (WHG/NWG)

Bei ordnungsgemäßem Betrieb von geschlossenen Erdwärmeanlagen und Einhaltung allgemeiner Anforderungen (s. Anhang 1) kann die Gefahr einer Beeinträchtigung des Grundwassers (etwa durch Leckagen) als gering angesehen werden. Eine andere Gefahr besteht jedoch bei den Bohrarbeiten zur Errichtung von Erdwärmesonden durch die eingesetzten Spülungszusätze oder das Verbinden verschiedener Grundwasserstockwerke. Dieses Gefährdungspotenzial ist besonders im Fall einer vorrangigen Trinkwassernutzung und vor allem im Nahbereich der Fassungsanlagen wasserrechtlich von Bedeutung, so dass weitergehende Anforderungen gestellt werden müssen. In festgesetzten Wasserschutzgebieten kann

darüber hinaus auf Grund der jeweiligen Schutzgebietsverordnung die Nutzung von Erdwärme eingeschränkt oder verboten sein.

Der künftige Betreiber einer Erdwärmeanlage kann das für andere Grundwassernutzungen möglicherweise bestehende Risiko nicht beurteilen. Daher ist es erforderlich, das Vorhaben nach dem in Abbildung 8 beschriebenen Verfahren bei der zuständigen Unteren Wasserbehörde mindestens einen Monat vor Beginn der Arbeiten anzuzeigen (§ 49 WHG). Aufgrund dieser Anzeige entscheidet die Untere Wasserbehörde anhand der Bauart und des Standortes, ob die Anlage erstellt werden kann. Soweit eine Erlaubnis nach § 8 Abs. 1 i. V. m. § 9 Abs. 1 Nr. 4 und Abs. 2 Nr. 2 WHG oder eine Befreiung von einer Schutzgebietsverordnung erforderlich ist, wird die Anzeige als Antrag gewertet, soweit dies der Antragsteller in seiner Anzeige erklärt hat.

Die derzeit in Niedersachsen noch geltende „Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe“ (VAWS-Nds.) spezifiziert u. a. die Eingruppierung von Wärmeträgermitteln in Wassergefährdungsklassen und deren Eignung für Erdwärmeanlagen. Hieraus ergeben sich in Anlehnung daran Anforderungen an den Bau und Betrieb von Erdwärmeanlagen, die in Anhang 1 berücksichtigt sind.

Die Verfahrensabläufe für einen Wärmeentzug/Wärmeeintrag aus dem Grundwasser durch Erdwärmebrunnensysteme und große Erdwärmesonden/-kollektoranlagen mit einer Leistung über 30 kW werden in diesem Leitfaden in Kapitel 4.3.2 bzw. 4.4 behandelt. Beide Erdwärmenutzungsarten sind in jedem Fall wasserrechtlich von Bedeutung und müssen durch die Untere Wasserbehörde in einem Erlaubnisverfahren geprüft werden.

3.3 Bergrecht und Lagerstättenrecht (BBergG/LagerstG)

Erdwärme gilt nach § 3 Abs. 3 Nr. 2b BBergG als „bergfreier Bodenschatz“. Dies bedeutet, dass sich das Eigentum an einem Grundstück nicht auf die Erdwärme erstreckt. Für die Aufsuchung der Erdwärme bedarf es daher einer Erlaubnis nach § 7 BBergG und für die Gewinnung einer Bewilligung nach § 8 BBergG.

Von Erdwärme im Sinne des Bundesberggesetzes kann allerdings erst gesprochen werden, wenn die Energie, d. h. das Energiegefälle, direkt und ohne einen Mittler, z. B. eine Wärmepumpe, gewonnen werden kann. Eine Bewilligung nach § 8 BBergG ist deshalb regelmäßig nicht erforderlich, wenn die Erdwärme mit Hilfe einer Wärmepumpe gewonnen wird.

Unabhängig hiervon sind die Bohrungen beim LBEG vom Auftraggeber der Bohrung oder dem beauftragten Bohrunternehmer zwei Wochen vor Beginn der Arbeiten anzuzeigen (§ 4 Abs. 1 LagerstG). Die Bohrarbeiten können nach Ablauf der Frist entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik ausgeführt werden.

Bei Bohrungen, die mehr als 100 m in den Boden eindringen sollen, entscheidet die Bergbehörde (LBEG) aufgrund der Anzeige nach § 127 Abs. 1 BBergG innerhalb der Frist von zwei Wochen, ob für die Bohrung, aus Rücksicht auf den Schutz Beschäftigter oder Dritter oder wegen der Bedeutung der Bohrung, ein Betriebsplan nach § 51 ff. BBergG erforderlich ist.

Ist im Einzelfall ein Betriebsplan erforderlich, werden die zuständigen Landräte/Landrätinnen und Bürgermeister/innen vorab informiert und in einem Zulassungsverfahren nach § 55 i. V. m. § 54 Abs. 2 BBergG auch andere betroffene Behörden (z. B. Wasserbehörde, Kommunen) von der Bergbehörde beteiligt. Stellt eine der im Betriebsplan beschriebenen Tätigkeiten (z. B. Bohrungen im Grundwasser, vorübergehende Grundwasserentnahme, Pumpversuche) einen Benutzungstatbestand im Sinne des WHG dar, entscheidet die Bergbehörde im Einvernehmen mit der Unteren Wasserbehörde auch über die dafür erforderliche wasserrechtliche Erlaubnis. Sollte bei Bohrungen über 100 m Eindringtiefe kein bergrechtlicher Betriebsplan erforderlich sein, entscheidet die Wasserbehörde allein über das Genehmigungserfordernis.

4 Verfahrensablauf zur Errichtung und zum Betrieb von Erdwärmegewinnungsanlagen

Um Bauherren, Planern und Bohrfirmen in Niedersachsen die Bohranzeige zu erleichtern, wurde ein vereinfachtes Verfahren entwickelt, das sowohl die in der Regel notwendige Bohranzeige nach § 127 BBergG und § 4 LagerstG als auch die nach § 49 WHG bestehende wasserrechtliche Anzeigepflicht bei der Unteren Wasserbehörde erfüllt.

Unter www.lbeg.niedersachsen.de > Karten, Daten & Publikationen > Bohrdatenbank > Online-Bohranzeige kann eine Bohrung (Erdwärmesonde, Erdwärmepumpensystem) bzw. ein Erdaufschluss (Erdwärmekollektor) im Online-Verfahren angezeigt werden.

Mit der Online-Anzeige können alle notwendigen Daten eingegeben werden. Diese umfassen sowohl die Adressen des Auftraggebers und der Bohr-/Baufirma als auch Datum, Zweck und geplante Tiefe der Bohrung bzw. Fläche des Kollektors. Der geplante Ort der Anlage kann über einen Kartenviewer direkt in hochgenauen Karten per Mausklick bestimmt werden.

Wenn als Bohrzweck „Erdwärmegewinnung“ angegeben wird, können alle genehmigungsrelevanten Angaben zur Erdwärmeanlage online erfasst werden. Mit dem Absenden der Anzeige an das LBEG wird vom System ein PDF-Dokument aus den erfassten Angaben erstellt

und dem Nutzer zum Ausdrucken angeboten. Dieses Dokument stellt eine wasserrechtliche Anzeige bzw. einen Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis dar; es ist vom Anzeigenden zu unterschreiben und ausschließlich auf dem Postweg mit den erforderlichen Anlagen an die zuständige Untere Wasserbehörde zu schicken (vgl. Abb. 8).

Das Anzeigeverfahren beim LBEG bindet bei Bohranzeigen von Bohrungen > 100 m Bohrstrecke auch die zuständige bergrechtliche Genehmigungsbehörde automatisch mit ein. Der Gewässerkundliche Landesdienst (GLD) wird bei Bedarf hinzugezogen. Um allen Anzeigepflichtigen nachzukommen und alle gesetzlich vorgesehenen Fristen nach BBergG, LagerstG und WHG einzuhalten, muss die Anzeige mindestens einen Monat vor Bohr- bzw. Baubeginn erfolgen.

Neben der Bohranzeige an das LBEG und der Anzeige bzw. dem Antrag an die Untere Wasserbehörde sind die beim Abteufen der Bohrungen gewonnenen Informationen über den geologischen Aufbau des Untergrundes und über Vorkommen und Verteilung nutzbarer Ressourcen gemäß § 3 LagerstG dem zuständigen Geologischen Dienst (LBEG) für Auswertungs- und Beratungszwecke zur Verfügung zu stellen. Diese umweltrelevanten Informationen werden in der Bohrdatenbank des Landes Niedersachsen beim LBEG gespeichert und stehen dem Bürger z. B. auf dem Kartenserver des LBEG (<http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>) wieder zur Verfügung.

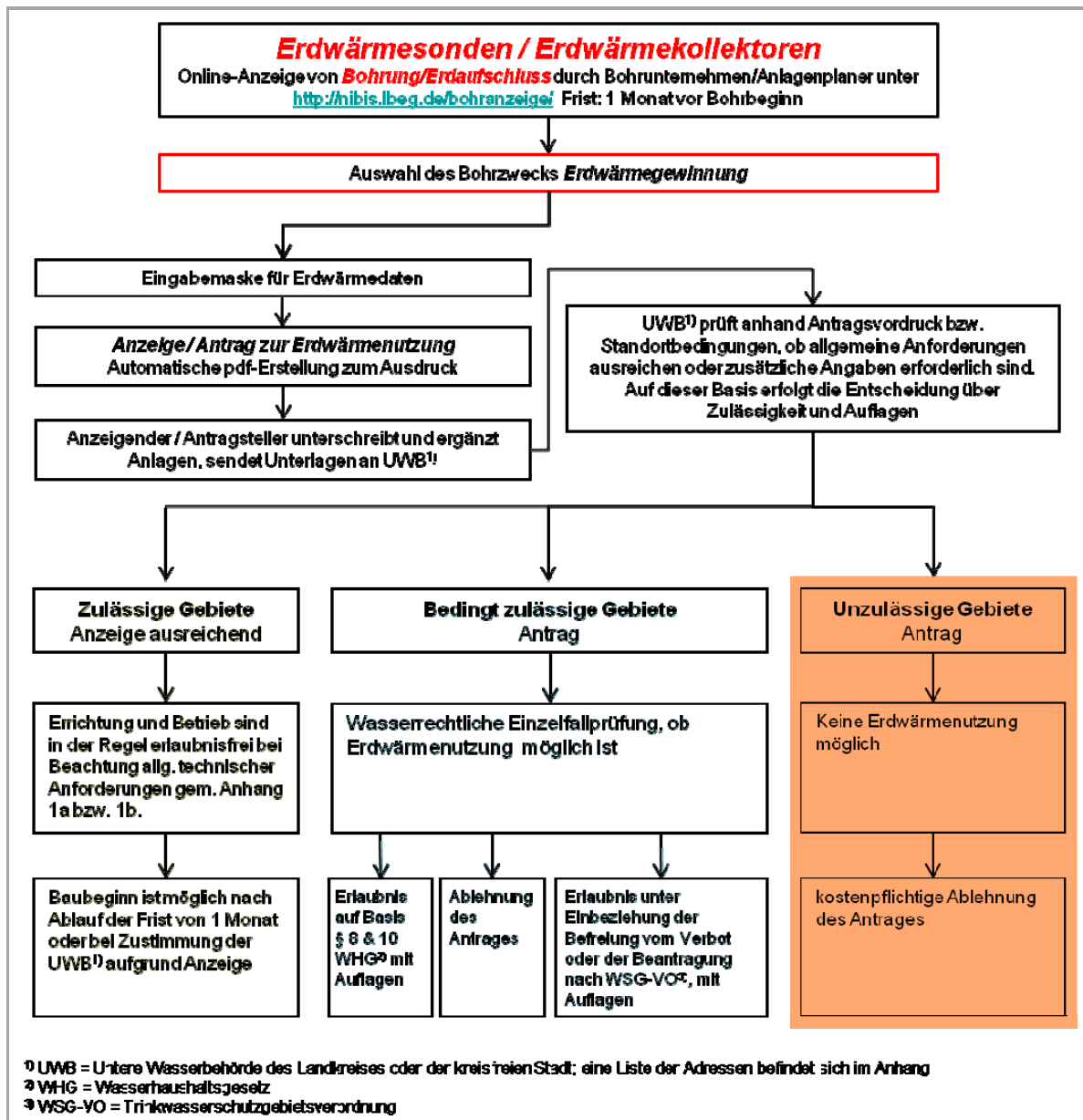


Abb. 8: Schema des Zulassungsverfahrens für Erdwärmesonden/Erdwärmekollektoren.

4.1 Erdwärmesondensysteme

4.1.1 Kriterien zur wasserrechtlichen Beurteilung

Die Standortbeurteilung zur Errichtung und für den Betrieb von Erdwärmesonden erfolgt anhand der geologischen und hydrogeologischen Standortverhältnisse und ggf. der Lage des Vorhabens in Trinkwassergewinnungsgebieten.

Die hydrogeologische Beurteilung erfolgt im Hinblick auf die mögliche Beeinflussung des Grundwassers durch Leckage einzelner Sonden, durch die Bohrarbeiten bzw. den Ausbau der Bohrung. Sie stellt keine Bewertung der Effizienz einer Erdwärmesonde in einem bestimmten Gebiet dar. Neben den Gebieten, in denen die Erdwärmenutzung entweder als zulässig oder unzulässig anzusehen ist, gibt es Gebiete, in denen eine wasserrechtliche Einzelfallprüfung (bedingt zulässige Gebiete; vgl. Abb. 10 und Tab. 2) und eine wasserrechtliche Erlaubnis notwendig sind. In Einzelfällen können in Abhängigkeit von den Standortverhältnissen auch zusätzliche Auflagen von der Unteren Wasserbehörde gefordert oder es kann die Erlaubnis versagt werden.

Schutzgebiete

In Trinkwassergewinnungsgebieten und bei vergleichbaren Nutzungen (zum Beispiel Heil- und Mineralquellen) besteht eine besondere Schutzbedürftigkeit des Grundwassers, die über den allgemeinen Grundwasserschutz hinausgeht. Daher ist die relative Lage eines Vorhabenstandorts zu Wassergewinnungsanlagen und deren festgesetzten oder im Festsetzungsverfahren befindlichen Schutzgebieten zu berücksichtigen. Grundsätzlich ist bei der Errichtung von Anlagen in Trinkwassergewinnungsgebieten das LBEG zu beteiligen. Die Bewertung von Erdwärmesondenanlagen in den einzelnen Schutzgebietszonen stellt sich wie folgt dar:

- Trinkwasserschutzgebiete Zone I, II – unzulässig

Zur Sicherung der Trinkwassergewinnung sind die Zonen I (Fassungsbereich) und II (Engere Schutzzone) vor jeglichen Verunreinigungen und Beeinträchtigungen zu schützen (DVGW W 101, DVGW 2006). Die Nutzung von Erdwärme ist in diesen Gebieten (bei Erschließung des Grundwasserleiters) nach der Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten (SCHUVO) verboten.

- Heilquellenschutzgebiete Zone I, II, A – unzulässig

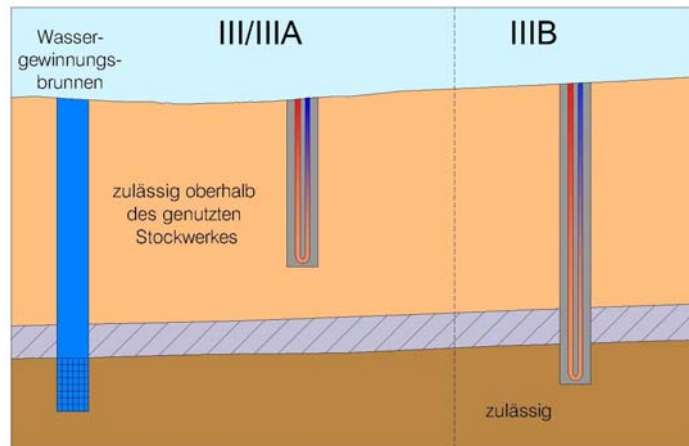
Zur Sicherung von Heilquellen sind die Zonen I (Fassungsbereich) und II (Engere Schutzzone) vor jeglichen Verunreinigungen und Beeinträchtigungen zu schützen. Die Nutzung von Erdwärme ist in diesen Gebieten nicht zulässig.

- Trinkwasserschutzgebiete Zone III, IIIA, IIIB, Trinkwassergewinnungsgebiete, Heilquellenschutzgebiete Zone III, III/1, III/2, B – bedingt zulässig

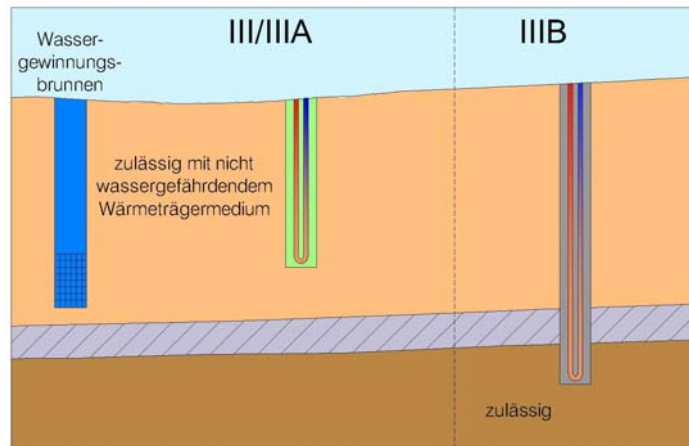
Grundsätzlich ist bei der Errichtung von Anlagen zur Erdwärmenutzung in den oben genannten Gebieten das LBEG zu beteiligen. Darüber hinaus empfehlen wir, die Bohrarbeiten, insbesondere die Verpressung, gutachterlich begleiten zu lassen, um eine sachgerechte Ausführung zu gewährleisten. Bei der Errichtung einer Erdwärmesonde im für die Trink-/Heilwassergewinnung genutzten Stockwerk ist eine gutachterliche Begleitung zwingend erforderlich.

Bei der Prüfung der Zulässigkeit eines Vorhabens in Trinkwasserschutzgebieten werden folgende Fälle (Abb. 9) unterschieden:

- Trinkwassernutzung unterhalb einer Stockwerkstrennung:
In der Schutzzone III, IIIA sind Erdwärmesonden erlaubnisfähig, sofern diese oberhalb des für die Trinkwassergewinnung genutzten Grundwasserstockwerkes eingebaut werden.



- Trinkwassernutzung oberhalb einer Stockwerkstrennung:
In der Schutzzone III, IIIA sind Erdwärmesonden im genutzten Stockwerk erlaubnisfähig, sofern diese nur mit nicht wassergefährdendem Wärmeträgermedium betrieben werden.



- keine Stockwerkstrennung vorhanden:
In der Schutzzone III, IIIA sind Erdwärmesonden im genutzten Stockwerk erlaubnisfähig, sofern diese nur mit nicht wassergefährdendem Wärmeträgermedium betrieben werden.

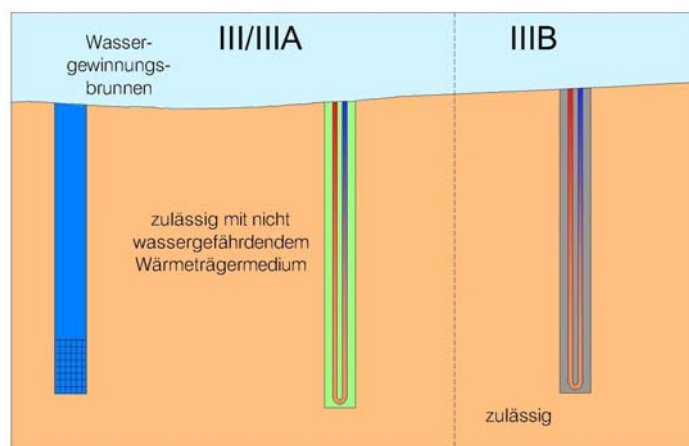


Abb. 9: Erlaubnisfähigkeit von Erdwärmesonden in Trinkwasserschutzgebieten Zone III/IIIA, IIIB.

Dies gilt analog für Heilquellenschutzgebiete III, III/1 oder B und wenn keine Schutzgebiete ausgewiesen sind, bei einer Entfernung kleiner als 1000 m im Anstrom zu Wassergewinnungsanlagen.

Ein Durchbohren stockwerkstrennender Schichten zur Erdwärmenutzung ist nur in Zone IIIB zulässig. In der Schutzzone IIIB können Erdwärmesonden im genutzten Stockwerk auch mit Ethylenglykol betrieben werden. Dies gilt analog für Heilquellenschutzgebiete Zone III/2 und wenn keine Schutzgebiete ausgewiesen sind, in einer Entfernung von mehr als 1000 m im Anstrom von Wassergewinnungsanlagen.

- **Trinkwasserschutzgebiet im Verfahren – bedingt zulässig**
Wenn das Verfahren zur Ausweisung von Trinkwasserschutzgebieten noch nicht abgeschlossen ist, prüft die Untere Wasserbehörde, ob das Schutzziel durch die Nutzung von Erdwärme gefährdet wird. Analog zur o. g. Gliederung der Trinkwasserschutzzonen kann die Nutzung von Erdwärme untersagt oder ggf. mit Auflagen genehmigt werden.
- **Vorranggebiete Trinkwassergewinnung gemäß LROP – bedingt zulässig**
Im Landesraumordnungsprogramm (LROP) sind Vorranggebiete zur Trinkwassergewinnung ausgewiesen, um die Deckung des gegenwärtigen und künftigen Bedarfs der öffentlichen Trinkwasserversorgung sicherzustellen. Die Untere Wasserbehörde wägt im Rahmen des Antragsverfahrens ab, ob die Erteilung einer Erlaubnis möglich ist, ggf. mit zusätzlichen Auflagen.

Gebiete mit hydrogeologischen Besonderheiten

Neben den Schutzgebieten sind Gebiete bekannt, in denen aus geologischen und/oder hydrogeologischen Gründen eine Erdwärmenutzung mit Erdwärmesonden zu versagen ist oder in denen potenzielle bohrtechnische Schwierigkeiten bestehen, die zusätzliche Auflagen erfordern. Es sind dies:

- **Grundwasserversalzungsgebiete – bedingt zulässig**
Die erhöhte Mineralisation von Grundwasser vor allem durch Natriumchlorid

(„Grundwasserversalzung“) kann auch für die Erdwärmenutzung zu Einschränkungen führen. Da versalzenes Grundwasser die Funktionsfähigkeit der Ringraumverfüllung beeinträchtigen kann und die Gefahr der Entstehung von Wechselwirkungen mit nutzbaren Grundwasserressourcen besteht, ist die Nutzung von Erdwärme durch die Untere Wasserbehörde im Einzelfall zu prüfen. Folgende Auflagen können z. B. fachlich erforderlich sein:

- a. Einhaltung einer Bohrtiefenbeschränkung zur Vermeidung einer möglichen Verbindung von versalzenerem und nicht versalzenerem Grundwasser,
 - b. Auswahl der verwendeten Baustoffe (z. B. Bohrspülungen, Verpressmaterialien) entsprechend der Grundwasserbeschaffenheit.
- **Erdfallgefährdete Gebiete – bedingt zulässig**
Die Wechselwirkung von Grundwasser mit leicht wasserlöslichen Gesteinen (z. B. Gips, Anhydrit) kann zu Hohlräumen im Untergrund führen, in denen ein ordnungsgemäßer Bau von Erdwärmeanlagen nicht zu gewährleisten ist. Generell sollte eine Bohrung in diesen Gebieten vermieden werden. Ob die Nutzung von Erdwärme in diesen Gebieten empfohlen werden kann oder zulässig ist, entscheidet die Untere Wasserbehörde im Rahmen der wasserrechtlichen Einzelfallprüfung. Folgende Auflagen können z. B. fachlich erforderlich sein:
 - a. Vorhalten eines Packers während des Bohrvorganges zur Abdichtung eines angebohrten Hohlraumes,
 - b. Vorhalten von ausreichendem Verrohrungsmaterial.
- **Gebiete mit hoch liegenden Salzstrukturen – bedingt zulässig**
An der Oberfläche von Salzstrukturen werden durch Grundwasser Salze (NaCl) und andere leicht wasserlösliche Gesteine (Hutgesteine) gelöst. Durch kleinräumig begrenzte Lösung können Hohlräume oder Auflockerungszonen entstehen, die bohrtechnisch nur mit großem Aufwand beherrscht werden können. Der Bau und die Nutzung von Erdwärmesonden bergen erhebliche Risiken und sind von der Unteren Wasserbehörde im Einzelfall zu prüfen.

Folgende Auflagen können z. B. fachlich erforderlich sein:

- a. Einstellen der Bohrung beim Erreichen von Steinsalz/Gips und Nutzung nur bis zu dieser Tiefe (Bohrtiefenbegrenzung),
 - b. Einsatz salzresistenter Spülmittelzusätze und Verpressmaterial.
- Gebiete mit ausgeprägtem Grundwasserstockwerksbau – bedingt zulässig
- Im südniedersächsischen Bergland sind sehr wechselhafte hydrogeologische Verhältnisse, mit z. T. kleinräumig wechselnden hydraulischen Bedingungen und komplexem Grundwasserstockwerksbau weit verbreitet. Auf Grund der Druckverhältnisse ist das Grundwasser oft gespannt bis artesisch gespannt. Grundwasserleiter sind häufig geklüftet oder verkarstet. Wird durch eine Bohrung zur Errichtung einer Erdwärmesonde eine hydraulische Verbindung zweier ansonsten weiträumig getrennter Grundwasserstockwerke verursacht, so

führt dies bei unterschiedlichen hydraulischen Druckhöhen und einer unzureichenden Abdichtung des Bohrlochs zu einem Übertritt von Wasser aus einem in das andere Stockwerk. Insbesondere bei unterschiedlicher Beschaffenheit der Grundwässer oder vorhandenen Grundwasserunreinigungen ist eine solche Stockwerksverbindung kritisch zu beurteilen. Die Schaffung derartiger hydraulischer Verbindungen kann zu Schädigungen führen, die eine spätere Nutzung der betroffenen Stockwerke, zum Beispiel zur Trinkwassergewinnung, nicht mehr zulassen. Damit ist es notwendig, die Möglichkeiten der Nutzung von Erdwärme im Einzelfall durch die Untere Wasserbehörde zu prüfen. Fachlich erforderlich kann hier beispielsweise eine Bohrtiefenbeschränkung bei möglicher Gefahr der Verbindung von schützenswerten Grundwasservorkommen sein.

Tab. 2: Nutzungsbedingungen für Erdwärmesonden (vgl. Kap. 4.1.1).

Schutzzonen, -bereiche/sonstige Gebiete		Regelung bei Erdwärmesonden
Trinkwasserschutzzone	Zone I (Fassungsbereich)	unzulässig
	Zone II (Engere Schutzzone)	unzulässig
	Zone III, IIIA, IIIB (Weitere Schutzzone)	bedingt zulässig (Einzelfallprüfung erforderlich)
Heilquellenschutzgebiete	Zone I (Fassungsbereich)	unzulässig
	Zone II (Engere Schutzzone)	unzulässig
	Zone A (Innere Zone)	unzulässig
	Zone III, III/1, III/2 (Weitere Schutzzone)	bedingt zulässig (Einzelfallprüfung erforderlich)
	Zone B (Äußere Zone)	bedingt zulässig (Einzelfallprüfung erforderlich)
sonstige Gebiete	außerhalb von Schutzgebieten und Gebieten mit hydrogeologischen Besonderheiten	zulässig
	Gebiete mit hydrogeologischen Besonderheiten und einschränkenden/erschwerenden Untergrundverhältnissen	bedingt zulässig (Einzelfallprüfung erforderlich)
	Vorranggebiete Trinkwasserversorgung (LROP)	bedingt zulässig (Einzelfallprüfung erforderlich)
	Wassergewinnungsgebiete (öffentliche Trinkwasserversorgung)	bedingt zulässig (Einzelfallprüfung erforderlich)
Mineralwassergewinnungsgebiete	Innerer festgelegter Mineralwasserschutzbereich (≤ 100 m um Mineralwasserbrunnen)	unzulässig
	Äußerer festgelegter Mineralwasserschutzbereich (> 100 m um Mineralwasserbrunnen)	bedingt zulässig (Einzelfallprüfung erforderlich)

Bei folgenden einschränkenden bzw. erschwerenden Untergrundverhältnissen ist eine Erlaubnispflicht gegeben:

Über die o. g. Gebiete hinaus können Untergrundverhältnisse auftreten, die eine Erdwärmennutzung mit Erdwärmesonden einschränken oder die Bauausführung der Bohrung erschweren können. Auch die Einflüsse von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen oder Grundwasserverunreinigungen können zu einer eingeschränkten Nutzung beziehungsweise zum Versagen der Zulassung führen:

- **Kluft- und Karstgrundwasserleiter**
In hoch durchlässigen Kluft- und Karstgrundwasserleitern kann mitunter nicht sichergestellt werden, dass die Bohrung ordnungsgemäß verpresst werden kann.
- **Artesische Verhältnisse**
Bei artesischen Verhältnissen, mit denen z. B. in den Niederungsgebieten des Berglandes zu rechnen ist, können Schwierigkeiten beim Abteufen und Verpressen der Bohrung entstehen. Das an der Geländeoberfläche austretende Grundwasser kann dann zu Ausspülungen, Kolkbildungen oder Nachbrechen der Oberfläche führen, so dass die Bohrarbeiten nur mit großem Aufwand ordnungsgemäß weitergeführt und abgeschlossen werden können.
- **Höher mineralisierte Grundwässer und/oder CO₂-Vorkommen**
Die Erfahrungen zeigen, dass besonders im niedersächsischen Bergland Mineralwasservorkommen (z. T. verbunden mit CO₂-Vorkommen) in der Regel sehr sensibel auf hydraulische Eingriffe reagieren. Insbesondere in Fällen, bei denen die Grundwasserströmung durch Gaslift (Aufstieg des Grundwassers durch hohe Gehalte von CO₂) beeinflusst ist, können auch kurzfristige Eingriffe durch Bohrungen zu nachhaltigen Veränderungen der Fließsysteme führen.
- **Bergbauliche Gefahrenggebiete**
Eine Besonderheit sind in diesem Zusammenhang bergbauliche Gefahrenggebiete, wie z. B. Gebiete des Altbergbaus. Führt eine Bohrung einen Hohlraum eines untertägigen Grubengebäudes an, kann eine solche Bohrung im Allgemeinen nur mit erhöhtem Aufwand gegen die häufig wassergefüllten Hohlräume zuverlässig und

dauerhaft abgedichtet werden. In solchen Gebieten ist daher vorher eine Anfrage beim LBEG empfehlenswert; der Kartenserver des LBEG gibt unter <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/> > Bergbau ebenfalls Auskunft.

■ Calcium-Sulfat-Gesteine

Bei Calcium-Sulfat-Gesteinen ist zwischen dem wasserfreien Anhydrit und dem wasserhaltigen Gips zu unterscheiden. Durch Zutritt von Wasser kann sich Anhydrit in Gips (unter einer Volumenzunahme von bis zu 60 %) umwandeln. Durch diese Volumenzunahme kann die Funktionsfähigkeit eines Erdwärmesondensystems eingeschränkt werden bzw. vollständig verloren gehen. Auch die Bildung von Geländehebungen, die über die unmittelbare Umgebung des Bohransatzpunktes hinaus reichen können, ist nicht auszuschließen. Darüber hinaus sind Gips und Anhydrit wasserlöslich und werden im Laufe der Zeit vom Sicker-/Grundwasser gelöst. Die Tiefenlage dieses Auslaugungshorizontes (Gips-/Anhydritspiegel) hängt von den hydrogeologischen Bedingungen, der Morphologie, der Höhe der Geländeoberfläche, den Vorflutverhältnissen, der Menge und Ausbildung der Sulfatgesteine sowie weiteren Faktoren ab und ist schwierig zu prognostizieren. Beim Erbohren von Calcium-Sulfat-Gestein ist die Bohrung nicht weiter zu vertiefen und bis zum Gipsspiegel zu verfüllen. Oberhalb des Gipsspiegels kann die Bohrung genutzt werden.

4.1.2 Verfahrensablauf

Für das mit diesem Leitfaden beschriebene Zulassungsverfahren für Erdwärmesonden wird Niedersachsen im Sinne des Grundwasserschutzes in drei Flächenkategorien unterteilt. Diese werden aufgrund der standörtlichen Bedingungen als zulässig (grün), bedingt zulässig (blau) und unzulässig (orange) für eine Erdwärmennutzung bezeichnet (Abb. 10).

Das erforderliche Zulassungsverfahren ist in Abbildung 8 schematisiert dargestellt und wird nachfolgend näher erläutert.

Regelungen der Nutzungsbedingungen in ausgewiesenen Gebieten der Karte (Abb. 10) sind in Tabelle 2 zu finden.

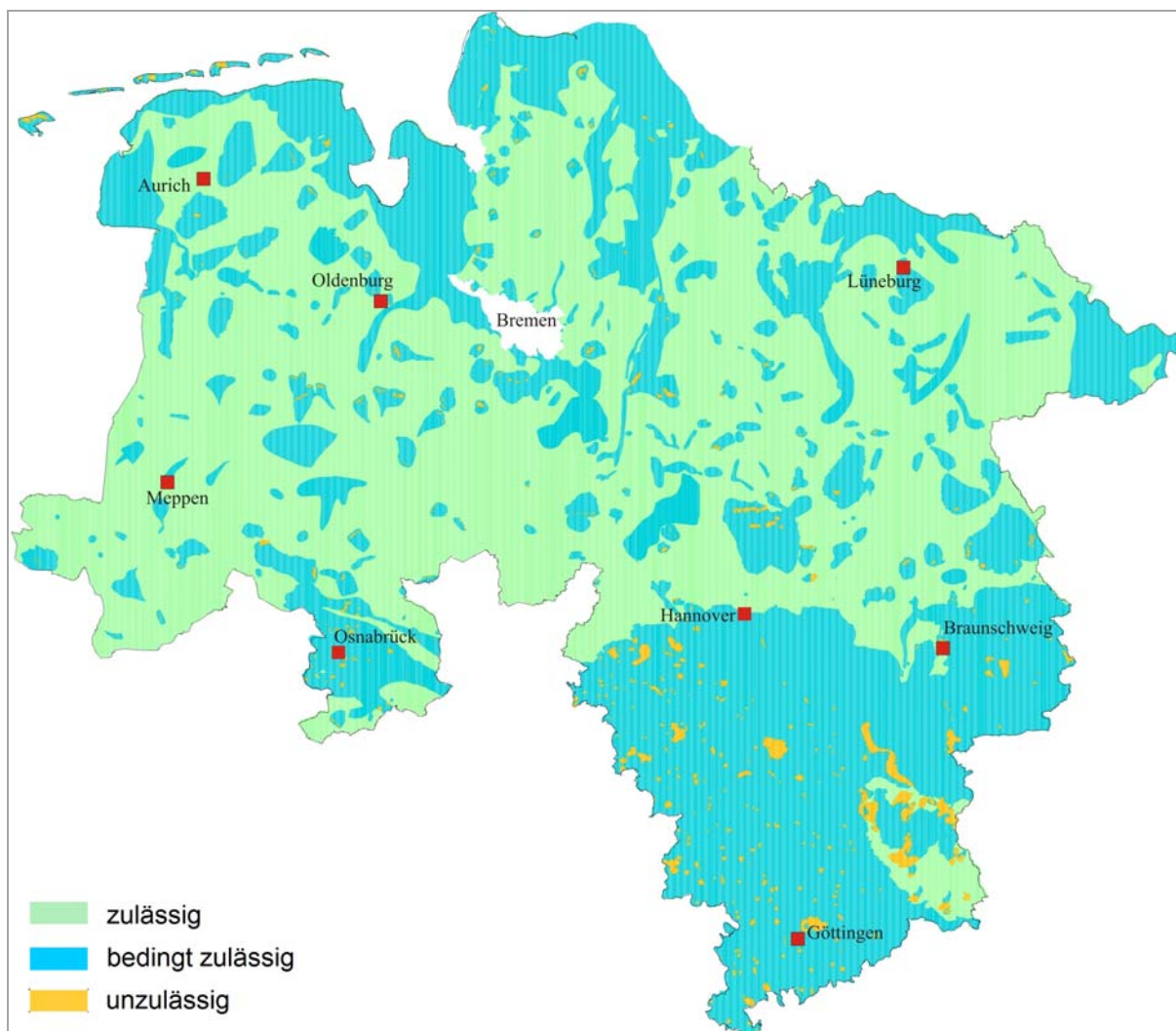


Abb. 10: Nutzungsbedingungen Erdwärmesonden.

Das über die Online-Bohranzeige erstellte Formular wird von der Unteren Wasserbehörde als Anzeige/Antrag gewertet. Diesem Formular sind folgende Unterlagen beizufügen:

- Übersichtslageplan (Maßstab 1 : 25 000) mit Kennzeichnung des geplanten Anlagenstandortes,
- Auszug aus der Liegenschaftskarte mit Eintragung der Bohrung(en)/Kollektor(en) (Maßstab 1 : 5000),
- Bescheinigung des Lieferanten der Wärmeträgerflüssigkeit (EG-Sicherheitsdatenblatt gem. Richtlinie 91/155/EWG (EWG 1991)), wenn diese nicht im Anhang 1a, Tabelle 3 des Leitfadens aufgeführt ist,
- Zertifizierung der Bohrfirma nach DVGW W 120 (DVGW 2005) in den Gruppen G1 und/oder G2 (künftig DVGW W 120-2 (DVGW 2010)) oder gleichwertige Zertifizierung.

In den zulässigen Gebieten wird die Zustimmung zur Errichtung und zum Betrieb von Erdwärmesonden nur in Ausnahmefällen verwehrt. Die allgemeinen Anforderungen (s. Anhang 1a) sind zu beachten.

Hinweis: Durch aktuelle Veränderungen können in Einzelfällen neu ausgewiesene bedingt zulässige Gebiete noch nicht in der Karte enthalten bzw. bestehende bedingt zulässige Gebiete z. B. durch Aufgabe von Förderbrunnen aufgehoben worden sein.

Verbindliche Aussagen über die am Standort vorhandenen Verhältnisse erteilt die zuständige Untere Wasserbehörde.

In den bedingt zulässigen Gebieten (s. Tab. 2) wird die Anzeige als Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis gewertet, sofern der Antragsteller dies in seinem Antrag zum Ausdruck gebracht hat. Im Antragsformular sind die dort genannten Unterlagen beizufügen. Von der Unteren Wasserbehörde ist zu beurteilen, ob dem Antragsteller über die allgemeinen Anforderungen des Leitfadens hinaus auch weitergehende Auflagen, zum Beispiel die Beschränkung der Bohrtiefe oder das Vorhalten bestimmter technischer Voraussetzungen zur Abdichtung großer Klüfte oder Karsthohlräume (s. Anhang 1a), im Rahmen einer Erlaubnis nach § 8, 9 WHG erteilt werden müssen.

Bei nicht ausreichend bekannten geologischen bzw. hydrogeologischen Standortverhältnissen kann die Untere Wasserbehörde weitere Unterlagen fordern. Dies kann z. B. eine hydrogeologische Stellungnahme sein, die von einem geeigneten hydrogeologischen Fachbüro zur Darstellung und Bewertung der örtlichen hydrogeologischen Verhältnisse erstellt werden muss. In einem bedingt zulässigen Gebiet sind die Errichtung und der Betrieb von Erdwärmesonden zulässig, wenn die örtlichen geologischen bzw. hydrogeologischen Verhältnisse (Kapitel 4.1) dies erlauben.

In einfachen Fällen und ausreichender Entfernung zu Trinkwassergewinnungsanlagen kann eine Erlaubnis für den Betrieb einer Erdwärmesondenanlage direkt erteilt werden.

In den unzulässigen Gebieten (s. Tab. 2) ist aufgrund der Nähe zu Wassergewinnungsanlagen die Nutzung von Erdwärme verboten.

Hinweis: Die Karte (Abb. 10) kann in einem genaueren Maßstab und mit zusätzlichen Informationen unter <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/> > Geothermie eingesehen werden. Die Flächenkategorien beziehen sich ausschließlich auf das dafür vorgesehene Zulassungsverfahren für Erdwärmesonden. Nicht enthalten sind Aussagen zu technischen und wirtschaftlichen Erschließungsmöglichkeiten von Erdwärme in diesen Gebieten.

Weitergehende Anforderungen zur Bauausführung und Hinweise zu allgemeinen Verfahrensgrundlagen sind in Anhang 1a zu finden oder bei der jeweiligen Unteren Wasserbehörde zu erfragen.

Spätestens einen Monat nach Fertigstellung der Anlage sind die nachfolgenden Unterlagen an die zuständige Untere Wasserbehörde zu übersenden:

- Anlageninstallationsprotokoll (s. Anhang 4a),
- Fotodokumentation der Bohr-, Einbau- und Verpressarbeiten (einschließlich Suspensionsmischer),
- Prüf- und Abnahmeprotokoll für Erdwärmesonden (Anhang 3),
- Lageplan mit Koordinaten der Bohrung(en),
- Aufgenommenes Schichtenverzeichnis/ Bohrprofil mit Ausbaudarstellung der Erdwärmesonde, Angaben zum Grundwasserspiegel und geophysikalischen Messungen (Thermal Response Test u. a.).

Nachfolgende Unterlagen sind spätestens sechs Monate nach Fertigstellung der Anlage an das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie zu liefern:

- Aufgenommenes Schichtenverzeichnis (bevorzugt im digitalen SEP3-Format)/ Bohrprofil mit Ausbaudarstellung der Erdwärmesonde, Angaben zum Grundwasserspiegel und geophysikalischen Messungen (Thermal Response Test u. a.); die Beschreibung der Schichten soll nach Symbolschlüssel Geologie (LBEG 2010) erfolgen, eine Anleitung dazu bieten DOMINIK et al. (2011),
- Lageplan mit Koordinaten der Bohrung(en).

Hinweis: Das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie ist Ansprechpartner für Geodaten (zum Beispiel Bohrdaten, Altlasten, Altbergbau) und berät auch in Fragen zur tiefen Erdwärmenutzung (Tiefen > 400 m).

Informationen zu Grundwasserständen sind beim Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küstenschutz und Naturschutz (NLWKN) verfügbar (www.nlwkn.niedersachsen.de).

Verbindliche Informationen zu Wasserschutzgebieten, Wasservorranggebieten und Heilquellenschutzgebieten sind bei den Unteren Wasserbehörden verfügbar.

Eine Übersichtsdarstellung zu den Wasserschutzgebieten ist in Kartenform unter http://www.umwelt.karten-niedersachsen.de/GlobalNetFX_Umweltkarten/ veröffentlicht und zugänglich.

Bei Gründungspfählen gemäß Kap. 2.1.4 ist wie bei Erdwärmesonden zu verfahren.

4.2 Erdwärmekollektorsysteme

4.2.1 Kriterien zur wasserrechtlichen Beurteilung

Die Standortbeurteilung zur Errichtung und für den Betrieb von Erdwärmekollektoren erfolgt in erster Linie anhand bodenkundlicher Gegebenheiten und der hydrogeologischen Situation (z. B. Abstand zur Grundwasseroberfläche) sowie der Lage des Vorhabens in Trinkwassergewinnungsgebieten. Laut § 49 WHG sind „Arbeiten [Kollektoreinbau], die so tief in den Boden eindringen, dass sie sich unmittelbar oder mittelbar auf die Bewegung, die Höhe oder die Beschaffenheit des Grundwassers auswirken können, [...] der zuständigen Behörde [Untere Wasserbehörde] einen Monat vor Beginn der Arbeiten anzuzeigen“. Durch diese Anzeige wird das Bauvorhaben eines Kollektors im Hinblick auf die Grundwasseroberfläche und damit in Bezug auf den Grundwasserschutz geprüft. Ausnahmen von der Anzeige sind möglich, wenn nachweislich kein Grundwasser betroffen sein kann.

Die hydrogeologische Beurteilung erfolgt im Hinblick auf die mögliche Beeinflussung des Grundwassers durch Leckage des Kollektors/der Kollektoren. Sie stellt keine Bewertung der Effizienz der Erdwärmekollektoranlage in einem bestimmten Gebiet dar. Der Einbau muss mindestens 1 m oberhalb des höchsten Grundwasserspiegels erfolgen oder oberhalb bindiger Schichten (Schichtdicke ≥ 2 m) über dem genutzten Grundwasserleiter. Im Fall des Einsatzes von nicht wassergefährdenden Wärmeträgermedien ist der Einbau eines Kollektors auch im Grundwasser mit Erlaubnis möglich.

In Trinkwassergewinnungsgebieten und vergleichbaren Nutzungen (zum Beispiel Heil- und Mineralquellen) besteht eine besondere Schutzbedürftigkeit des Grundwassers, die über den allgemeinen Grundwasserschutz hinausgeht. Daher ist die relative Lage eines Vorhabenstandorts zu Wassergewinnungsanlagen zu berücksichtigen. Grundsätzlich ist bei der Errichtung von Anlagen in Wasserschutzgebieten das LBEG zu beteiligen. Auch die Einflüsse von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen oder Grundwasserverunreinigungen kann zu einer eingeschränkten Nutzung beziehungsweise zum Versagen der Zulassung führen.

Generell ist eine Erdwärmenutzung mittels Kollektoren zulässig, mit Ausnahme der nachfolgend aufgeführten Gebiete, in denen die Erdwärmenutzung als unzulässig/bedingt zulässig anzusehen ist:

- Unzulässige Gebiete:
 - o Trinkwasserschutzzone I und II,
 - o Heilquellenschutzgebiet Zone I, II und A.
- Bedingt zulässig, wasserrechtliche Einzelfallprüfung mit dem Erfordernis einer Erlaubnis: Es bedarf eines wasserrechtlichen Antrags. In Einzelfällen können in Abhängigkeit der standörtlichen Verhältnisse auch zusätzliche Auflagen von der Unteren Wasserbehörde gefordert oder der Antrag abgelehnt werden:
 - o Trinkwasserschutzgebiet Zone III, III/A und III/B – bei Erschließung eines Grundwasserleiters,
 - o Heilquellenschutzgebiet Zone III, III/1, III/2 und B – bei Erschließung eines Grundwasserleiters,
 - o Gebiete mit Altlasten, Altbergbau, Erdfällen und artesischen Grundwasserverhältnissen,
 - o innerer festgelegter Mineralwasserschutzbereich (≤ 100 m um Mineralwasserbrunnen).

4.2.2 Verfahrensablauf

Erdwärmekollektoranlagen sind unter Beachtung der SchuVO zulässig, sofern sich der Standort nicht im Nahbereich von Förderbrunnen der Trinkwasser-/Heilquellenwasser- oder Mineralwassergewinnung befindet. Eine Kartendarstellung erfolgt hier nicht.

Es wird empfohlen, Erdwärmekollektoren wie Erdwärmesonden über das mit der Online-Bohranzeige zu erstellende Formular anzuzeigen. Soweit erforderlich, wird die Anzeige von der Unteren Wasserbehörde als Antrag gewertet, soweit der Antragsteller dies in seiner Anzeige erklärt hat.

Der Einbau des Erdwärmekollektors muss mindestens 1 m oberhalb des höchsten Grundwasserspiegels erfolgen oder oberhalb bindiger Schichten (Schichtdicke ≥ 2 m) über dem genutzten Grundwasserleiter. Im Fall des Einsatzes von nicht wassergefährdenden Wärme-

trägermedien ist der Einbau eines Kollektors im Rahmen einer Erlaubnis auch im Grundwasser möglich.

Weitergehende Anforderungen an die Bauausführung und Hinweise zu allgemeinen Verfahrensgrundlagen sind in Anhang 1b zu finden oder bei der jeweiligen Unteren Wasserbehörde zu erfragen.

Nach Fertigstellung der Anlage sind die nachfolgend aufgelisteten Dokumente an die Untere Wasserbehörde zu übersenden:

- Anlageninstallationsprotokoll (s. Anhang 4b),
- Lageplan mit Koordinaten,
- Einbaudarstellung der Anlage mit Bemaßung,
- Bodenaufbau mit Grundwasserstand.

4.3 Erdwärmepumpensysteme

4.3.1 Kriterien zur wasserrechtlichen Beurteilung

Die Standortbeurteilung zur Errichtung und für den Betrieb von Erdwärmepumpensystemen erfolgt anhand der geologischen und hydrogeologischen Standortverhältnisse und der Lage des Vorhabens zu anderen Nutzungen bzw. nutzungsbeschränkten Gebieten (z. B. Trinkwasserschutzgebieten).

Die hydrogeologische Beurteilung erfolgt im Hinblick auf die mögliche Beeinflussung des Grundwassers durch die Bohrarbeiten und den Ausbau der Bohrung sowie die beim Betrieb erfolgende Grundwasserabsenkung/-erhöhung. Die fachlichen Anforderungen bei Wasserrechtsverfahren sind in ECKL & RAISSI (2009) näher erläutert. Bei der Planung eines Erdwärmepumpensystems muss sichergestellt sein, dass

- keine Beeinträchtigung der Trinkwasserversorgung eintritt,
- der vorbeugende Grundwasserschutz beachtet wird,
- negative Einflüsse (z. B. maßgebliche thermische Beeinflussung) auf andere bestehende Anlagen sowie sonstige schädliche Auswirkungen vermieden werden.

Grundsätzlich sollte beachtet werden, dass

- eine Entnahme möglichst nur im obersten Grundwasserstockwerk erfolgt,
- die Rückführung des Wassers in dasselbe Stockwerk der Entnahme geschieht,
- bestehende Anlagen der Grundwassernutzung nicht mehr als zumutbar beeinträchtigt oder in ihrer Funktion eingeschränkt werden,
- durch die Aufhöhung des Grundwasserspiegels verursachte Setzungsschäden an Bauwerken oder Vernässungen auszu-schließen sind,
- im Wirkungsbereich von Schadensfällen und Altlasten keine Mobilisation von Schadstoffen durch die Anlage eintreten darf,
- bestehende Regelungen der Grundwassernutzung, z. B. in ausgewiesenen Schutzgebieten, eingehalten werden.

In den zu erstellenden Antragsunterlagen müssen die hydraulischen und thermischen Auswirkungen des Vorhabens dargestellt werden.

Für Anlagen zum Beheizen und Kühlen von Ein- bis Zweifamilienhäusern werden Ergiebigkeiten von wenigen Kubikmetern Grundwasser pro Stunde benötigt. Eine ausreichende Ergiebigkeit sollte durch einen 24-stündigen Pumpversuch im Förderbrunnen oder Versuchsbrunnen ebenso nachgewiesen werden wie die geeignete chemische Beschaffenheit des Grundwassers (vgl. Tab. 1).

Zur räumlichen Bestimmung der Grundwasserfließrichtung und der Ausdehnung von Entnahme- und Rückgabebereich sind gute Kenntnisse der lokalen und regionalen hydrogeologischen und hydraulischen Verhältnisse erforderlich. Sie können lokalen Studien entnommen, auf der Grundlage von Fachliteratur großräumig abgeschätzt oder durch standortbezogene Untersuchungen ermittelt werden. Informationen liefert u. a. der Kartenserver des LBEG unter <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/> > Hydrogeologie.

Bei der Rückführung des thermisch genutzten Grundwassers in den Grundwasserleiter entsteht eine Temperaturabsenkung in Grundwasserabstromrichtung. Temperaturabsenkungen können ein Konfliktpotenzial bergen, da sie über die Grenzen des Grundstücks hinaus reichen können. Bei zu starker Absenkung der Temperatur (z. B. < 6 °C) oder größeren saisonalen Temperaturschwankungen kann es

zur Leistungsminderung oder im Extremfall zum Versagen der Anlage kommen. Bei einem Betrieb mit integrierter Kühlung (Wärmeeintrag in das Grundwasser) ist zu beachten, dass die in der VDI 4640 vorgegebene Temperaturgrenze von 20 °C im Grundwasser nicht überschritten wird. Generell sollte im Jahresmittel eine ausgeglichene Temperaturbilanz (Wärmeeintrag = Wärmeentzug) angestrebt werden.

Die Eignung des Untergrundes für den Bau von Förder- und Schluckbrunnen ist in jedem Einzelfall zu prüfen und zu belegen. Zur Genehmigungsfähigkeit kann die zuständige Untere Wasserbehörde Auskunft geben.

4.3.2 Verfahrensablauf

Als offene Erdwärmesysteme sind Erdwärmbrunnen grundsätzlich erlaubnispflichtig. Für Grundwasserentnahmen zur Erdwärmenutzung ist eine wasserrechtliche Erlaubnis durch die Untere Wasserbehörde erforderlich. Den rechtlichen Rahmen setzen im Wesentlichen das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und das Niedersächsische Wassergesetz (NWG). Werden im Zusammenhang mit der Errichtung des Erdwärmbrunnensystems neue Brunnen(bohrungen) erstellt, sind diese außerdem unter Nutzung des Online-Anzeigeverfahrens (wie in Kapitel 4 beschrieben) beim LBEG anzuzeigen.

Der erforderliche Wasserrechtsantrag zur Errichtung und zum Betrieb eines Erdwärmbrunnensystems ist bei der zuständigen Unteren Wasserbehörde (Anhang 5) zu stellen.

Die in der Antragstellung zu berücksichtigenden Aspekte orientieren sich an den in ECKL & RAISSI (2009) beschriebenen Inhalten. Der Umfang der Antragsunterlagen richtet sich nach der Entnahmemenge. Die üblichen Entnahmemengen zur Wärmegewinnung aus dem Grundwasser für Ein- und Zweifamilienhäuser liegen in Größenordnungen von 3000–15 000 m³/a. Den Antragsunterlagen sollte in diesen Fällen mindestens eine Darstellung der hydraulischen und thermischen Auswirkungen des Vorhabens beigefügt sein, so u. a.:

- die beantragte Entnahmemenge pro Tag und Jahr,
- Lage und Schichtenverzeichnis (einschließlich eventuell vorhandener

geophysikalischer Bohrlochmessungen) der Brunnenbohrungen,

- geplante Ausbaudaten des Brunnens (Tiefe, Verfilterung, Bohr- und Ausbaudurchmesser, Tonsperren etc.),
- Messungen des Ruhe- und Betriebswasserspiegels (ggf. Pumpversuchsergebnisse),
- pauschale Angaben zur generellen Grundwasserfließrichtung,
- Umfang und Reichweite der Grundwasserabsenkung um den Förderbrunnen und Grenzen des Einzugsgebietes,
- Umfang und Reichweite der Aufhöhung des Grundwasserspiegels durch die Rückführung des Wassers in einen Schluckbrunnen,
- Bewertung der thermischen Beeinträchtigung von Grundwassernutzern im Grundwasserabstrom,
- maximal/minimal zu erwartende Temperaturen im Grundwasser.

Genereller Ablauf des wasserrechtlichen Verfahrens:

1. Online-Anzeige einer Bohrung beim LBEG unter www.lbeg.niedersachsen.de mit Online-Erstellung eines Wasserrechtsantrages für die Untere Wasserbehörde (pdf-Dokument ausdrucken, unterschreiben und an die Untere Wasserbehörde senden) mindestens einen Monat vor geplantem Bohrbeginn,
2. Prüfung der Unterlagen durch die Untere Wasserbehörde auf Vollständigkeit und auf Erfüllung der rechtlichen und fachtechnischen Voraussetzungen (ggf. fachbehördliche Prüfung durch den Gewässerkundlichen Landesdienst),
3. Gegebenenfalls Beteiligung der Öffentlichkeit und Anhörung von Betroffenen,
4. Abschließende Prüfung und Entscheidung durch die Untere Wasserbehörde.

Spätestens einen Monat nach Fertigstellung der Anlage sind die nachfolgenden Unterlagen an die zuständige Untere Wasserbehörde zu übersenden:

- Anlageninstallationsprotokoll (s. Anhang 4c),

- Fotodokumentation der Bohr- und Einbauarbeiten,
- Lageplan mit Koordinaten der Brunnenbohrungen,
- Aufgenommene Schichtenverzeichnisse/Bohrprofile mit Ausbaudarstellungen der Brunnen, Angaben zum Grundwasserspiegel und zu geophysikalischen/hydrogeologischen Messungen (z. B. Pumpversuch).

Nachfolgende Unterlagen sind spätestens sechs Monate nach Fertigstellung der Anlage an das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie zu liefern:

- Aufgenommene Schichtenverzeichnisse (bevorzugt im digitalen SEP3-Format)/Bohrprofile mit Ausbaudarstellungen der Brunnen, Angaben zum Grundwasserspiegel und zu geophysikalischen/hydrogeologischen Messungen (z. B. Pumpversuch); die Beschreibung der Schichten soll nach Symbolschlüssel Geologie (LBEG 2010) erfolgen, eine Anleitung dazu bietet DOMINIK et al. (2011),
- Lageplan mit Koordinaten der Brunnen.

4.4 Anlagen > 30 kW

Indirekte/direkte Nutzungen mit einer Wärme- oder Kälteleistung < 30 kW sind anzeigepflichtig und ggf. erlaubnispflichtig, hier gelten die in diesem Leitfaden beschriebenen Anforderungen. Anlagen, deren Leistung 30 kW überschreiten, können in der Regel nicht nach standardisierten Richtwerten, wie sie z. B. in der VDI 4640 (VDI 2001a, b; 2010) vorgegeben sind, ausgelegt werden. Anlagenleistungen > 30 kW werden sowohl bei Mehrfamilien-Wohngebäuden als auch bei Bürogebäuden und industriell genutzten Gebäuden erreicht.

Da größere Erdwärmeanlagen ein grundsätzlich höheres Schadenspotenzial aufweisen, sind spezielle Anforderungen zur Planung, Errichtung und Betrieb dieser Anlagen seitens der Genehmigungsbehörden zu beachten. Diese größeren Anlagen bedürfen generell einer wasserrechtlichen Erlaubnis.

Es werden zwei Typen von Anlagengrößen unterschieden:

- a. mittelgroße Anlagen:
 - o Anlagenleistung bis 100 kW,
 - o < 2000 m Gesamtsondenmeter der Erdwärmesonden bzw. Förderleistung eines Brunnensystems von < 20 m³/h.
- b. große Anlagen:
 - o Anlagenleistung ≥ 100 kW,
 - o > 2000 m Gesamtsondenmeter der Erdwärmesonden bzw. Förderleistung eines Brunnensystems von > 20 m³/h.

Die Antragsunterlagen für Anlagen > 30 kW sollten mindestens die nachfolgend aufgelisteten Aspekte behandeln. Der Bearbeitungsumfang und die Bearbeitungstiefe der nachfolgenden Punkte hängen von den Standortgegebenheiten und der Größe der Anlage ab:

- Lage der Anlage mit Koordinaten und Konfiguration des Sonden-/Brunnenfeldes (Übersichtsplan 1 : 25 000, Detailplan des Sondenfeldes 1 : 500 bis 1 : 1000),
- Beschreibung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse sowie eine geothermische Bewertung der Untergrundverhältnisse,
- Auslegungsberechnung der Anlage mit verwendeten Eingangsparametern (Wärmeleitfähigkeiten, Klimadaten etc.) sowie eine Bilanz des erwarteten Wärmeentzugs/-eintrags (Darstellung monats- und jahresweise). Dies kann z. B. durch eine Simulationsrechnung (z. B. mit Softwareprodukten wie EED, EWS, GeoSim) erfolgen, ein vorheriger Thermal Response Test ist in der Regel erforderlich,
- Abschätzung der zu erwartenden Temperaturänderungen in der Umgebung des Sondenfeldes, Angabe der eingesetzten Wärmeträgermittel, Verpressmaterialien etc.,
- Beurteilung anderweitiger Nutzungsansprüche (z. B. benachbarte Mineralwasserbrunnen, private Nutzung im direkten Umfeld),
- Darstellung und Beurteilung des Gefährdungspotenzials für andere Schutzgüter (z. B. Naturschutzgebiete).

Die zu beachtenden Rahmenbedingungen zu Anlagenplanung, -bau und -betrieb (Überwachung) von Erdwärmeanlagen > 30 kW können bei der zuständigen Unteren Wasserbehörde (s. Anhang 5) abgefragt werden.

5 Quellen

5.1 Gesetze, Verordnungen

BBERG: Bundesberggesetz vom 13. August 1980 (BGBl. I: 1310), zuletzt geändert durch Artikel 15a des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I: 2585). – <<http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/bbergg/gesamt.pdf>>.

LAGERSTG: Gesetz über die Durchforschung des Reichsgebietes nach nutzbaren Lagerstätten vom 4. Dezember 1934 (RGBl. I: 1223), zuletzt geändert durch Artikel 22 des Gesetzes vom 10. November 2001 (BGBl. I: 2992). – <<http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/lagerstg/gesamt.pdf>>.

NWG: Niedersächsisches Wassergesetz vom 19. Februar 2010 (Nds. GVBl.: 64), zuletzt geändert durch Gesetz vom 3. April 2012 (Nds. GVBl.: 46). – <<http://www.umwelt.niedersachsen.de>> Themen > Wasser > Rechtsvorschriften.

SCHUVO: Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten vom 9. November 2009. – <<http://www.umwelt.niedersachsen.de>> Themen > Wasser > Rechtsvorschriften.

VAWS-Nds.: Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (Anlagenverordnung) vom 17. Dezember 1997 (Nds. GVBl.: 549), geändert am 24. Januar 2006 (Nds. GVBl.: 41).

WHG: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I: 2585), zuletzt geändert durch Art. 5 Abs. 9 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I: 212). – <http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/whg_2009/gesamt.pdf>.

5.2 Richtlinien, Regelwerke

DIN – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (1988): DIN 1988, Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI) - Planung und Ausführung; Bauteile, Apparate, Werkstoffe. – Technische Regel des DVGW, Ausgabe 1988-12.

DIN – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (1999a): DIN 8074, Rohre aus Polyethylen (PE) - PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD - Maße. – Ausgabe 1999-08.

DIN – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (1999b): DIN 8075, Rohre aus Polyethylen (PE) - PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD - Allgemeine Güteanforderungen, Prüfungen. – Ausgabe 1999-08.

DIN – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (2000): DIN EN 805, Wasserversorgung - Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden. – Ausgabe: 2000-03.

DIN – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (2002a): DIN 4124, Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten. – Ausgabe: 2002-10.

DIN – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (2002b): DIN 8901, Kälteanlagen und Wärmepumpen - Schutz von Erdreich, Grund- und Oberflächenwasser - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen und Prüfung. – Ausgabe: 2002-12.

DIN – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (2007): DIN EN ISO 22475-1, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (ISO 22475-1: 2006); Deutsche Fassung EN ISO 22475-1: 2006. – Ausgabe: 2007-01.

DIN – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (2010): DIN 18301, VOB - Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Bohrarbeiten. – Ausgabe: 2010-04.

DVGW – DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES E. V. (1998a): Sanierung und Rückbau von Bohrungen, Grundwassermessstellen und Brunnen. – Technische Regel, Arbeitsblatt **W 135**; Bonn.

DVGW – DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES E. V. (1998b): Verwendung von Spülgangzusätzen in Bohrspülungen bei Bohrarbeiten im Grundwasser. – Technische Mitteilung, Merkblatt **W 116**; Bonn.

DVGW – DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES E. V. (2000): Schweißen von Rohren und Rohrleitungsteilen aus Poly-

- thylen (PE 80, PE 100 und PE-Xa) für Gas- und Wasserleitungen Lehr- und Prüfplan. – Technische Regel **GW 330**; Bonn.
- DVGW – DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES E. V. (2004): Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV) – Teil 2: Bau und Prüfung. – Technische Regel, Arbeitsblatt **W 400-2**; Bonn.
- DVGW – DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES E. V. (2005): Qualifikationskriterien für die Bereiche Bohrtechnik, Brunnenbau und Brunnenregenerierung. – Technische Regel, Arbeitsblatt **W 120**; Bonn.
- DVGW – DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES E. V. (2006): Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser. – Technische Regel, Arbeitsblatt **W 101**; Bonn.
- DVGW – DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES E. V. (2008): Bohrungen zur Erkundung, Gewinnung und Beobachtung von Grundwasser. – Technische Regel, Arbeitsblatt **W 115**; Bonn.
- DVGW – DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES E. V. (2010): Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik und oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden) - Entwurf. – Technische Regel, Arbeitsblatt **W 120-2 (A)**, Entwurf 2010-12; Bonn.
- DVS MEDIA (2005a): DVS 2207-1, Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen - Heizelementschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln aus PE-HD. – Ausgabe 2005-09.
- DVS MEDIA (2005b): DVS 2207-1 Beiblatt 1, Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen - Heizwendelschweißen von Rohren aus PE-X mit Rohrleitungsteilen aus PE-HD. – Ausgabe: 2005-12.
- DVS MEDIA (2007): DVS 2208-1, Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen - Maschinen und Geräte für das Heizelementschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln. – Ausgabe: 2007-03.
- EWG (1991): Richtlinie 91/155/EWG der Kommission vom 5. März 1991 zur Festlegung der Einzelheiten eines besonderen Informationssystems für gefährliche Zubereitungen gemäß Artikel 10 der Richtlinie 88/379/EWG. – ABl. Nr. **L 76**: 35–41.
- LAWA – LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (1998): Richtlinien für Heilquellenschutzgebiete. – 3. Aufl., 28 S.; Berlin.
- LAWA – LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (2002): Anforderungen an Erdwärmepumpen. Beschluss vom 16./17.09.2002: Gemeinsamer Unterausschuss „Erdwärmepumpen“ der ständigen Ausschüsse „A“ und „G“ der LAWA. – 119. Sitzung der LAWA vom 16./17.09.2002.
- LAWA – LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (2011): Empfehlungen der LAWA für wasserwirtschaftliche Anforderungen an Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren. – Umlaufbeschluss Nr. 32/2011 vom November 2011: Umweltministerkonferenz.
- VDI – VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (Hrsg.) (2001a): Thermische Nutzung des Untergrundes - Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen. – Richtlinie 4640, Blatt 2; Düsseldorf.
- VDI – VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (Hrsg.) (2001b): Thermische Nutzung des Untergrundes. - Unterirdische Thermische Erdspeicher. – Richtlinie 4640, Blatt 3; Düsseldorf.
- VDI – VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (Hrsg.) (2010): Thermische Nutzung des Untergrundes. - Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte. – Richtlinie 4640, Blatt 1; Düsseldorf.

5.3 Zitierte Literatur

- BASSETTI, S. & ROHNER, E. (2005): Projekt Handbuch Erdwärmekörbe - Dokumentation, Auslegung und Anwendungsbeispiele. – Schlussbericht, 26 S.; <<http://www.bfe.admin.ch/php/modules/enet/streamfile.php?file=000000008968.pdf&name=000000250051.pdf>>.
- BWP – BUNDESVERBAND WÄRMEPUMPE E. V. (Hrsg.) (2005): Arbeitsordner Wärmepumpe. – 264 S.; München.
- DEHNER, U., MÜLLER, U. & SCHNEIDER, J. (2007): Erstellung von Planungsgrundlagen für die Nutzung von geothermischer Energie aus dem oberflächennahen Untergrund mit horizontalen Erdwärmekollektoren. – Geo-Berichte **5**: 33 S., 9 Abb., 8 Tab., 5 Kt.; Hannover (LBEG), <<http://www.lbeg.niedersachsen.de/download/1220>>.

DOMINIK, M., HEINEKE, H. J., LINKE, V., PREUSS, H., SBRESNY, J. & WITTHÖFT, M. (2011): Verschlüsselung und Erfassung von Bohrdaten in Niedersachsen. – GeoBerichte 17: 56 S., 14 Abb., 17 Tab., Anh.; Hannover (LBEG), <<http://www.lbeg.niedersachsen.de/download/57030>>.

ECKL, H. & RAISSI, F. (2009): Leitfaden für hydrogeologische und bodenkundliche Fachgutachten bei Wasserrechtsverfahren in Niedersachsen. – GeoBerichte 15: 99 S., 39 Abb., 10 Tab., Anh.; Hannover (LBEG), <<http://www.lbeg.niedersachsen.de/download/1303>>.

KALTSCHMITT, M., STREICHER, W. & WIESE, A. (Hrsg.) (2006): Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. – 4. Aufl., 702 S.; Berlin.

LBEG – LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE (Hrsg.) (2010): Symbolschlüssel Geologie - Symbole für die Dokumentation und Verarbeitung geologischer Feld- und Aufschlussdaten. – 213 S.; Hannover, <<http://www.lbeg.niedersachsen.de/servlet/download?C=39475225&L=20>>.

RAMMING, K. (2007): Bewertung und Optimierung oberflächennaher Erdwärmekollektoren für verschiedene Lastfälle. – Dissertation Technische Universität Dresden, 150 S.; Dresden.

RUSS, C., MIARA, M., PLATT, M., GÜNTHER, D., KRAMER, T., DITTMER, H., LECHNER, T. & KURZ, C. (2010): Feldmessung - Wärmepumpen im Gebäudebestand. – Kurzfassung zum Abschlussbericht, Fraunhofer Institut Solare Energiesysteme, 21 S.; Freiburg.

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE (2010): Erdwärmesonden - Informationsbroschüre zur Nutzung oberflächennaher Geothermie. – 3. überarb. Aufl., 40 S.; Dresden.

SOBOTTA, S. (2008): Praxis Wärmepumpe. – 192 S.; Berlin.

UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (2009): Qualitätsmanagement - Fehlervermeidung bei Wärmepumpen- und Erdsonden-Heizsystemen. – 1. Aufl., 39 S.; Stuttgart.

5.4 Weiterführende Literatur

BAUMANN, F.-M. (2006): Heizen mit Wärmepumpen. – 4. erw. u. völlig überarb. Aufl., 120 S.; Berlin.

BAUMANN, K., NIEHUES, B., THOLEN, M. & TRESKATIS, C. (2003): Untersuchungen zur Bestimmung von Qualitätskriterien für Abdichtungsmaterialien im Brunnenbau. – Abschlussbericht, 26 S.; <http://www.dvgw.de/fileadmin/dvgw/wasser/gewinnung/w1_01_02.pdf>.

BONIN, J. (2009): Handbuch Wärmepumpen – Planung und Projektierung. – 1. Aufl., 208 S.; Berlin.

ENEV: Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung) vom 24. Juli 2007 (BGBl. I: 1519), zuletzt geändert durch die Verordnung vom 29. April 2009 (BGBl. I: 954); <http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/enev_2007/gesamt.pdf>.

EUGSTER, W. J., RYBACH, L. & HOPKIRK, R. J. (1992): Erdwärmesonden - Ihre Funktionsweise und Wechselwirkungen mit Boden und Grundwasser. – Schlussbericht NEFF-Projekt Nr. 324; Zürich.

HARTMANN, F. (2006): Wärmepumpen für den Wohnungsbau - Auswahl, Planung, Errichtung, Inbetriebnahme. – 1. Aufl., ca. 300 S.; Heidelberg.

KÄLIN, B. & HOPKIRK, R. (1991): Quantitative Empfehlungen über den minimalen Grenzabstand einer Erdwärmesonden-Anlage. – Bericht für das Bundesamt für Energiewirtschaft; Bern.

MU – NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (2007): RdErl. d. MU v. 25.06.2007, Nds. MBl.: 818: Mengenmäßige Bewirtschaftung des Grundwassers. – <<http://www.umweltdigital.de/nd/288290/vorschrift.html>>.

OCHSNER, K. (2009): Wärmepumpen in der Heizungstechnik - Praxishandbuch für Installateure und Planer. – 5. überarb. u. erw. Aufl., 244 S.; Heidelberg.

REUSS, M. & SANNER, B. (2001): Planung und Auslegung von Erdwärmesondenanlagen: Basis einer nachhaltigen Erdwärmenutzung, VDI-Richtlinie 4640 und Berechnungsverfahren.

ren, Erdwärme zum Heizen und Kühlen. Potenziale, Möglichkeiten und Techniken der oberflächennahen Geothermie. – Kleines Handbuch der Geothermie, Bd. 1, 2. Aufl., Geothermische Vereinigung (Hrsg.); Geeste.

THOLEN, M. (2006): Arbeitshilfen für den Brunnenbauer – Brunnenaus- und Brunnenbetriebstechniken. – 344 S.; Bonn.

THOLEN, M. & WALKER-HERTKORN, S. (2008): Arbeitshilfen Geothermie - Grundlagen der oberflächennahen Erdwärmesondenbohrungen. – 228 S.; Bonn.

UIG: Umweltinformationsgesetz vom 22. Dezember 2004. – BGBl. I: 3704; <http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/uig_2005/gesamt.pdf>.

URBAN, D. (2002): Arbeitshilfen für den Brunnenbauer - Brunnenbohrtechnik. – 384 S.; Bonn.

WASSERSCHUTZGEBIETE: Übersichtsdarstellung in Kartenform unter <http://www.umweltkarten-niedersachsen.de/GlobalNetFX_Umweltkarten/>.

5.5 Links

BWP – BUNDESVERBAND WÄRMEPUMPEN:
<<http://www.waermepumpe.de/>>.

GEOthermie – GEHT DAS BEI MIR?
<<http://nibis.lbeg.de/geothermie/>>.

GEOthermische Vereinigung:
<<http://geothermie.de/>>.

ZENTRUM FÜR TIEFENGEOthermie/
OBERFLÄCHENNAHE GEOthermie LBEG:
<http://www.lbeg.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=575&article_id=788&_psmand=4>.

NIBIS®-KARTENSERVEN:
<<http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>>.

NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTENSCHUTZ UND NATURSCHUTZ (NWLKN): Informationen zu Grundwasserständen verfügbar unter <www.nlwkn.niedersachsen.de>.

SÄKULARSTATION POTSDAM TELEGRAFENBERG:
<<http://saekular.pik-potsdam.de>>.

STIEBEL ELTRON: Prospekt „Erneuerbare Energien“, S. 12, Bildquelle für Abb. 7. –
<http://www.stiebel-eltron.de/imperia/md/content/STIEBELELTRON/de/Privatkunden/Informieren-Planen/Prospekte/hb_ee_2012_ansi.pdf>.

6 Anhang

Anhang 1a: Allgemeine Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb einer Erdwärmesondenanlage¹

Technische Anforderungen an Bauausführung und Betrieb

Folgende technische Anforderungen an Bauausführung, Dokumentation und Betrieb von Erdwärmesondenanlagen gehören zum Stand der Technik und sollten von den Fachfirmen bei sämtlichen Bohr- und Ausbauarbeiten standardmäßig beherrscht werden.

Die zu beauftragenden Fachfirmen für die Bohrarbeiten müssen die Qualifikation nach DVGW W 120 (DVGW 2005) in den Gruppen G1 und/oder G2 (künftig DVGW W 120-2, DVGW 2010) oder gleichwertige Zertifikationen aufweisen. Des Weiteren müssen die ausführenden Unternehmen über eine ausreichende technische Ausrüstung verfügen, um eine Ausführung der Wärmequellenanlage nach Stand der Technik und ein sachgemäßes Reagieren auf unvorhergesehene Verhältnisse beim Bohren gewährleisten zu können.

Grundsätzlich sind die maßgebenden DIN-Normen, VDI-Richtlinien und DVGW-Regelwerke zu beachten. Erdwärmesonden sowie zugehörige Anlagenteile müssen dem Stand der Technik entsprechen (Erdwärmesonden VDI 4640 (VDI 2001a, b; 2010), Wärmepumpen DIN 8901 (DIN 2002b)). Die Anschlussarbeiten der erdgekoppelten Anlagenteile mit dem Heizsystem (Wärmepumpe) müssen von einer fachkundigen Heizungsbaufirma bzw. einem eingetragenen Handwerksbetrieb ausgeführt werden.

Nach Anzeige des Vorhabens ist nicht vor Ablauf der Frist von einem Monat mit den angezeigten Arbeiten zu beginnen, sofern die Untere Wasserbehörde nichts anderes zulässt oder anordnet (vgl. § 49 WHG). Die Anzeigepflicht lässt die Einholung notwendiger privatrechtlicher und öffentlich-rechtlicher Genehmigungen unberührt (z. B. s. u. Punkt 10).

¹ Nach SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE (2010).

Im Falle einer Erlaubniserteilung durch die Untere Wasserbehörde ist die wasserrechtliche Erlaubnis am Bohrplatz mitzuführen.

Bohrarbeiten

1. Die Arbeitsblätter DVGW W 115 (DVGW 2008) und DVGW W 116 (DVGW 1998b) sind beim Niederbringen einer Bohrung zu beachten.
2. An der Bohrstelle müssen mindestens zwei Mitarbeiter(innen) der Bohrfirma tätig sein. Die Container für das ausgetragene Bohrgut müssen grundsätzlich für das Bohrpersoneel gut einsehbar und sofort erreichbar sein.
3. Im Interesse des Grundwasserschutzes ist eine sorgfältige geologisch-hydrogeologische Dokumentation der durchgeführten Bohrarbeiten erforderlich. Dazu gehört die Dokumentation der angetroffenen Schichten mit detaillierter Schichtbeschreibung, der Wasseranschnitte, des Wasserandrangs sowie speziell im Festgestein festgestellter Kluft- und Störungszonen.
4. Auf die prinzipielle Sorgfaltspflicht bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können bzw. beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen gemäß § 5 Abs. 1 WHG sowie § 87 NWG i. V. m. § 47 WHG wird verwiesen. Jegliche nachteilige Veränderung der Beschaffenheit des Grundwassers ist auszuschließen. Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen, die in nicht unerheblicher Menge ausgetreten sind, sind der Wasserbehörde oder Polizei unverzüglich anzuzeigen. Der Verursacher muss in Eigenverantwortung Sofortmaßnahmen zur Schadensbehebung oder -minimierung ergreifen.
5. Auf der Bohrstelle sind Materialien und Geräte (z. B. Verrohrung für die Verlängerung der Standverrohrung, Verschlusskappen mit Absperrhahn, Manometer und Ableitungsanschluss (bei artesischem Grundwasser) sowie Packer, die an die eingesetzte Bohrtechnik angepasst sind) für Sofortmaßnahmen im Fall von unerwarteten hydraulischen Verhältnissen ständig vorzuhalten. Sind Gasaustritte während der Bohr- und Ausrüstungsarbeiten zu erwarten, so ist ergänzend ein Gasmessgerät für kontinuierliche bohrbegleitende Gasmes-

- sungen verpflichtend auf der Bohrung vorzuhalten.
6. Bohrgeräte und sonstige eingesetzte Maschinen sind gegen Tropfverluste oder Auslaufen von Kraftstoffen, Ölen und sonstigen wassergefährdenden Stoffen während des Betriebs, der Wartung, der Reparatur sowie der Befüllung zu sichern, damit diese Stoffe nicht in das Erdreich eindringen können.
 7. Um die Bohrung sicher abzudichten und einer Beschädigung der Sondenschläuche vorzubeugen, ist der Bohrdurchmesser so groß zu wählen, dass um das Sondenbündel ein Ringraum von mindestens 30 mm verbleibt (Bohrdurchmesser $\geq$ Sondenbündel + 60 mm, z. B. bei herkömmlichen Doppel-U-Sonden mit einem Außendurchmesser von 32 mm, Mindestbohrdurchmesser 150 mm). Weiterhin ist die Sonde gleichzeitig mit dem Verfüllrohr bzw. dem Verpressschlauch mit geeigneten Einrichtungen einzubauen.
 8. Es dürfen nur Spülmittelzusätze verwendet werden, die keine chemischen oder mikrobiologischen Veränderungen im Untergrund bewirken. Ein geschlossener Bohrspülungskreislauf ist sicherzustellen.
 9. Betragen die Spülmittelverluste im Bohrloch mehr als 1 l/s, sind sofort die Arbeiten einzustellen und die Untere Wasserbehörde umgehend zu informieren. Dabei sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen, die das Eindringen größerer Mengen von Bohrspülung in den Grundwasserleiter verhindern oder begrenzen.
 10. Während der Bohrarbeiten aus der Bohrung austretendes Grundwasser ist schadlos abzuleiten. Bei geplanter Einleitung in ein Oberflächengewässer ist diese gleichzeitig mit der Anzeige bzw. dem Antrag auf Erlaubnis zur Errichtung der Erdwärmesonden bei der Unteren Wasserbehörde zu beantragen (mit Angabe der Lagekoordinaten der Einleitstelle). Dazu sind Maßnahmen zur Rückhaltung von absetzbaren Stoffen vorzusehen. Bei geplanter Versickerung ist die Einleitstelle (mit den Lagekoordinaten) zu benennen, und bei geplanter Einleitung in einen Kanal ist die Zustimmung des Kanalbetreibers erforderlich.
 11. Bei notwendigen Abweichungen vom Bohrprogramm, wesentlichen Abweichungen von der im Antrag ggf. angegebenen geologischen Schichtenfolge bzw. erwarteten Grundwasserverhältnissen und bei auftretenden Störungen während des Arbeitsablaufs ist die Untere Wasserbehörde unverzüglich zu verständigen.
 12. Lassen Bohrerergebnisse oder Schachtarbeiten auf Altbergbau, nichtbergbauliche Hohlräume oder aufgelockerte Zonen (möglicherweise verfüllte Hohlräume) schließen, ist dies dem LBEG mit allen bedeutsamen Informationen über die Bohrungen zu melden.

Sondeneinbau

13. Der Sondenfuß und seine Anschlüsse an die Sondenrohre sind werkseitig herzustellen (Schweißverfahren nach z. B. DVS-Richtlinie 2207-1 (DVS MEDIA 2005a, b) und 2208-1 (DVS MEDIA 2007), Werkstoffe nach DIN 8074 (DIN 1999a) und 8075 (DIN 1999b)). Die ordnungsgemäße Ausführung ist der Unteren Wasserbehörde mit einem entsprechenden Zertifikat des Herstellers (werkseitiges Prüfprotokoll) nachzuweisen. Die ins Bohrloch eingesetzte Sonde ist nach dem Einbau einer Druckprüfung durch ein Fachunternehmen (i. d. R. die Bohrfirma) zu unterziehen (Funktionsendprüfung der mit Wasser gefüllten Sonde nach DIN EN 805 (DIN 2000)/DVGW W 400-2 (DVGW 2004); Prüf- und Abnahmeprotokoll s. Anhang 3). Falls das Bohrloch trocken ist (kein Grundwasserzutritt vorhanden), sollte darauf geachtet werden, dass bei der Sondendichtigkeitsprüfung vor Einbringen der Hinterfüllung der Innendruck von 21 bar nicht überschritten wird.
14. Bei Erdwärmesondenanlagen sind nur vom Kunststoff-Zentrum SKZ güteüberwachte Sonden zulässig.
15. Die Erdwärmesonde ist hängend von einer gebremsten Haspel in das Bohrloch abzulassen.

16. Nach Einbringen der Erdwärmesonde ist nach VDI 4640 Blatt 2, Nr. 5.2.3 (VDI 2001a) das Bohrloch bzw. der gesamte Bohrlochringraum zwischen den eingebauten Sondenrohren und der Bohrlochwandung vollständig von der Sohle aus nach oben mit einer grundwasserunschädlichen, nach Erhärtung dauerhaft wasserdichten Suspension zu verpressen. Der Durchlässigkeitsbeiwert (kf-Wert) des eingebauten Verpressmaterials sollte kleiner als der kf-Wert des umgebenden Gesteins sein. Die Verfüllung hat ohne zeitliche Verzögerung unmittelbar im Anschluss an die Bohrarbeiten (tagesgleich) zu erfolgen. Es ist darauf zu achten, dass das Verpressmaterial aus Fertigmischungen (Sack-/Siloware) besteht, welches für geothermische Zwecke zugelassen ist, und dass für das Verpressmaterial entsprechende Untersuchungen zur Widerstandsfähigkeit gegenüber Frost-Tau-Wechsel vorliegen.
17. Vor dem Verpressen sowie am Überlauf des Bohrlochs ist eine Dichte- bzw. Viskositätsbestimmung der Suspension durchzuführen. Beim Anmischen des Verpressmaterials ist auf die in den Herstellerangaben empfohlenen Mischungsverhältnisse zu achten. Die Suspensionsdichte der verwendeten Suspension hat mindestens $0,3 \text{ kg/dm}^3$ größer zu sein als die eingesetzte Bohrspülung. Der Verpressvorgang ist so lange fortzuführen, bis die Dichte der aus dem Bohrloch austretenden Suspension der eingepressten Suspension entspricht. Die Menge und die Dichte des eingepressten Materials für die Ringraumverfüllung sind in regelmäßigen Abständen zu überprüfen und zu dokumentieren.
18. Übersteigt der Bedarf an Verpressmaterial das Zweifache des Ringraumvolumens, ist der Verpressvorgang zunächst zu beenden und umgehend die Untere Wasserbehörde zu informieren.
19. Bei Misserfolg einer Bohrung vor Einbau der Sonde ist das Bohrloch bis zur Geländeoberkante dauerhaft wasserdicht zu verpressen, und der Rückbau sowie das Schichtenverzeichnis sind zu dokumentieren.

20. Die Dichtheit der Gesamtanlage (erdseitiger Teil) ist an einer Schnittstelle im Gebäude zu überprüfen (Durchflussendprüfung mit 1,5-fachem Anlagenbetriebsdruck) und das entsprechend ausgefüllte Anlageninstallationsprotokoll (Anhang 4a) der Unteren Wasserbehörde zu übergeben.
21. Einwandige Anlagen oder Anlagenteile im Boden oder Grundwasser dürfen als Wärmeträgermittel nur nicht wassergefährdende Stoffe oder wässrige Lösungen der Wassergefährdungsklasse 1 (WGK 1) auf der Grundlage der Stoffe Ethylenglykol (Ethandiol), Propylenglykol (1.2-Propandiol) oder Calciumchlorid unter Zusatz von Korrosionsinhibitoren enthalten. Diese Zusätze sind in den Konzentrationen WGK 1 < 5 %, WGK 2 < 1 % erlaubt. Der Lieferant des Wärmeträgermittels hat zu bescheinigen, dass das Wärmeträgermittel den Anforderungen entspricht und nach der VAWS NDS. in die WGK 1 einzustufen ist (EG-Sicherheitsdatenblatt gemäß 91/155/EWG (EWG 1991)). Die in Tabelle 3 als Beispiele aufgeführten Wärmeträgermittel entsprechen diesen Anforderungen; eine zusätzliche Bescheinigung des Lieferanten ist nicht erforderlich.
22. Erdwärmesondenanlagen sind durch selbsttätige Leckageüberwachungseinrichtungen (baumustergeprüfte Druckwarter) zu sichern. Im Falle einer Leckage der Erdwärmesonde muss die Umwälzpumpe sofort abgeschaltet und ein Störsignal abgegeben werden. Verteilerbalken/-schächte sind zugänglich und kontrollfähig zu gestalten. Bei Schadensfällen ist die zuständige Untere Wasserbehörde umgehend zu unterrichten.
23. Sofern der unterirdische Teil der Erdwärmesondenanlage vorübergehend oder dauerhaft nicht mehr genutzt wird, muss das Wärmeträgermittel ausgespült und fachgerecht entsorgt werden. Zur dauerhaften Stilllegung der Anlage muss sie fachgerecht zurückgebaut werden (DVGW W 135 (DVGW 1998a)), in der Regel sind die Rohrleitungen/Sonden vollständig mit einer Tonmehl/Zement-Suspension zu verpressen. Die beabsichtigte Stilllegung ist der Unteren Wasserbehörde rechtzeitig vorher anzuzeigen.

24. Bei Nutzungsänderungen (z. B. die Erhöhung der Heizleistung, Nutzung zu Kühlzwecken oder Ersetzen des Wärmeträgermittels durch ein Wärmeträgermittel einer anderen Wassergefährdungsklasse) ist die Untere Wasserbehörde zu informieren.
25. Bei Eigentümerwechsel gehen alle Rechte und Pflichten auf den neuen Eigentümer über. Der Eigentümerwechsel ist der Unteren Wasserbehörde anzuzeigen.

Tab. 3: Beispiele zugelassener Wärmeträgermittel.

Produktname	Hersteller	Stoff	WGK
Havoline AFC	Arteco	Ethylenglykol	1
Havoline XLC	Arteco	Ethylenglykol	1
Antifrogen N	Clariant	Ethylenglykol	1
Antifrogen L	Clariant	Propylenglykol	1
Leckanzeige Clariant	Clariant	Ethylenglykol	1
Dowcal 10	DOW	Ethylenglykol	1
Dowcal 20	DOW	Propylenglykol	1
Tyfocar	Tyforop	Ethylenglykol	1
Tyfocar L	Tyforop	Propylenglykol	1
Calciumchlorid Kühlsole	Tyforop	Calciumchlorid	1

Dokumentation

26. Dem LBEG (Geologische Landesanstalt im Sinne des LagerstG) ist durch rechtzeitige Absprache die Möglichkeit der Begutachtung der Bohrproben und des sonstigen Beobachtungsmaterials einzuräumen. Gemäß § 5 Abs. 2 des LagerstG sind die Proben seitens des Bohrunternehmens sechs Monate aufzubewahren und zu sichern sowie auf Verlangen dem LBEG zur Verfügung zu stellen.
27. Spätestens einen Monat nach Abschluss der Arbeiten sind die folgenden Unterlagen an die Untere Wasserbehörde zu übersenden:
- o Anlageninstallationsprotokoll (s. Anhang 4a),
 - o Fotodokumentation der Bohr-, Einbau- und Verpressarbeiten (einschließlich Suspensionsmischer),
 - o Prüf- und Abnahmeprotokoll für Erdwärmesonden (Anhang 3),
 - o Lageplan mit Koordinaten der Bohrung(en),
 - o Aufgenommenes Schichtenverzeichnis/Bohrprofil mit Ausbaurdarstellung der Erdwärmesonde, Angaben zum Grundwasserspiegel und geophysikalischen Messungen (Thermal Response Test u. a.).
- An das LBEG sind spätestens sechs Monate nach Abschluss folgende Unterlagen zu liefern:
- o Aufgenommenes Schichtenverzeichnis (bevorzugt im digitalen SEP3-Format)/ Bohrprofil mit Ausbaurdarstellung der Erdwärmesonde, Angaben zum Grundwasserspiegel und geophysikalischen Messungen (Thermal Response Test u. a.); die Beschreibung der Schichten soll nach Symbolschlüssel Geologie (LBEG 2010) erfolgen, eine Anleitung dazu bieten DOMINIK et al. 2011,
 - o Lageplan mit Koordinaten der Bohrung(en) (z. B. aus der Online-Bohranzeige).

Hinweise zu allgemeinen Verfahrensgrundlagen

1. Um zu verhindern, dass sich die Auswirkungen mehrerer Anlagen aufsummieren und damit zu schädlichen Auswirkungen führen können, sollte ein Abstand zur Grundstücksgrenze von 5 m eingehalten werden (LAWA 2002, VDI 4640 Blatt 2 Nr. 5.1.1 (VDI 2001a)).
2. Werden Erdwärmesondenanlagen in bedingt zulässigen Gebieten mit schwierigen geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen errichtet, kann die Genehmigungsbehörde eine externe und unabhängige Bauüberwachung durch einen Sachverständigen fordern. Sachverständig ist, wer über ausreichend Fachkenntnisse im Bereich Dimensionierung von Erdwärmesondenanlagen sowie vertiefte Kenntnisse über Bohrtechnik, Baustoffe und eingesetzte Gerätschaften sowie Fachkunde in den Geowissenschaften nachweisen kann.
3. Für den Sondenbau ist Rohrmaterial in PE-100-RC-Qualität zu empfehlen, da hier eine erhöhte Spannungsriss-, Kerb- und Punktlastbeständigkeit gegeben ist.

Anhang 1b: Allgemeine Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb einer Erdwärmekollektoranlage

Technische Anforderungen und Hinweise an Bauausführung und Betrieb

Grundsätzlich sind die maßgebenden DIN-Normen, VDI-Richtlinien und DVGW-Regelwerke zu beachten. Erdwärmekollektoren sowie zugehörige Anlagenteile müssen dem Stand der Technik entsprechen (Erdwärmekollektoren VDI 4640 (VDI 2001a, b; 2010), Wärmepumpen DIN 8901 (DIN 2002b)). Die Anschlussarbeiten der erdgekoppelten Anlagenteile mit dem Heizsystem (Wärmepumpe) müssen von einer fachkundigen Heizungsbaufirma bzw. einem eingetragenen Handwerksbetrieb ausgeführt werden.

Nach Anzeige des Vorhabens ist nicht vor Ablauf der Frist von einem Monat mit den angezeigten Arbeiten zu beginnen, sofern die Untere Wasserbehörde nichts anderes zulässt oder anordnet (vgl. § 49 WHG). Die Anzeigepflicht lässt die Einholung notwendiger privatrechtlicher und öffentlich-rechtlicher Genehmigungen unberührt.

1. Der Einbau muss mindestens 1 m oberhalb des höchsten Grundwasserspiegels erfolgen oder oberhalb bindiger Schichten (Schichtdicke ≥ 2 m) über dem genutzten Grundwasserleiter. Im Fall des Einsatzes von nicht wassergefährdenden Wärmeträgermedien ist der Einbau eines Kollektors auch im Grundwasser möglich.
2. Zulässig sind glykolbasierte Wärmeträgermittel oder Calciumchlorid der Wassergefährdungsklasse 1 (s. Tab. 3) sowie nicht wassergefährdende Wärmeträgermittel.
3. Verteilerschächte sind flüssigkeitsdicht auszuführen, alle Leitungen sind ansteigend zum Haus hin zu verlegen.
4. Um die Kollektorrohre vor Punktlasten zu schützen, sind sie in einem Sandbett zu verlegen (VDI 4640 (VDI 2001a, b; 2010)), Bauschutt und scharfe Steine sind zu entfernen. Der Kollektor ist mit einem Warnband, das 30 cm oberhalb des Kollektors verlegt wird, vor Beschädigung bei späteren Grabarbeiten zu sichern (VDI 4640 (VDI 2001a, b; 2010)).
5. Nach Fertigstellung der Anlage sind die nachfolgend aufgelisteten Dokumente an die Untere Wasserbehörde zu übersenden:
 - o Anlageninstallationsprotokoll (Anlage 4b),
 - o Lageplan mit Koordinaten,
 - o Einbaudarstellung der Anlage mit Bemaßung,
 - o Bodenaufbau mit Grundwasserstand.
6. Materialien, die in den Untergrund eingebracht werden, sollen ungiftig und korrosionssicher (Tauwasserbildungsgefahr) und für den geplanten Temperaturbereich geeignet sein.
7. Rohre, die für den Kollektorbau verwendet werden, müssen SKZ-güteüberwacht und vom Hersteller für die Verwendung als Erdwärmekollektor vorgesehen sein. Freiliegende Rohrleitungen und Geräte sind UV-beständig auszuführen.
8. Folgende Druck-/Dichtigkeitsprüfungen sollten erfolgen:
 - a. Dichtigkeits-/Durchflussprüfung nach Verlegen/Einbau des Kollektors vor dem Abdecken mit Bodenmaterial,
 - b. Dichtigkeitsprüfung aller erdseitigen Bauteile (Kollektoren, Verteilerschächte, Anbindeleitungen etc.) mit dem 1,5-fachen des Betriebsdruckes vor Inbetriebnahme am Übergabepunkt im Haus (Anlage 4b).
9. Der Kollektorkreislauf ist durch selbsttätige Leckageüberwachungseinrichtungen (baumustergeprüfte Druckwärter) zu sichern. Im Falle einer Leckage des Erdwärmekollektors muss die Umwälzpumpe sofort abgeschaltet und ein Störsignal abgegeben werden. Verteilerbalken/-schächte sind zugänglich und kontrollfähig zu gestalten. Bei Schadensfällen ist die zuständige Untere Wasserbehörde umgehend zu unterrichten.
10. Die Temperatur des zum Erdwärmekollektor zurückkehrenden Wärmeträgermediums soll gemäß VDI-Richtlinie 4640 Blatt 2 (VDI 2001a) im Dauerbetrieb (Wochenmittel) den Grenzbereich von ± 12 K Temperaturänderung gegenüber der ungestörten Erdreichtemperatur nicht überschreiten, bei Spitzenlast ± 18 K.

11. Bei Stilllegung der Anlage sind die Kollektorrohre auszuspülen, und die Wärmeträgerflüssigkeit fachgerecht zu entsorgen.
12. Hinweis: Bei Grabenkollektoren sind die DIN-Normen zur Arbeitssicherheit bei der Erstellung von Gruben und Böschungen (z. B. DIN 4124 (DIN 2002a)) zu beachten.

Hinweise zu allgemeinen Verfahrensgrundlagen

1. Wenn beim Kollektoreinbau Grundwasser erschlossen wird, ist die Untere Wasserbehörde umgehend zu informieren.
2. Für den Kollektorbau ist Rohrmaterial in PE-100-RC-Qualität zu empfehlen, da hier eine erhöhte Spannungsriss-, Kerb- und Punktlastbeständigkeit gegeben ist.
3. Alle Kollektorkreise sollten einzeln absperrbar sein. Die Kollektorrohre sollten nicht in Kies oder Schotter verlegt werden, da Punktlasten zur Beschädigung der Rohre führen können.

Anhang 2: Musterleistungsverzeichnis für die Erstellung von Erdwärmesonden¹

Baubeschreibung

Fall Neubau

Im Zuge der Erstellung des Gebäudes (Bauherrschaft); Flstk. Nr.; (Adresse) in (Stadt/Gemeinde/Ortsteil) ist/sind (Anzahl) Erdwärmesondenbohrung(en) niederzubringen. Die Arbeiten sollen im Zeitraum von bis (jeweils KW und Jahr) durchgeführt werden.

Fall bestehendes Gebäude

Das Gebäude (Bauherrschaft) Flstk. Nr.; (Adresse) in (Stadt/Gemeinde/Ortsteil) wird mit einer neuen Heizanlage auf Basis einer Wärmepumpe ausgestattet. Es ist/sind daher (Anzahl) Erdwärmesondenbohrung(en) niederzubringen. Die Arbeiten sollen im Zeitraum von bis (jeweils KW und Jahr) durchgeführt werden.

Eine Zufahrtsmöglichkeit für Schwerlastverkehr bis zu t und m Breite besteht/besteht nicht. Ein Stromanschluss 230 V/400 V ist bauseits vorhanden/ist vom Auftragnehmer (AN) zu stellen. Ein Trinkwasseranschluss ist bauseits vorhanden/für einen Trinkwasseranschluss ist seitens des AN zu sorgen.

Das Baugrundstück verfügt über einen Abwasseranschluss/für die Abwasserentsorgung ist vom AN zu sorgen.

Die Einholung von Informationen im Bohrfeld über evtl. Kampfmittelfunde beim Kampfmittelbeseitigungsdienst Hannover und über Leitungstrassen bei den Leitungsbetreibern/Ver- und Entsorgungsträgern ist wegen des Zeitbedarfs vom Auftraggeber durchzuführen. Der AN hat sicherzustellen, dass diese bei Bohrbeginn vorliegen. Gegebenenfalls kann der Auftraggeber den AN beauftragen, die Information über vorhandene Leitungstrassen im Bohrfeld beizubringen. Hierfür entstehende Aufwendungen des AN sind in den Angebotspreis einzukalkulieren.

Die Baubeschreibung ersetzt nicht die Kenntnisse der Verhältnisse vor Ort. Der AN hat die Baustelle deshalb vor Baubeginn zu besichtigen und zu kontrollieren. Hierzu gehört auch die Einholung von Informationen über die geologischen Verhältnisse und Risiken am Bohrplatz. Gegebenenfalls erforderliche Abstimmungen mit anderen Firmen sind Sache des AN.

Die VOB, die Auflagen der Genehmigungsbehörde und die Empfehlungen zur Bauausführung sind Vertragsbestandteil.

Insbesondere, wenn sich bei der Bohrung signifikante Unterschiede zur prognostizierten Schichtenfolge oder unvorhergesehene Besonderheiten oder Anomalien ergeben, ist das weitere Vorgehen mit dem AG, dem Planer und der Genehmigungsbehörde abzustimmen.

Alle Beeinträchtigungen des Baugrundstücks, die durch den AN erfolgt sind, sind nach Beendigung der Arbeiten vollständig zu beseitigen. Beschädigungen sind im Einvernehmen mit dem AG zu beheben.

Der AN hat den AG die Fertigstellung seiner Arbeiten anzuzeigen. Nach Fertigstellung der Anlage ist eine Abnahme durchzuführen. Die Abnahme beinhaltet u. a. die Übergabe der kompletten Dokumentation der Unterlagen nach Pos. 5.9. einschließlich Einmaßdaten und Ausbauzeichnung.

Der AN übernimmt gemäß VOB für alle seine Arbeiten eine Gewährleistung.

Die Abnahme der Leistungen des AN ist zu protokollieren.

¹ Nach UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (2009).

Übergabepunkt der ausführenden Bohrfirma an die nachfolgenden Gewerke ist:

- ☐ Ausgang Erdwärmesonde
- ☐ Schachtbauwerk
- ☐ Heizraum
- ☐ (Sonstiges).....

Eventualposition (für den Fall mehrerer Erdsonden):

Da zwei (drei) Erdsonden zur Ausführung gelangen, ist darauf zu achten, dass die Längen aller Erdsonden einschließlich der jeweiligen Anschlussleitungen bis zum Verteiler exakt gleich lang sind. Dann muss beim Anschluss an den Verteiler kein hydraulischer Abgleich vorgenommen werden. Sollte das aus baulichen Gründen nicht möglich sein, so sind für Vor- und Rücklauf jeweils regelbare Sammelverteiler zu setzen. Ein hydraulischer Abgleich ist erforderlich.

Pos.	Leistung	Menge	Einheit/ Dimension	Einheitspreis	Gesamtpreis
1.	Genehmigungen				
1.1	Erstellen und Einreichen der erforderlichen Bohranzeigen und ggf. bergrechtlichen Anträge mit Antragsunterlagen (s. Leitfaden Erdwärmennutzung in Niedersachsen)		Stück		
1.2	Erstellen und Einreichen der erforderlichen wasserrechtlichen Anträge mit Antragsunterlagen (s. Leitfaden Erdwärmennutzung in Niedersachsen und Vorgaben der Wasserbehörde). Ausgenommen sind Nachforderungen der Wasserbehörde (z. B. hydrogeologische Stellungnahme).		Stück		
1.3	Beantragung Einleitgenehmigung (Eventualposition bei Spülbohrungen)	EP	Stück		
2	Baustelleneinrichtung				
2.1	Vorrichten, Verladen, Vorhalten der Ausrüstung für die Dauer der Baumaßnahme, An-/Abtransport, Einrichten und Räumen der Baustelle einschließlich Baustellensicherungsmaßnahmen		pauschal		
2.2	Umsetzen (Auf- und Abbau der Bohranlage einschließlich Zwischentransport zu weiterer Bohrung)		Stück		
2.3	Container für ordnungsgemäße Bohrgutentsorgung und Entsorgungskosten sowie Abwassergebühren (Entsorgung mit Nachweis)		pauschal		
3	Bohr-, Ausbau-, Verpressarbeiten				
3.1	Herstellen einer Bohrung mit einem der Geologie und der vorgesehenen Sondenlänge angepassten Bohrverfahren mit entsprechendem Mindestbohrdurchmesser (s. Leitfaden) inklusive aller Hilfs- und Sperrverrohrungen Ø Bohrungen:.....mm Max. Endteufe (tiefste Bohrung):.....m		Meter (m)		
3.2	Probenahme (DIN EN ISO 22475-1), geologische Aufnahme der Bohrproben und Darstellung/Dokumentation der Schichtenfolge gemäß Leitfaden Erdwärmennutzung in Niedersachsen.		pauschal		

Pos.	Leistung	Menge	Einheit/ Dimension	Einheitspreis	Gesamtpreis
3.3	Liefern und Einbau der vorkonfektionierten Erdwärmesonde(n), inklusive Beschwerungsgewicht und herstellenseitigem Druckprüfprotokoll Sondenmaterial: Hersteller: Durchmesser mm Sondentyp: Beschwerungsgewicht:.....kg		Meter (m)		
3.4	Liefern und Einbau von Distanzhaltern je Erdwärmesonde		Stück		
3.5	Verfüllen des Ringraumes im Kontraktorverfahren mit für geothermische Zwecke zugelassenem Verpressmaterial (Fertigprodukt). Dichte gemäß Hersteller > 1,4 kg/dm ³ Hersteller:..... Produktname:..... Wärmeleitfähigkeit:.....W/mK		Kubikmeter (m ³)		
3.6	Liefern und Einbau eines EWS-Packers Optional (z. B. bei artesischen Grundwasserverhältnissen am Standort)	EP	Stück		
3.7	Durchführung der Dichtigkeits- und Druckprüfungen nach Anhang 3 des Leitfadens Erdwärmenutzung in Niedersachsen und dichter Abschluss der EWS-Stränge mittels geeigneter Verschlusskappen bis zur Anbindung der Anschlussleitungen, einschließlich Dokumentation		Stück		
3.8	Eventualposition Beseitigung von Bohrhindernissen inklusive An- und Abtransport sowie Vorhalten der dazu benötigten Ausrüstung (gemäß ATV DIN 18301 „Besondere Leistung“)	1	Stunde (h)		
4	Horizontale Anbindung und Verteilerbauwerk				
4.1	Graben für horizontale Anbindung profilgerecht ausheben, Grabenbreite.....m, Grabentiefe 1 m, Aushub seitlich lagern und nach Rohrverlegung wieder verfüllen sowie verdichten inklusive Ein- und Rückbau von Verbau nach Wahl des AN (DIN 4124) und inklusive Verpressmaterial		Meter (m)		
4.2	Elektroschweißhosenrohr PEHD, Dimensionenx.....mm, Hersteller..... liefern und mit den Leitungen fachgerecht verschweißen (DVS 2207, DVGW GW 330)		Stück		
4.3	PEHD-Rohr, Rohrdimensionen.....x.....mm als Sammel- und Anschlussleitung mit Trassenwarnband liefern und verlegen (DIN 1988-2) inklusive Ausrichten, Biegen und Befestigen		Meter (m)		
4.4	Eventualposition Baugrube für die Montage eines Verteiler-Fertigschachtes ausheben. Grubenmaßex.....x.....m, Aushub seitlich lagern und nach Schachteinbau und Anschlussarbeiten wieder verfüllen und verdichten inklusive Ein- und Rückbau von Verbau nach Wahl des AN (DIN 4124).		pauschal		
4.5	Eventualposition Liefern, Einbau und Anschluss eines Verteiler-Fertigschachtes Fabrikat		pauschal		

Pos.	Leistung	Menge	Einheit/ Dimension	Einheitspreis	Gesamtpreis
4.6	Eventualposition Verteilereinheit Fabrikat mit Abgängen, inklusive Absperrvorrichtungen und Vorrichtung für hydraulischen Abgleich liefern, montieren und anschließen.		Stück		
4.7	Erstellen von zwei Kernbohrungen für Gebäudeein- führung, Durchmesser.....mm durch Mauerwerk oder Stahlbetonwände inkl. Lieferung und Montage von gas- und wasserdichter Mauerdurchführung Fabrikat.....	2	Stück		
4.8	Liefern und Einbringen von Wärmeträgerflüssigkeit inkl. Spülen und Entlüften der Gesamtanlage sowie mischen bis zu einer Konzentration von% Produktname:.....		Liter		
4.9	Durchführung einer Druck-Dichtigkeitsprüfung der Gesamtanlage mit dem 1,5fachen Betriebsdruck		pauschal		
4.10	Erstellen und Liefern des Anlageninstallationspro- tokolls gemäß Leitfaden zur Erdwärmenutzung (Anhang 4 Leitfaden Erdwärmenutzung in Nieder- sachsen)		pauschal		
5	Eventualpositionen und Dokumentationen				
5.1	Geologe	EP	Stunde (h)		
5.2	Geräteführer	EP	Stunde (h)		
5.3	Bohrhelfer/Monteur	EP	Stunde (h)		
5.4	Bohranlage komplett	EP	Stunde (h)		
5.5	Montagewagen	EP	Stunde (h)		
5.6	Kleinbagger	EP	Stunde (h)		
5.7	Einholen von Informationen zu Leitungstrassen im Bohrfeld und beim Kampfmittelbeseitigungsdienst		pauschal		
5.8	Fotodokumentation der wesentlichen Arbeiten, ins- besondere der Bohr-, Ausbau- und Verpressarbeiten inklusive der eingesetzten Gerä- te, Materialien und Techniken sowie der errichteten Erdwärmesonden mit eindeutigem Bezug zur örtli- chen Baustelle		pauschal		
5.9	Zusammenstellung der Gesamtdokumentation, be- stehend aus: Bohrprotokollen (Schichtenverzeich- nis Pos. 3.2, Spülungsprotokoll), Ausbauprotokolle (Hersteller-datenblatt Verpressmaterial, Verpress- protokoll), Dichtigkeits- und Druckprotokolle (werks- seitiges Protokoll für die Sonde und Sondenfuß, bauseitige Prüfung Pos. 3.7 und 4.9), Schweißpro- tokolle, Herstellerdatenblatt Wärmeträgerflüssigkeit und Anlagenprotokoll Pos. 4.10 in.....facher Ausfertigung.		pauschal		

1	Teilsomme Genehmigungen	
2	Teilsomme Baustelleneinrichtung	
3	Teilsomme Bohr-, Ausbau-, Verpressarbeiten	
4	Teilsomme horizontale Anbindung und Verteilerbauwerk	
5	Teilsomme Eventualpositionen und Dokumentationen	
	Nettobetrag	
	Mehrwertsteuer	
	Gesamtbetrag	

Anhang 3: Prüf- und Abnahmeprotokoll von Erdwärmesonden

Sondendichtigkeit, Druckprüfung und Verfüllung (in Anlehnung an VDI 4640 (VDI 2001a, b; 2010) bzw. DIN EN 805 (DIN 2000)/DVGW W 400-2 (DVGW 2004))

Auftraggeber:	Ausführende Firma:
Adresse Baustelle:	Seite: von Seiten

Erdwärmesonde Nr.:

Hersteller/ Fabrikationsnummer			
Länge [m]			
Durchmesser außen [mm] / Doppel/Einfach-U	32 ☐ 40 ☐ ____ mm ☐	Doppel-U ☐	Einfach-U ☐
Material	PE 100 ☐	PE-RC ☐	PE-X ☐
Anderes Material als PE (Bezeichnung)			
Zuleitungslänge (Grabenlänge) [m]			

Sondendichtigkeitsprüfung vor Einbau / vor Einbringen der Verfüllung

Prüfdatum, Zeit	Kreis 1	Kreis 2
Optische Prüfung vor Einbau erfolgt?	Ja ☐ Nein ☐	Ja ☐ Nein ☐
EWS vor Einbau gespült	Ja ☐ Nein ☐	Ja ☐ Nein ☐
Wasserdurchflussmenge [l/min] vor Verfüllung		
Druck während Durchfluss [bar] vor Verfüllung		
Sondendichtigkeit vor Verfüllung gegeben	Ja ☐ Nein ☐	Ja ☐ Nein ☐

Druckprüfung unmittelbar nach Einbringen der Verfüllung nach DIN EN 805/DVGW W 400-2 (s. Abb. 11)

Prüfdatum, Zeit		Kreis 1			Kreis 2		
		Dauer	Zeit	EWS	Dauer	Zeit	EWS
1	Prüfdruck aufbringen (12 bar ± 1 bar)	<10 Min	-10 Min		<10 Min	-10 Min	
2	Druckhaltephase (min. 10 bar) (A)	10 Min	0 Min		10 Min	0 Min	
3	Ruhezeit, Druckabfall max. 30 % (B)	60 Min	60 Min		60 Min	60 Min	
4	Druck um 2 bar reduzieren (C)						
	Menge des abgelassenen Wassers in Liter						
5	Hauptprüfung (30 Minuten) (D)	10 Min	70 Min		10 Min	70 Min	
	(E)	10 Min	80 Min		10 Min	80 Min	
	(F)	10 Min	90 Min		10 Min	90 Min	
Bedingungen erfüllt		Ja ☐ Nein ☐			Ja ☐ Nein ☐		

Verfüllung

Produktname		
Dichte [kg/l] soll/ist		
Bohrdurchmesser [mm]		
Soll-Verpressmenge [l]		
Ist-Verpressmenge [l]		
Verpressung über	PE-Rohr ☐	Stahl-Gewinde-Rohr ☐
Mischertyp	Durchlaufmischer ☐	Chargenmischer ☐
Verpressdauer	von	bis

Abnahme

Ort und Datum	Bauherr oder Vertreter	Geräteführer

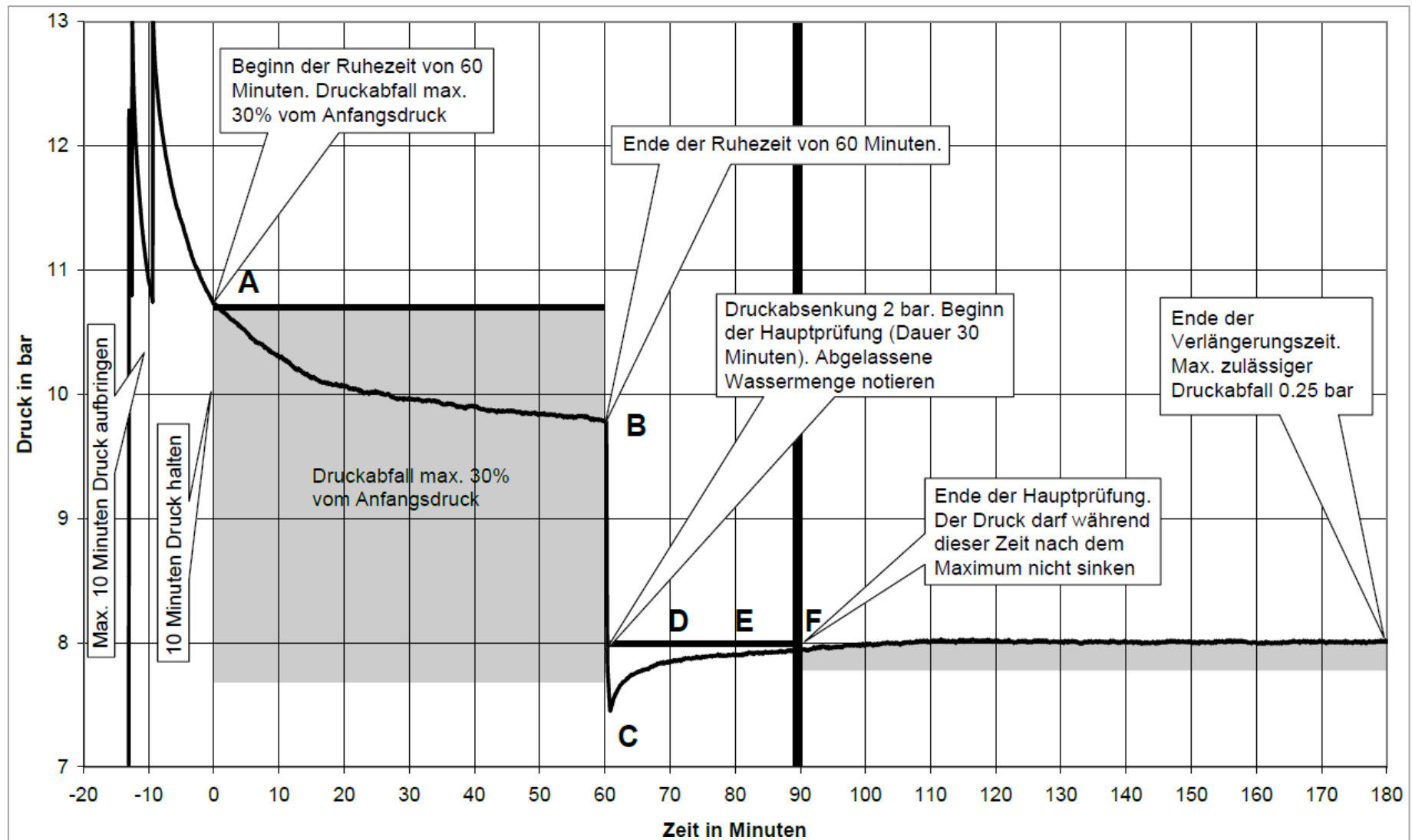


Abb. 11: Druckprüfung von Erdwärmesonden in Anlehnung an DIN EN 805/DVGW W 400-2 (Quelle: <http://istgis.ist.supsi.ch/portale/doc/Druckpruefung.pdf>).

Anhang 4a: Anlageninstallationsprotokoll für Erdwärmesondenanlagen

Anlageninstallationsprotokoll für Erdwärmesondenanlagen (Seite 1 von 2)

Auftraggeber:	Ausführende Firma:
Adresse Baustelle:	

Durchgeführte Arbeiten, eingesetzte Werkstoffe usw.					Kontrolle/ Bemerkung
Bohrleistungen und Sondenbau					
1	Bohrarbeiten				
	Grundwasserstand [m u. GOK]				
	Bei artesischen Verhältnissen Druckhöhe [m ü. Gelände]				
	Spülungsverluste				
	Lagerung der Bohrproben				
2	Sonden	Hersteller		Produkt- bezeichnung	
	Anzahl				
	Bauart	Einfach-U	☐	Doppel-U	☐
	Durchmesser	DN 32	☐	DN 40	☐
	Wärmeträgermittel (Handelsname)			Menge in Liter (unverdünnt)	
	Mischungsverhältnis Wärmeträger/Wasser				
	3	Sondeneinbau			
Von der Haspel	☐				
Gewebepacker verwendet?	☐				
Dichtigkeits-/Druckprüfung erfolgt/ Prüfprotokoll beigefügt	☐		Prüfdruck [bar]		
Drucküberwachung mit automatischer Abschaltung bei Druckverlust vorhanden	☐				
4	Verpressarbeiten				
	Misch- und Verpressanlage (Typ)				
	Hersteller des Verpressmaterial				
	Bezeichnung des Verpressmateial			Für geothermische Zwecke zugelassen?	☐
	Dichte (>1,3 kg/dm³): [kg/dm³]				
	Verpressmenge [kg Trockenmasse]				

**Ausführende Firma Bohrleistungen
und Sondenbau (Stempel):**

Anlageninstallationsprotokoll für Erdwärmesondenanlagen (Seite 2 von 2)

Auftraggeber:	Ausführende Firma:
Adresse Baustelle:	

Durchgeführte Arbeiten, eingesetzte Werkstoffe usw.		Kontrolle/ Bemerkung
Anlagenbau		
1	Anlage	
	Anlagenleistung (Heizleistung) [kW]	
	Druckdichtigkeitsprüfung der Gesamtanlage (1,5facher Betriebsdruck) erfolgt	☐

Ausführende Firma
Anlagenbau (Stempel):

Anhang 4b: Anlageninstallationsprotokoll für Erdwärmekollektoranlagen

Anlageninstallationsprotokoll für Erdwärmekollektoranlagen (Seite 1 von 2)

Auftraggeber:	Ausführende Firma:
Adresse Baustelle:	

Durchgeführte Arbeiten, eingesetzte Werkstoffe usw.				Kontrolle/ Bemerkung
Erdarbeiten und Kollektorbau				
1	Erdarbeiten			
	Grundwasserstand bekannt? [m u. GOK]			
	Bodentyp (z. B. Sand, Lehm, Torf)			
	Regenwasserversickerung auf dem Kollektor geplant?			
2	Kollektoren			
	Hersteller	Produkt- bezeichnung		
	Kollektorart (Flächen-, Graben- kollektor, Korb etc.)			
	Max. Einbautiefe [m]	Anzahl der Elemente		
	Flächenkollektor ☐	Fläche [m²]		
	Grabenkollektor ☐	Länge [m]		
		Höhe [m]		
	Erdwärmekorb ☐	Durchmesser [mm]		
		Höhe [m]		
	Wärmeträgermittel (Handelsname)	Menge in Liter (unverdünnt)		
	Mischungsverhältnis Wärmeträger/Wasser			
3	Kollektoreinbau			
	Dichtigkeits-/Druckprüfung erfolgt ☐	Prüfdruck [bar]		
	Drucküberwachung mit automatischer Abschaltung bei Druckverlust vorhanden ☐			
	Füllboden (Material)			

**Ausführende Firma Erdarbeiten
und Kollektorbau (Stempel):**

Anlageninstallationsprotokoll für Erdwärmekollektoranlagen (Seite 2 von 2)

Auftraggeber:	Ausführende Firma:
Adresse Baustelle:	

Durchgeführte Arbeiten, eingesetzte Werkstoffe usw.		Kontrolle/ Bemerkung
Anlagenbau		
1	Eingebauter Kollektor	
	Anlagenleistung (Heizleistung) [kW]	
	Druckdichtigkeitsprüfung der Gesamtanlage (1,5facher Betriebsdruck) erfolgt (VDI 4640 Blatt 2 Nr. 4.2.7)	☐

Ausführende Firma
Anlagenbau (Stempel):

Anhang 4c: Anlageninstallationsprotokoll für Erdwärmebrunnensysteme

Anlageninstallationsprotokoll für Erdwärmebrunnensysteme (Seite 1 von 2)

Auftraggeber:	Ausführende Firma:
Adresse Baustelle:	

Durchgeführte Arbeiten, eingesetzte Werkstoffe usw.					Kontrolle/ Bemerkung
Bohrleistungen und Brunnenbau					
1 Bohrarbeiten					
Grundwasserstand [m u. GOK]					
Flurabstand (Tiefe bis zum Grundwasserspiegel)	> 2 m	☐	< 20 m	☐	
Bei artesischen Verhältnissen Druckhöhe [m ü. GOK]					
Spülungsverluste					
Lagerung der Bohrproben					
Bohrdurchmesser [mm]					
2 Brunnen					
Anzahl	Förderbrunnen		Schluckbrunnen		
Ausbaudurchmesser [mm]					
Filterstrecke [m u GOK]	von	bis	von	bis	
Ableitung des geförderten Wassers in	Schluckbrunnen	☐	Oberflächen- gewässer	☐	
	Entwässerung	☐			
3 Brunnenpumpe					
Maximale Förderleistung [m³/h]					
Einbautiefe der Druckpumpe [m u GOK]			Saugpumpe	☐	

**Ausführende Firma Bohrleistungen
und Brunnenbau (Stempel):**

Anlageninstallationsprotokoll für Erdwärmebrunnensysteme (Seite 2 von 2)

Auftraggeber:	Ausführende Firma:
Adresse Baustelle:	

Durchgeführte Arbeiten, eingesetzte Werkstoffe usw.					Kontrolle/ Bemerkung
Anlagenbau					
1	Wärmetauscher	Hersteller		Typ	
	Zwischen-Wärmetauscher vorhanden?	☐			
	Wärmetauscher-Typ (z. B. Plattenwärmetauscher)				
2	Geplante Fördermenge [m³/a]				

Ausführende Firma
Anlagenbau (Stempel):

Anhang 5: Adressen der Unteren Wasserbehörden

Landkreis Ammerland
Untere Wasserbehörde
Ammerlandallee 12
26655 Westerstede
Tel.: 04488/562560
h.waden@ammerland.de

Landkreis Aurich
Untere Wasserbehörde
Postfach 1480
26584 Aurich
Tel.: 04941/166670
info@landkreis-aurich.de

Stadt Braunschweig
Untere Wasserbehörde
Postfach 3309
38023 Braunschweig
Tel.: 0531/470 6306
umweltschutz@braunschweig.de

Landkreis Celle
Untere Wasserbehörde
Postfach 1105
29201 Celle
Tel.: 05141/916 6651
wasser@lkcelle.de

Stadt Celle
Untere Wasserbehörde
Helmuth-Hörstmann-Weg 1
29221 Celle
Tel.: 05141/12487
umwelt@celle.de

Landkreis Cloppenburg
Untere Wasserbehörde
Postfach 1480
49644 Cloppenburg
Tel.: 04471/15 147
kreishaus@lkclp.de

Landkreis Cuxhaven
Untere Wasserbehörde
Vincent-Lübeck-Straße 2
27474 Cuxhaven
Tel.: 04721/662532
b.schulze@landkreis-cuxhaven.de

Stadt Cuxhaven
Untere Wasserbehörde
Rathausplatz 1
27472 Cuxhaven
Tel.: 04721/7000
info@cuxhaven.de

Stadt Delmenhorst
Untere Wasserbehörde
Rathausplatz 1
27749 Delmenhorst
Tel.: 04221/99 1156
umwelt@delmenhorst.de

Landkreis Diepholz
Untere Wasserbehörde
Postfach 1340
49343 Diepholz
Tel.: 05441/976 1264
wasserwirtschaft@diepholz.de

Stadt Emden
Untere Wasserbehörde
Postfach 2254
26702 Emden/Ostfriesland
Tel.: 04921/871474
streich@emden.de

Landkreis Emsland
Untere Wasserbehörde
Postfach 1562
49705 Meppen
Tel.: 05931/44 0
info@emsland.de

Landkreis Friesland
Untere Wasserbehörde
Postfach 1244
26436 Jever
Tel.: 04461/919 5000
landkreis@friesland.de

Landkreis Gifhorn
Untere Wasserbehörde
Postfach 13 60
38516 Gifhorn
Tel.: 05371/82 684
wasserwirtschaft@gifhorn.de

Landkreis Goslar
Untere Wasserbehörde
Postfach 2020
38610 Goslar
Tel.: 05321/76 679
andrea.bock@landkreis-goslar.de

Stadt Goslar
Untere Wasserbehörde
Postfach 2569
38615 Goslar
Tel.: 05321/704 0
stadtverwaltung@goslar.de

Landkreis Göttingen
Untere Wasserbehörde
Reinhäuser Landstraße 4
37083 Göttingen
Tel.: 0551/525 458
wasserwirtschaft@landkreisgoettingen.de

Stadt Göttingen
Untere Wasserbehörde
Hiroshimaplatz 1-4
37083 Göttingen
Tel.: 0551/400 2245
umwelt@goettingen.de

Landkreis Grafschaft Bentheim
Untere Wasserbehörde
van-Delden-Straße 1-7
48529 Nordhorn
Tel.: 05921/96 1531
bohranzeigen@grafschaft.de

Stadt Hameln
Untere Wasserbehörde
Rathausplatz 1
31785 Hameln
Tel.: 05151/202 0
untere-wasserbehoerde@hameln.de

Landkreis Hameln-Pyrmont
Untere Wasserbehörde
Postfach 101335
31763 Hameln
Tel.: 05151/903 4308
wasser@hameln-pyrmont.de

Region Hannover
Untere Wasserbehörde
Postfach 147
30001 Hannover
Tel.: 0511/616 22609
gewaesserschutz@region-hannover.de

Landkreis Harburg
Untere Wasserbehörde
Postfach 1440
21414 Winsen (Luhe)
Tel.: 04171/693 320
erdwaerme@lkharburg.de

Landkreis Heidekreis
Untere Wasserbehörde
Winsener Straße 17
29614 Soltau
Tel.: 05191/970 717
wasserbehoerde@heidekreis.de

Landkreis Helmstedt
Untere Wasserbehörde
Postfach 1560
38335 Helmstedt
Tel.: 05351/121 2522
wasserbehoerde@landkreis-helmstedt.de

Landkreis Hildesheim
Untere Wasserbehörde
Bischof-Janssen-Straße 31
31134 Hildesheim
Tel.: 05121/3090
FDL303@landkreishildesheim.de

Stadt Hildesheim
Untere Wasserbehörde
Postfach 101255
31112 Hildesheim
Tel.: 05121/301 3170
w.klages@stadt-hildesheim.de

Landkreis Holzminden
Untere Wasserbehörde
Postfach 1353
37593 Holzminden
Tel.: 05531/707 405
wasser@landkreis-holzminden.de

Landkreis Leer
Untere Wasserbehörde
Bergmannstraße 37
26789 Leer/Ostfriesland
Tel.: 0491/926 0
wasserwirtschaft@lkleer.de

Stadt Lingen (Ems)
Untere Wasserbehörde
Elisabethstraße 14-16
49808 Lingen (Ems)
Tel.: 0591/9144 383
info@lingen.de

Landkreis Lüchow-Dannenberg
Untere Wasserbehörde
Postfach 1252
29432 Lüchow (Wendland)
Tel.: 05841/120 585
ea.schulz@luechow-dannenberg.de

Landkreis Lüneburg
Untere Wasserbehörde
Auf dem Michaeliskloster 4
21335 Lüneburg
Tel.: 04131/26 1349
umwelt@landkreis.lueneburg.de

Hansestadt Lüneburg
Untere Wasserbehörde
Postfach 2540
21315 Lüneburg
Tel.: 04131/309 471
umwelt@stadt.lueneburg.de

Landkreis Nienburg/Weser
Untere Wasserbehörde
Kreishaus am Schloßplatz
31582 Nienburg
Tel.: 05021/967 873
wasser@kreis-ni.de

Landkreis Northeim
Untere Wasserbehörde
Postfach 1363
37143 Northeim
Tel.: 05551/708188
gschleicher@landkreis-northeim.de

Landkreis Oldenburg
Untere Wasserbehörde
Postfach 1464
27781 Wildeshausen
Tel.: 04431/850
landkreis.oldenburg@oldenburg-kreis.de

Stadt Oldenburg
Untere Wasserbehörde
Industriestraße 1
26121 Oldenburg
Tel.: 0441/235 2644
wasserbehoerde@stadt-oldenburg.de

Landkreis Osnabrück
Untere Wasserbehörde
Postfach 2509
49015 Osnabrück
Tel.: 0541/501 4217
geothermie@lkos.de

Stadt Osnabrück
Untere Wasserbehörde
Postfach 4460
49034 Osnabrück
Tel.: 0541/323 3173
umwelt@osnabrueck.de

Landkreis Osterholz
Untere Wasserbehörde
Postfach 1262
27702 Osterholz-Scharmbeck
Tel.: 04791/930 0
umweltamt@landkreis-osterholz.de

Landkreis Osterode am Harz
Untere Wasserbehörde
Herzberger Str. 5
37520 Osterode am Harz
Tel.: 05522/960 671
wasser@landkreis-osterode.de

Landkreis Peine
Untere Wasserbehörde
Postfach 1360
31203 Peine
Tel.: 05171/401 8111
umwelt@landkreis-peine.de

Landkreis Rotenburg (Wümme)
Untere Wasserbehörde
Postfach 1440
27344 Rotenburg (Wümme)
Tel.: 04261/983 2751 (Altkreis Rothenburg)
Tel.: 04761/983 4754 (Altkreis Bremervörde)
wasserwirtschaft@lk-row.de

Stadt Salzgitter
Untere Wasserbehörde
Postfach 100680
38206 Salzgitter
Tel.: 05341/839 3222
umwelt@stadt.salzgitter.de

Landkreis Schaumburg
Untere Wasserbehörde
Jahnstraße 20
31655 Stadthagen
Tel.: 05721/703 414
uwb.66@landkreis-schaumburg.de

Landkreis Stade
Untere Wasserbehörde
Am Sande 2
21682 Stade
Tel.: 04141/12 660
umweltamt.wasserwirtschaft
@landkreis-stade.de

Landkreis Uelzen
Untere Wasserbehörde
Postfach 1761
29507 Uelzen
Tel.: 0581/82 403
info@landkreis-uelzen.de

Landkreis Vechta
Untere Wasserbehörde
Postfach 1353
49375 Vechta
Tel.: 04441/898 2523
2523@landkreis-vechta.de

Landkreis Verden
Untere Wasserbehörde
Lindhooper Strasse 67
27283 Verden (Aller)
Tel.: 04231/15 210
simone-kungel@landkreis-verden.de

Landkreis Wesermarsch
Untere Wasserbehörde
Postfach 1352
26913 Brake
Tel.: 04401/927 311
ute.peters@lkbra.de

Stadt Wilhelmshaven
Untere Wasserbehörde
Freiligrathstraße 420 B
26386 Wilhelmshaven
Tel.: 04421/162564
untere_wasserbehoerde
@stadt.wilhelmshaven.de

Landkreis Wittmund
Untere Wasserbehörde
Postfach 1355
26400 Wittmund
Tel.: 04462/86 1290
bauamt@lk.wittmund.de

Landkreis Wolfenbüttel
Untere Wasserbehörde
Bahnhofstraße 11
38300 Wolfenbüttel
Tel.: 05331/84 0
amt64@lk-wf.de

Stadt Wolfsburg
Untere Wasserbehörde
Postfach 100944
38409 Wolfsburg
Tel.: 05361/28 1234
wasserbehoerde@stadt.wolfsburg.de

Autoren

- Martin Ast
Niedersächsisches Ministerium für
Umwelt, Energie und Klimaschutz
Archivstraße 2,
30169 Hannover.
- Dr. Hans Eckl
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L 3.2 „Wasser- und
Abfallwirtschaft, Altlasten“,
Stilleweg 2,
30655 Hannover.
- Dr. Jörg Elbracht
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L 3.6 „Hydrogeologie“,
Stilleweg 2,
30655 Hannover.
- Kerstin Fischer
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L 3.5 „Geologie und Boden“,
Stilleweg 2,
30655 Hannover.
- Joachim Fritz
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L 2.3 „Bauwirtschaft,
Baugrund und Georisiken“,
Stilleweg 2,
30655 Hannover.
- Sabine Henke-Jelit
Niedersächsisches Ministerium für
Umwelt, Energie und Klimaschutz
Archivstr. 2,
30169 Hannover.
- Holger Jensen
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Zentrum für TiefenGeothermie/
Oberflächennahe Geothermie
Hannoversche Straße 30A
29221 Celle.
- Sandra Pester
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Zentrum für TiefenGeothermie/
Oberflächennahe Geothermie
Hannoversche Straße 30A
29221 Celle.
- Dr. Jan Sbresny
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie,
Referat L 2.5 „Datenmanagement, NIBIS“,
Stilleweg 2,
30655 Hannover.

Irgendwann guckt sich
jeder die Radieschen
von unten an.

Wir schon zu Lebzeiten.

Mehr zu innovativen Geowissenschaften unter: www.lbeg.niedersachsen.de



Niedersachsen

Sie kennen unsere Pferde. Erleben Sie unsere Stärken.

ISSN 1864 – 7529