

TransGeoTherm

Geothermale Energie für die grenzüberschreitende Entwicklung der Neiße-Region – Pilotprojekt

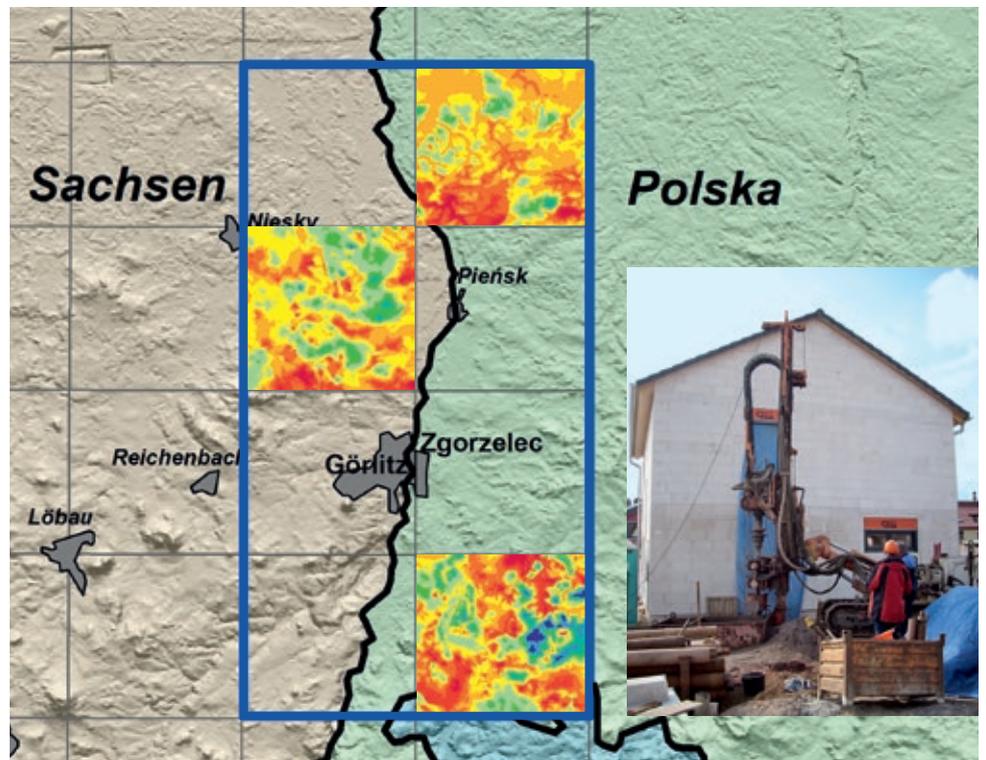
LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN



Informationsbroschüre zur Nutzung oberflächennaher Geothermie



Europäische Union. Europäischer Fonds für regionale Entwicklung: Investition in Ihre Zukunft/
Unia Europejska. Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego: Inwestujemy w waszą przyszłość

Inhalt

03	Vorwort
04	1 Einleitung
05	2 Möglichkeiten der Erdwärmenutzung
06	3 Technologie der Erdwärmenutzung
06	3.1 Wärmequellenanlagen
09	3.2 Kühlung von Gebäuden
09	3.3 Verbundprojekt
10	3.4 Energieeffizienz und Ökologie
11	4 Bau und Funktionsweise von Erdwärmesondenanlagen
11	4.1 Bau und Funktion der Sonde
11	4.2 Das Prinzip der Wärmepumpe
13	5 Rechtliche und fachliche Beurteilung von Erdwärmesonden
13	5.1 Rechtsgrundlagen
14	5.2 Verfahrensablauf
16	5.3 Hydrogeologische Kriterien
17	5.4 Kriterien zur wasserrechtlichen Beurteilung
18	6 Hinweise zu Planung, Bauausführung und Anlagenbetrieb
18	6.1 Planung und Auslegung einer Erdwärmesondenanlage
19	6.2 Bauausführung
20	6.3 Anlagenbetrieb
20	6.4 Qualitätssicherung
21	Quellenverzeichnis
23	Verzeichnisse
24	Anlagen

Vorwort

Seit Mitte der 1990er-Jahre rückt die Erdwärme als alternative Energie immer mehr in den Vordergrund. Deshalb verstärkte die Landesverwaltung in Sachsen ihre Aktivitäten zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien und veröffentlichte im Jahr 2009 die erste Geothermie-Karte Sachsens im Internet. Seitdem werden kontinuierlich weitere Karten vor allem für die Ballungsgebiete Dresden, Leipzig und Chemnitz erstellt und publiziert.

Angeregt durch den sächsischen Geothermie-Atlas entstand beim Polnischen Geologischen Dienst die Idee, die Erfahrungen Sachsens bei der Erstellung geothermischer Karten zu nutzen. Im Herbst 2011 trat der Polnische geologische Dienst, Sektion Niederschlesien in Wrocław, an das LfULG heran, um im Rahmen eines gemeinsamen Projekts eine grenzüberschreitende Geothermie-Karte entsprechend der sächsischen Methodik zu erstellen.

Daraus entstand das Projekt »TransGeoTherm«, das von der Europäischen Union im Rahmen des operationellen Programms der grenzübergreifenden Zusammenarbeit Sachsen-Polen von 2007 bis 2013 gefördert wurde. Ziel des Projektes war die Erarbeitung und Bereitstellung von Planungsgrundlagen für die Nutzung der oberflächennahen Geothermie in der sächsisch-polnischen Neiße-Region. Dazu wurde die sächsische Methodik an die regionalen Anforderungen angepasst und weiterentwickelt. Nutzer sind vor allem Behörden, Planungsbüros und Bauherren von Erdwärmeanlagen sowie interessierte Bürger.

In dieser Broschüre wird der Schwerpunkt auf den rechtlichen und planerischen Rahmen der Erdwärmennutzung gerichtet und die Anwendung der im Projekt erarbeiteten Kartengrundlagen nutzerfreundlich erläutert. Das Projekt »TransGeoTherm« setzt ein deutlich sichtbares Zeichen für die zunehmende Nutzung des Erdwärmepotenzials in Sachsen und Polen.



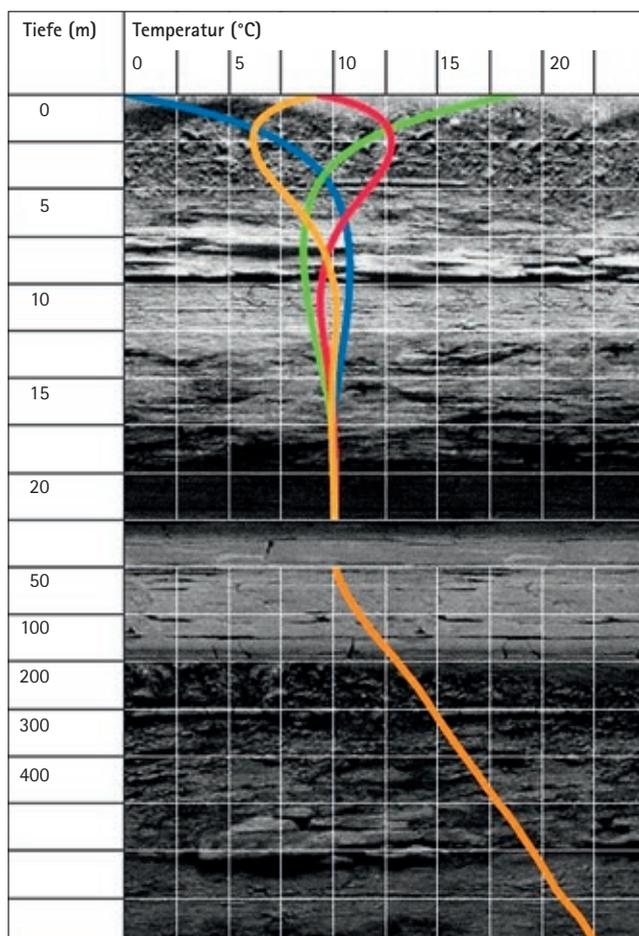
A handwritten signature in black ink, appearing to read 'N. Eichkorn', written in a cursive style.

Norbert Eichkorn
Präsident des Sächsischen Landesamtes für
Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

1 Einleitung

Unter dem Begriff »geothermische Energie« oder »Erdwärme« wird die in Form von Wärme gespeicherte Energie in der Erde verstanden.

Bis in eine Tiefe von etwa 10 bis 20 m unter der Erdoberfläche wird die Temperatur durch die Sonneneinstrahlung und klimatische Temperaturschwankungen beeinflusst. Unterhalb dieses Einflussbereichs beträgt die Temperatur in unseren Breiten im Mittel ca. 10 °C. Sie nimmt in Abhängigkeit vom Aufbau und der Zusammensetzung der Erdkruste mit der Tiefe, etwa um 3 Grad pro 100 m Tiefe (mittlerer geothermischer Gradient für Sachsens Untergrund) zu. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 1 veranschaulicht.



■ Februar ■ Mai ■ August ■ November
■ Tieferer Untergrund

Abb. 1 Temperaturverlauf in den oberen Gesteinsschichten

Erdwärme ist eine in menschlichen Zeitdimensionen unerschöpfliche Energieressource. Ihre Nutzung wirkt sich positiv auf die Umwelt aus, da sie zur Schonung fossiler Energiequellen und Verminderung der CO₂-Emission beiträgt.

Erdwärme ist ganzjährig und in Tiefen > 20 m wetterunabhängig verfügbar. Ihre Nutzung ist bei korrekter Planung und fachgerechtem Bau und Betrieb der Anlagen unbedenklich für Boden und Grundwasser.

Die vorliegende Informationsbroschüre richtet sich vor allem an interessierte Bauherren, an Planer, Anlagenbauer, Behörden sowie sonstige Interessenten. Sie ist schwerpunktmäßig auf die Erfordernisse bei der Nutzung von Erdwärme mittels Erdwärmesonden ausgerichtet und gibt zusätzlich einen informativen Überblick über weitere Nutzungsbereiche der Erdwärme.

- Erdwärme ist ein Bodenschatz, der in großen Teilen Sachsens durch jedermann genutzt werden kann.
- Am weitesten verbreitet ist die Gewinnung von Erdwärme durch Installation von Sonden in 50 – 100 m tiefen Bohrlöchern.
- Die Errichtung einer derartigen Anlage bedarf der Anzeige bei den zuständigen Behörden und ggf. einer wasserrechtlichen Erlaubnis durch die untere Wasserbehörde im zuständigen Landratsamt bzw. Stadtverwaltung (Anschrift s. Abschnitt 10).
- Die gesamten erforderlichen Arbeiten (Antragstellung, Anlageninstallation, Abnahme) werden von zahlreichen Fachfirmen (Bohrunternehmen, Ingenieurbüros, Heizungsbauer etc.) angeboten.
- Die Informationsbroschüre gibt Hinweise, deren Beachtung für einen optimalen Bau und Betrieb von Erdwärmesondenanlagen erforderlich ist.

2 Möglichkeiten der Erdwärmennutzung

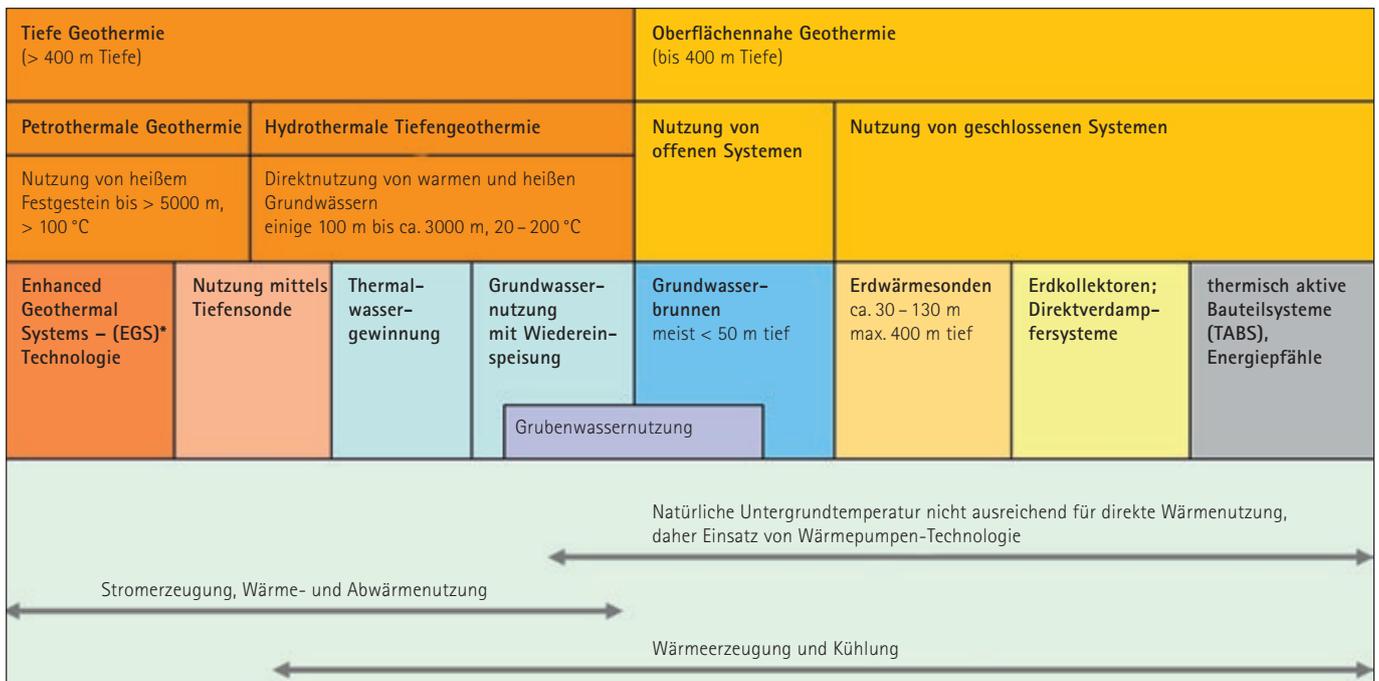
Häufig wird bei der Nutzung von Erdwärme nur an die Wärmeversorgung von einzelnen Gebäuden oder Gebäudekomplexen (Heizung und Warmwasser) sowie an Stromerzeugung gedacht; möglich ist auch noch die Nutzung von Thermalwässern in der therapeutischen Anwendung.

Erdwärme kann auch zur Kühlung von Gebäuden, zur Wärme- und Kältespeicherung im Untergrund sowie zur Schnee- und Eisfreihaltung von Straßen, Schienen, Brücken bzw. von Start- und Landebahnen eingesetzt werden, um nur einige der noch weiter reichenden Nutzungsmöglichkeiten zu nennen.

Die geothermischen Nutzungsbereiche können wie folgt untergliedert werden:

- Oberflächennahe Geothermie (bis ca. 400 m)
- Sonderfälle (im Übergangsbereich zur tiefen Geothermie z. B. Grubenwassergeothermie)
- Tiefe Geothermie (ab ca. 400 m)

In den Folgekapiteln der Informationsbroschüre wird auf die Nutzung der oberflächennahen Erdwärme (bis ca. 400 m Tiefe) eingegangen.



* auch Hot Dry Rock (HDR) oder Hot-Fractured-Rock (HFR)

Abb. 2 Übersicht Beispiele der Erdwärmennutzung

3 Technologie der Erdwärmennutzung

3.1 Wärmequellenanlagen

Ein technisches System zur Nutzung oberflächennaher Erdwärme besteht in der Regel aus einer Wärmequellenanlage, mit der die Energie dem Untergrund entzogen wird, sowie einer Wärmepumpe mit einer Wärmenutzungsanlage (z. B. Fußbodenheizung). Grundsätzlich stehen folgende, in ihren Ausführungen z. T. variierende Wärmequellenanlagen zur Verfügung:

- Erdwärmesonden
- Erdwärmekollektoren
- Erdberührte Betonbauteile
- Entnahme- und Einleitbrunnen
- Anlagen zur Grubenwassernutzung (kann Übergangsbereich zur tiefen Geothermie sein)

Neben den oberirdischen Standortgegebenheiten im Grundstück und am Gebäude sind der geologische Untergrund sowie die Grundwasserverhältnisse am Standort maßgebend für die Art und den Umfang einer Erdwärmennutzung. Geologie und Grund-

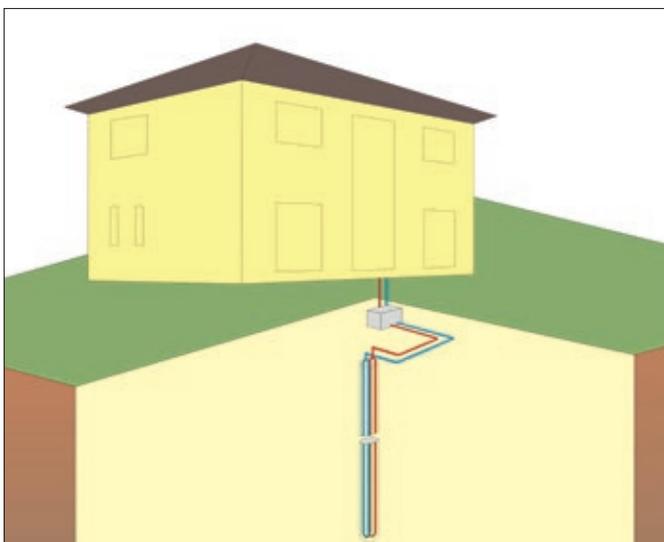


Abb. 3 Schema Erdwärmesonde

wasserverhältnisse bestimmen ferner die Wahl einer bestimmten Anlagenvariante wie z. B. Grundwasser-Wärmepumpe oder Erdwärmesonde sowie deren Effizienz durch eine spezifische Auslegung.

Die Wirtschaftlichkeitsgrenzen variieren bei den einzelnen Technologien und sind auch abhängig von den Betriebskosten und den mit zunehmender Tiefe ansteigenden Bohrungs- bzw. Brunnenbaukosten.

Eine Wärmepumpe wird über ein Nutzungssystem an die Wärmequelle angeschlossen, um über die oberflächennahe Erdwärme in einem Temperaturbereich von ca. 8 °C bis max. 25 °C ein für die Wärmeversorgung ausreichendes höheres Temperaturniveau zu erzielen. Für Zwecke der Kühlung im Temperaturbereich des Untergrundes wird das Wärmeträgermedium meist nur durch eine Umwälzpumpe bewegt (sog. passive Kühlung).

Erdwärmesonden

In Sachsen erfolgt die Erdwärmennutzung derzeit vorrangig mittels Erdwärmesonden. Die Erdwärmesonde, bestehend aus einem oder zwei U-Rohr(en) oder auch einem Koaxial-Rohr (s. a. Abschnitt 4) wird in ein meist vertikales, seltener auch schräges Bohrloch versenkt (s. Abbildung 3). Mit einer solchen Sonde kann dann dem Gestein über eine Wärmeträgerflüssigkeit (Sole) Wärme entzogen werden.

Um den Wärmetransport vom Gestein zu den Sonden zu gewährleisten, sollte die Bohrung mit gut wärmeleitfähigen, abdichtenden Verpressmaterialien verfüllt werden. Die Verpressung des Bohrlochs dient zudem der Unterbindung von Schadstoffeinträgen und der Abdichtung eventuell durchteufter Grundwasserleiter gegeneinander. Den Energietransport zur Wärmepumpe (meist Sole/Wasser-Wärmepumpe) übernimmt die in den Sonden zirkulierende Sole (üblicherweise Frostschutzmittel-Wassergemisch der Wassergefährdungsklasse 1).

Die Sonde erschließt die im Erdinneren gespeicherte Wärmeenergie und arbeitet dabei unter weitgehend konstanten Temperaturbedingungen. Die entzogene Wärmeenergie regeneriert sich bei fachgerechter Anlagenplanung allmählich durch nachströmende Wärme aus den umgebenden Erdschichten, im kombinierten Heiz-/Kühlbetrieb auch durch übertägig anfallende Abwärme. Diese Technologie ist zum Heizen, Kühlen und Speichern einsetzbar.

Außerdem existieren Erdwärmesonden mit Direktverdampferverfahren (s. a. Abschnitt 4.2), bei dem ein unter hohem Druck verflüssigtes Gas in den Sondenrohren verdampft.

Den genannten Vorteilen zur sondengebundenen Erdwärmenutzung sowie weiteren Vorteilen, wie geringer Flächenbedarf, Überbaubarkeit, hohe Zuverlässigkeit und Lebensdauer stehen ein Mehraufwand in Auslegung und Einbau sowie die höheren Anschaffungskosten im Vergleich zu konventionellen Heizungen gegenüber. Unter den heutigen Randbedingungen hat sich die Erdwärmeanlage auf Grund der geringeren jährlichen Betriebskosten nach etwa acht bis zehn Jahren amortisiert.

Geologische, technische und wirtschaftliche Gründe sind ausschlaggebend für die jeweils abzuteufenden Bohrlochtliefen. Hierbei können durchaus Tiefen von über 100 m notwendig werden, wobei in manchen Fällen einzelne sehr tiefe Bohrungen durch mehrere, weniger tiefe Bohrungen kompensiert werden können. In der Regel liegen die Bohrstrecken zwischen 50 und 100 m Tiefe. Sonden bis ca. 30 m Tiefe werden üblicherweise für die Speicherung von saisonaler Wärme (Solarwärme bei Kombination z. B. mit Solarthermieanlagen, Prozesswärme, Abwärme aus der Raumkühlung) verwendet, die bei Bedarf zum Heizen zur Verfügung steht.

Die Anzahl der Erdwärmesonden liegt, je nach Wärmebedarf des Gebäudes bzw. bereitzustellender jährlicher Heizarbeit, zwischen einer bis zwei Sonde(n) zur Wärmeversorgung von Einfamilienhäusern und reicht bis hin zu Multisondensystemen (Sondenfeldern) zur Wärme- und Kälteversorgung von Groß-, Gewerbe- und Industriebauten oder Eigenheimsiedlungen.

Die für den benötigten Wärmebedarf erforderliche Anzahl und Tiefe der Erdwärmesonden ist standortkonkret anhand der (hydro-)geologischen Gegebenheiten und Platzverhältnisse abzuwägen. Dabei sollte immer eine standortbezogene Prüfung dieser Gegebenheiten bei einer fachgerechten Planung von einer auf dem Gebiet der Geothermie sachkundigen Fachfirma erfolgen. Eine weitere Möglichkeit Erdwärmesonden einzusetzen, besteht durch das Abteufen schräger Bohrungen. Dies kann notwendig

werden, wenn zum Beispiel aus hydrogeologischen Gründen eine Bohrtiefenbegrenzung erforderlich ist. Beim GRD®-Verfahren (Geothermal Radial Drilling) werden um einen zentralen, in das Erdreich eingelassenen Schacht, in radialer Anordnung geneigte (schräge) Bohrungen bis zirka 35 m Teufe niedergebracht (s. Abbildung 4). Dabei werden in der Regel Koaxialsonden in die Bohrungen eingebaut, fachgerecht verpresst und im Schacht zusammengeführt.

Die schrägen Erdwärmesonden liegen im Vergleich zu vertikalen Sonden in geringeren Tiefen und somit hauptsächlich in von Jahreszeiten und Sonneneinstrahlung beeinflussten Gesteinseinheiten. Zu beachten sind deshalb neben den Bauausführungs- und Dimensionierungsvorgaben für vertikale Erdsondenbohrungen zum Beispiel auch die Beschaffenheit des Untergrundes und die Erläuterungen zu Erdwärmekollektoren.

Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren sind Wärmeüberträger, die üblicherweise aus Kunststoffrohren bestehen und horizontal in einer Tiefe von in der Regel 1,2 bis max. 1,5 m (20 cm unter der Frosteindringtiefe) verlegt werden. Dabei verlaufen die Rohre im Abstand von 0,5 bis 0,8 m parallel zueinander, sodass je 1 m² Wärmeentzugsfläche ca. 1,3 bis 3 m Rohr verlegt werden (s. Abbildung 5). Im Kollektor zirkuliert als Wärmeträgerflüssigkeit eine Sole (Wasser/Frostschutzmittel (z. B. Glykol)-Gemisch), die die Wärme aus dem Erdreich aufnimmt und an die Wärmepumpe weiterleitet.

Erdwärmekollektoren nutzen vorrangig Sonnenenergie, die durch direkte Einstrahlung, Wärmeübertragung aus der Luft und durch Niederschlag im Erdreich oberflächennah gespeichert wird. Das System unterliegt somit jahreszeitlichen Temperatureinflüssen, weshalb die Wärmepumpe in den Zeiten des größten Wärmebedarfs (im Winter) mit etwas niedrigeren Wärmequellentemperaturen als bei Erdwärmesonden auskommen muss. Die Regeneration der entzogenen Wärme ist auf Grund der Jahreszyklen bei richtiger Dimensionierung der Wärmequellenanlage gegeben.

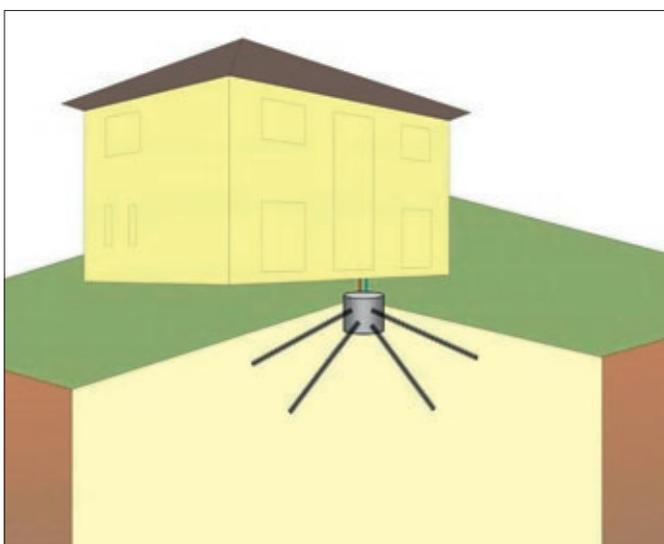


Abb. 4 Schema schräge Erdwärmesonden nach GRD®-Verfahren

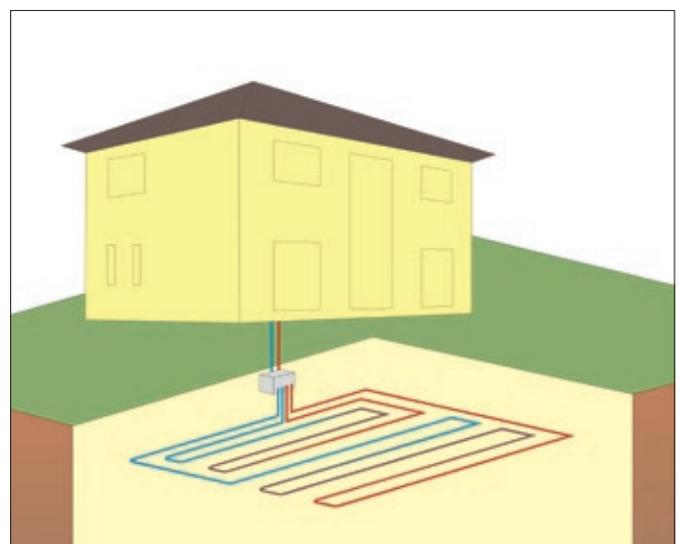


Abb. 5 Schema Erdwärmekollektor

Ebenso können Horizontalkollektoren mit dem Direktverdampferverfahren betrieben werden (s. a. Abschnitt 4.2). Erdwärmekollektoren zeichnen sich durch vergleichsweise geringe Investitionskosten, durch einen wenig aufwändigen Einbau und eine hohe Lebensdauer aus. Andererseits benötigen sie eine unüberbaute und unversiegelte Freifläche von in der Regel 1,5- bis 3-facher Größe der zu beheizenden Wohnfläche. Der Flächeneinsparung dienen Sonderformen wie der so genannte Grabenkollektor, der Spiralkollektor und der Erdwärmekorb, die auch bis ca. 5 m tief in das Erdreich verlegt werden können. Kollektoren sind als ökologisch unbedenklich anzusehen. Bei Pflanzen kann es zu Wachstumsverzögerungen kommen, wie eine Studie der Wohnbauforschung (2006) zeigt. Es wird empfohlen, keine Tiefwurzler über der Kollektorfläche anzupflanzen.

Thermisch aktive Bauteilsysteme

Je nach Baugrundverhältnissen sind zur Gründung oder Erstellung von Großbauwerken zum Teil tief in den Untergrund reichende Betonkonstruktionen, wie z. B. Gründungspfähle, Schlitz- oder Pfahlwände, Bodenplatten usw. notwendig. Da Beton eine gute Wärmeleitfähigkeit besitzt, eignen sich diese Bauteile hervorragend zur Gewinnung und Speicherung von Energie in Form von Wärme und Kälte. In Analogie zur Erdwärmesonde werden bereits bei der Herstellung der Betonkonstruktionen Kunststoffrohre als potenzielle Wärmeüberträgersysteme in die Armierungskörbe eingebunden (s. Abbildung 6).

Der wirtschaftliche Vorteil ergibt sich neben dem ökologischen aus der Tatsache, dass die statisch ohnehin erforderlichen Bauteile zur geothermischen Nutzung mit einem nur geringen Aufwand als Wärmeüberträger mitgenutzt werden. Vorhaben zu erdberührten Betonbauteilen unterliegen dem Baurecht, das im Einflussbereich von Grundwasser die wasserrechtlichen Belange berücksichtigt.

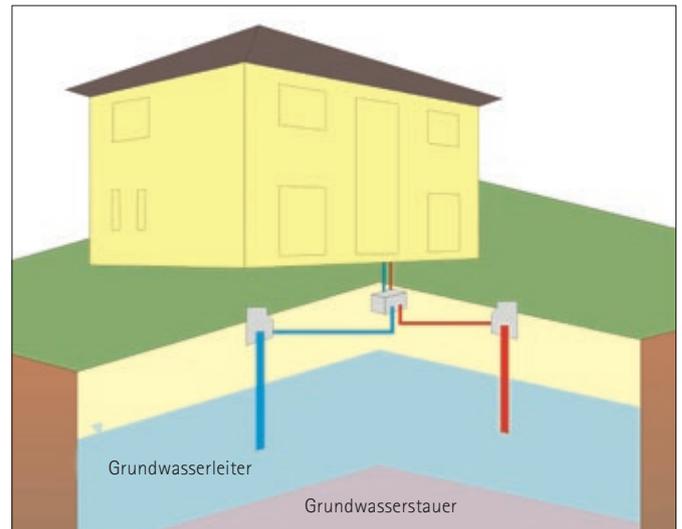


Abb. 7 Schema Entnahme- und Einleitbrunnen

Entnahme- und Einleitbrunnen

Zur Gewinnung von Erdwärme kann auch Grundwasser direkt genutzt werden, sofern es in konstant ausreichender Menge verfügbar ist. Hierfür wird das Grundwasser meist über einen Förderbrunnen (Entnahmebrunnen) erschlossen, mittels Unterwasserpumpe direkt zur Grundwasser-Wärmepumpe (Wasser/Wasser-Wärmepumpe) gefördert und über einen Schluckbrunnen (Einleitbrunnen) dem genutzten Grundwasserleiter wieder zugeführt (s. Abbildung 7).

Grundwasser-Wärmepumpenanlagen können das ganze Jahr über konstante Wärmequellentemperaturen von ca. 8 bis 10 °C nutzen, was eine hohe Energieausbeute und speziell in Anlagen ab 10 kW Heizleistung einen wirtschaftlichen Vorteil gegenüber Erdwärmesonden ermöglicht.



- 1 Energiepfähle
- 2 Pfahlanschlussleitungen
- 3 Sammelkästen Pfahlanschlüsse
- 4 Hauptleitung
- 5 Kältezentrale

Abb. 6 Schema erdberührte Betonbauteile – Energiepfähle erschließen das unter einer Industrieanlage liegende Erdreich als Wärme- bzw. Kältequelle

Einschränkungen der Nutzbarkeit bestehen neben eines ausreichend wasserführenden Grundwasserleiters vor allem hinsichtlich der Grundwasserbeschaffenheit. Bei sauerstoffreduzierten Wässern mit hohen Eisen- und Mangangehalten besteht die Gefahr der Brunnenverockerung, bei aggressiven Wässern die Gefahr der Anlagenkorrosion. Herstellerangaben zu materialbezogenen wasserchemischen Grenz- und Richtwerten beim Einsatz entsprechender Produkte sind zu beachten.

Zur Erkundung der hydrogeologischen Standortverhältnisse für eine solche Anlage wird die Zuhilfenahme eines sachkundigen Geologen oder eines fachlich versierten Ingenieurbüros empfohlen.

Grubenwässer

Wässer aus künstlich geschaffenen unterirdischen Hohlräumen (Schächte, Stollen) eignen sich grundsätzlich als Wärmeträgermedium. Limitiert werden die Möglichkeiten mitunter durch zu große Entfernungen der unter Wasser stehenden bergbaulichen Hohlräume zu den Siedlungen, durch hohe Erschließungskosten sowie durch ungünstige qualitative und quantitative Eigenschaften der Grubenwässer.

In Sachsen hinterließ der jahrhundertelange untertägige Abbau von Erzen, Industriemineralen und Steinkohle eine Vielzahl von Hohlräumen, nach deren Flutung zum Teil beträchtliche unterirdische Wasserreservoirs entstanden.

Im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie wurde im Jahr 2001 eine Studie zur »Bewertung des Grubenwasserpotenzials Sachsens« durchgeführt, in der für geothermisch günstige Grubenwasserstandorte spezielle Recherchen erhoben wurden. So z. B. für

- das Freiburger Erzrevier mit Rothschnöberger Stolln,
- den Steinkohlenbergbau Zwickau,
- den Steinkohlenbergbau Oelsnitz/E.,
- den Erzbergbau Niederschlema-Alberoda,
- den Erz-/Spatbergbau Lauta-Marienberg,
- den Spatbergbau Schönbrunn und
- eine ehem. Erzgrube bei Schwarzenberg.

Damit sollen für die genannten und ggf. für weitere günstige Grubenwasserstandorte Machbarkeitsstudien angeregt bzw. weitere Projekte initiiert werden.

Entsprechende Untersuchungen und Projekte wurden bzw. werden u. a. in Ehrenfriedersdorf (s. Abbildung 8), Schneeberg, Schlema-Alberoda, Freiberg, Marienberg, Oelsnitz/E. durchgeführt.

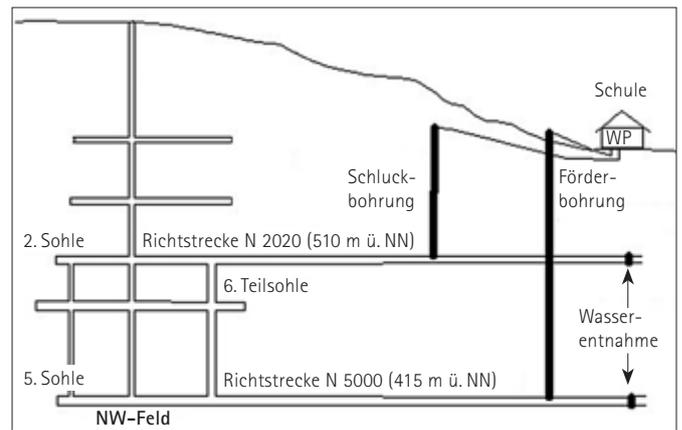


Abb. 8 Schema Grubenwassernutzung der Zinngrube Ehrenfriedersdorf für die örtliche Mittelschule.

3.2 Kühlung von Gebäuden

Geothermische Wärmepumpenanlagen können auch zur Kühlung von Gebäuden herangezogen werden. Die im Vergleich zur Innentemperatur des Gebäudes im Sommer geringere Temperatur des Untergrundes kann durch den grundsätzlich umkehrbaren Wärmepumpenbetrieb auch zur Gebäudekühlung genutzt werden. Man unterscheidet dabei die passive Kühlung (direkte Kühlung unter Nutzung der Untergrundtemperatur) von der aktiven Kühlung (die dem Heizsystem entzogene Wärme wird mit Hilfe des Kompressors aktiv in das Erdreich übertragen).

Diese Kühlmöglichkeit hat das Potenzial, rein elektrisch betriebene Klimageräte zu ersetzen. Durch die Doppelnutzung der Wärmequellenanlage ist die Realisierung einer Wärmepumpenanlage besonders energieeffizient und kostengünstig.

3.3 Verbundprojekt

Als Anreiz zur breiteren Nutzung von Erdwärme in Sachsen wurde im Oktober 2005 vom Energieeffizienz-Zentrum (EEZ) des damaligen Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie das Modellprojekt »Verbund oberflächennaher Geothermieprojekte Sachsen« ins Leben gerufen.

Vorrangig wurden hierbei Erdwärmesondenanlagen unterschiedlicher geologischer Standorte und verschiedener innovativer Lösungsvarianten gefördert. Dieses Projekt wird nunmehr durch die Sächsische Energieagentur SAENA betreut.

Eine Übersichtskarte aller registrierten Geothermieanlagen in Sachsen sowie ein Vergleich der Erdwärmennutzung der sächsischen Landkreise (Erdwärmennutzungsstatistik) befindet sich auf der Internetseite des Freistaates Sachsen.

3.4 Energieeffizienz und Ökologie

Die als Heizwärme verfügbare Gesamtenergie einer Wärmepumpe setzt sich aus der Energie, die der Umwelt entzogen wird und der elektrischen Antriebsenergie des Verdichters zusammen. Die Qualität einer Wärmepumpe wird durch die zu einem bestimmten Arbeitspunkt ermittelte **Leistungszahl ϵ** beschrieben. Für den Nutzer aussagekräftig hinsichtlich Qualität und Effekt der gesamten Wärmepumpen-Heizanlage ist die im Betrieb ermittelte **Jahresarbeitszahl β** , welche die Antriebsenergie des Verdichters sowie alle Hilfsantriebe der Wärmepumpe (z. B. Umwälzpumpe) im Betriebsjahr berücksichtigt.

$$\epsilon = \frac{\text{momentan abgegebene Wärmeleistung (kW}_{\text{therm}})}{\text{momentan aufgenommene Antriebsleistung (kW}_{\text{elektr}})}$$

$$\beta = \frac{\text{jährlich abgegebene Wärme (kWh}_{\text{therm}})}{\text{jährlich aufgenommene Antriebsenergie (kWh}_{\text{elektr}})}$$

In jedem Fall hängen die Kennwerte von der Temperaturdifferenz ΔT zwischen Wärmequelle und Wärmeverbraucher ab: je geringer ΔT , desto wirtschaftlicher arbeitet die Wärmepumpe bzw. Heizanlage (s. Abbildung 9). In der Praxis bewirkt die Verringerung von ΔT um je 1 Grad eine Stromersparnis bis zu 2,5 %.

Im Interesse einer hohen Jahresarbeitszahl und damit einer hohen Primärenergieeinsparung ist die Erschließung einer Wärmequelle mit einem möglichst hohen und ganzjährig konstanten Temperaturniveau anzustreben.

Diese Anforderungen erfüllen am besten durch Erdwärmesonden erschlossene tiefere Erdschichten (ab etwa 20 m) sowie über eine Brunnenanlage erschlossenes Grundwasser.

Die möglichst gute Kenntnis der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse des Untergrundes und seiner thermischen Eigenschaften ist Grundvoraussetzung für einen ökonomisch und ökologisch gesicherten Anlagenbetrieb.

Bei optimal dimensionierten erdgekoppelten Wärmepumpen-Heizanlagen sollte die Jahresarbeitszahl nicht unter 3,5 liegen. Die rechnerische Dimensionierung der Wärmepumpen-Kennzahlen ist im Auslegungskonzept der konkreten Anlage vom Planer zu berücksichtigen.

Wärmepumpen-Heizanlagen sind damit sowohl hinsichtlich des Primärenergieverbrauchs als auch hinsichtlich der Emission von Kohlendioxid (CO₂) konventionellen Brennstoff-Heizsystemen deutlich überlegen. Der Einsatz ozon- und klimaschädigender Wärmepumpen – Arbeitsmittel (= Kältemittel) wie Fluor-Chlor Kohlenwasserstoffe (FCKW) ist gemäß der Chemikalienozon-schichtverordnung (ChemOzonSchichtV) in Neuanlagen untersagt. Heute kommen als Kältemittel in den Wärmepumpenanlagen neuartige synthetische Gemische und vor allem natürliche Kältemittel überwiegend ohne Schädigungspotenzial für die Ozonschicht zum Einsatz. Die häufig eingesetzten modernen Kältemittel in den Wärmepumpen bestehen aus Kohlenwasserstoffen (R290 Propan, R134a Tetrafluorethan), Kohlenwasserstoffgemischen (R404A, R407C, R410A), Ammoniak (R717) oder Kohlendioxid (R744).

Zu beachten ist, dass die meisten Kältemittel als wassergefährdende Stoffe eingestuft werden und Maßnahmen zum Schutz von Boden und Grundwasser erfordern. Für die Anwendung bei Wärmepumpen wurden Sicherheitskältemittel aus Kohlenwasserstoffgemischen entwickelt, die weder brennbar noch toxisch sind. Natürliche Kältemittel, die bei der Direktverdampfung (s. a. Abschnitt 4.2) Einsatz finden, haben folgende Eigenschaften: Ammoniak ist brennbar und giftig und wird der Wassergefährdungsklasse (WGK) 2 zugeordnet. Propan ist brennbar, aber nicht giftig. Propan ist nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe (VwVwS) als nicht wassergefährdend eingestuft.

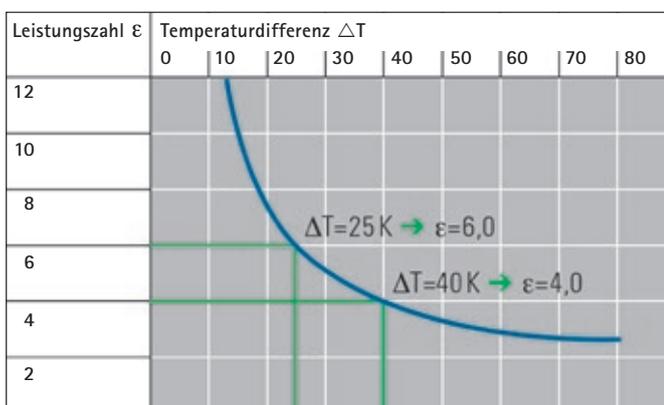


Abb. 9 Leistungszahl ϵ als Funktion der Temperaturdifferenz ΔT zwischen Verdampfer und Verflüssiger ($T_0 = 273 \text{ K}$).

4 Bau und Funktionsweise von Erdwärmesondenanlagen

4.1 Bau und Funktion der Sonde

In den meisten Fällen, wie z. B. in der Eigenheimnutzung, beschränkt sich die Anwendungshäufigkeit von Erdwärmesonden mit Sole/Wasser-Wärmepumpen auf Heizleistungen bis 30 kW und Tiefen bis etwa 150 m. Dafür werden im Normalfall senkrechte Bohrungen mit Durchmessern von mind. 152 mm beim Einsatz von Doppel-U-Sonden abgeteuft. In der technisch exakten Durchführung verbleibt dabei um die Sonde ein offener Ringraum von mindestens 30 mm, damit Komplikationen beim Sondeneinbau vermieden und eine vollständige Abdichtung erreicht werden kann.

Die Sonden bestehen in der Regel aus paarweise gebündelten U-förmigen Kunststoffschleifen aus Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) oder Polybutylen (PB) – U-Rohr oder Doppel-U-Rohr. Daneben gibt es auch noch so genannte Koaxial-Sonden, bei denen zwei Rohre ineinander in das Bohrloch eingelassen sind. Zum Beispiel werden beim GRD®-Verfahren (s. a. Abschnitt 3.1) Koaxialsonden bis in eine Tiefe von 30 – 40 m schräg abgeteuft. Die Sonden werden nahe der Erdoberfläche zusammengeführt (z. B. Verteilerschacht) und über Sammelleitungen an eine Wärmepumpe angeschlossen. In der gängigen Praxis betragen die äußeren Rohrdurchmesser zwischen 32 mm und 40 mm, für flache Sondenanlagen (max. 30 m Tiefe) und Sondenanlagen im GRD®-Verfahren sowie für Verpressschläuche 25 mm. Der Einsatz von Abstandshaltern zwischen den einzelnen Sondenrohren verbessert die thermische Übertragungsleistung und vermindert den thermischen Kurzschluss zwischen Vor- und Rücklauf.

Der Hohlraum zwischen Bohrlochwand und Sonde wird entsprechend den Erfordernissen des Untergrundes verfüllt. Wichtig ist eine Verfüllung von unten nach oben (z. B. im Kontraktorverfahren), um Lufteinschlüsse zu vermeiden, die eine erforderliche sichere Abdichtung des Bohrloches gefährden könnten.

D. h., das Bohrloch muss in der Vertikalen hydraulisch so abgedichtet sein, dass keine Schadstoffe von der Oberfläche eindringen können, eine gegenseitige Beeinflussung von Grundwasserleitern grundsätzlich ausgeschlossen werden kann sowie Bodensetzungen im bohrlochnahen Bereich verhindert werden. Die Wärmeübertragung untertage erfolgt über eine in dem geschlossenen Sondenkreislauf zirkulierende Sole. Die von der Sole aufgenommene Wärme wird im Verdampfer der Wärmepumpe über den Kältemittelkreislauf an das Heizsystem abgegeben (s. Abbildung 10).

Eine fachgerechte und ausreichende, durch den Planer vorzunehmende Dimensionierung der Erdwärmesondenanlage vermeidet eine Über- oder Unterdimensionierung der gesamten Anlage. Eine Überlastung führt ggf. zu verminderter Effizienz oder auch zum Einfrieren der Anlage bedingt durch einen zu hohen Wärmeentzug. Hinweis: Der Bau von Sonden für Direktverdampfer-Anlagen weicht vom Bau herkömmlicher Sonden ab.

4.2 Das Prinzip der Wärmepumpe

Das thermodynamische Grundprinzip besteht darin, dass die Wärmepumpe einer Wärmequelle (hier: dem Erdreich) Energie auf einem niedrigen Temperaturniveau entzieht. Die aufgenommene Wärmeenergie einschließlich der eingesetzten Antriebsenergie wird als Wärmeenergie auf einem höheren Temperaturniveau dem Heizkreislauf zur Nutzung bereitgestellt. In vielen Fällen wird zusätzlich ein Pufferspeicher vorgesehen. Unter den sondengekoppelten Wärmepumpenanlagen besitzt gegenwärtig die elektrisch betriebene Kompressionswärmepumpe die größte Verbreitung. Das Funktionsprinzip einer solchen Sole/Wasser-Wärmepumpe wird in Abbildung 10 veranschaulicht.

Der Einsatz von Wärmepumpen kann unter Nutzung unterschiedlicher Wärmeträger-/ Speichermedien erfolgen:

Luft

- Außenluft
- Wärmerückgewinnung aus Abluft/Abwärme
- Absorbersysteme (Massivabsorber, Energiekegel, -zaun)

Wasser

- Oberirdische Gewässer
- Kühl-, Brauch-, Abwasser
- Grundwasser

Erdreich

- Erdwärmekollektoren
- Erdwärmesonden

Neben den elektrisch betriebenen Wärmepumpen existieren auch durch Wärmekraftmaschinen angetriebene Wärmepumpen, die bei größeren Anlagen relevant werden. Weiterführende Informationen hierzu findet man in der im Quellenverzeichnis aufgeführten Literatur.

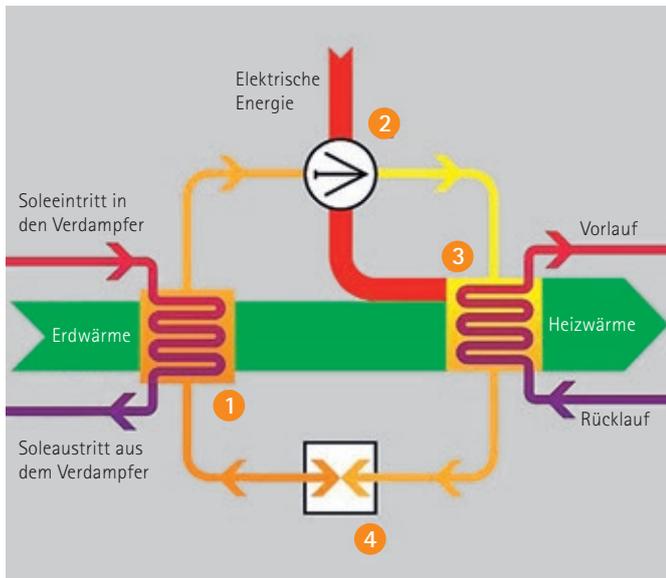


Abb. 10 Schema Funktionsprinzip einer Sole/Wasser-Wärmepumpe

Der Energietransfer in Wärmepumpen erfolgt als thermodynamischer Kreisprozess. Große Bedeutung hat dabei das Arbeitsmittel, das bei niedrigen Temperaturen unter Wärmeaufnahme seinen Aggregatzustand von flüssig zu gasförmig ändert bzw. unter Wärmeabgabe sich wieder verflüssigt.

Der geschlossene Kreisprozess in einer Kompressionswärmepumpe läuft wie folgt ab (s. Abbildung 10):

- 1 Im Verdampfer nimmt das kalte flüssige Arbeitsmittel der Wärmepumpe Energie aus dem Primärkreislauf (hier: Erdwärmesonde) auf und verdampft.
- 2 Der Kompressor verdichtet das dampfförmige Arbeitsmittel unter Verbrauch mechanischer bzw. elektrischer Energie und erhitzt es dadurch zu so genanntem Heißgas.
- 3 Das Heißgas gibt im Kondensator seine thermische Energie an das Heizsystem ab und kondensiert zum warmen, flüssigen Arbeitsmittel.
- 4 Das warme, flüssige Arbeitsmittel wird im Expansionsventil entspannt, wodurch seine Temperatur und sein Druck abrupt abnehmen. Im Verdampfer beginnt der Kreislauf von vorn.

Eine andere Form ist die **Direktverdampfer-Technologie** oder Phasenwechselsonde, bei der natürliche Kältemittel wie CO_2 , Propan oder Ammoniak (s. a. Abschnitt 3.4) zum Einsatz kommen. Dieses Verfahren kann als Sondenform oder als Kollektor genutzt werden. Das Arbeitsmittel der Direktverdampferanlage sinkt im flüssigen Zustand an der Wand der kunststoffummantelten Metallrohr-Kollektoren nach unten. Durch den Kontakt mit dem »wärmeren« Untergrund wird das absinkende, noch flüssige Arbeitsmittel soweit erwärmt, sodass es verdampft. Das jetzt dampfförmige Kältemittel steigt aus eigenem Antrieb wieder nach oben.

Der Vorteil dieser Wärmegewinnungstechnologie ist, dass keine Umwälzpumpe benötigt wird. Hinzu kommt, dass der Wärmeübergang von der Sole (Wärmeträgermittel in der Erdsonde) auf das Kältemittel (Wärmeträgermittel in der Wärmepumpe selbst) entfällt, d. h. Erdsonden- und Wärmepumpenkreislauf sind nicht getrennt. Die Verwendung der Direktverdampfer-Arbeitsmittel (Propan, CO_2 etc.) erfolgt unter relativ hohen Betriebsdrücken. Die Feineinstellung von Verdampfertemperatur und Druck ist wegen des größeren Verdampferolumens (gesamte Sondenlänge) und damit verbundenen längeren Durchlaufzeiten schwierig und sollte nur von ausgewiesenem Fachpersonal vorgenommen werden.

Die Entscheidung für eine Antriebstechnologie und der Art der Wärmepumpe hängt u. a. von den Standortbedingungen, der Größe der Heizleistung und dem Gebäudezustand ab.

5 Rechtliche und fachliche Beurteilung von Erdwärmesonden

5.1 Rechtsgrundlagen

Die rechtlichen Grundlagen für die Errichtung und den Betrieb von Erdwärmeanlagen in Sachsen bilden das **Wasserhaushaltsgesetz (WHG)**, das **Sächsische Wassergesetz (SächsWG)**, das **Bundesberggesetz (BBergG)** sowie das **Lagerstättengesetz (LagerstG)**.

- Die wasserrechtliche Anzeigepflicht gegenüber der unteren Wasserbehörde und das damit ggf. verbundene wasserrechtliche Erlaubnisverfahren gelten generell (außer bei bergrechtlichen Betriebsplanverfahren).
- Für alle Bohrungen gilt stets die Anzeigepflicht nach dem Lagerstättengesetz gegenüber dem Bohrchiv des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- Für Bohrungen tiefer als 100 m und damit zusammenhängende Gewinnungsanlagen sowie für grundstücksübergreifende Anlagen gelten die bergrechtlichen Anzeige- und Genehmigungspflichten gegenüber dem Sächsischem Oberbergamt. Dieses führt dann auch ggf. erforderliche wasserrechtliche Erlaubnisverfahren im Einvernehmen mit der Wasserbehörde durch.

Wasserrecht

Ein Erdaufschluss und der Bau von geschlossenen, vertikalen Erdwärmesonden kleiner Leistung ist nach § 49 WHG und § 41 Abs. 1 SächsWG anzeigepflichtig (s. Anlage 1.2).

Maßnahmen, die geeignet sind, dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß nachteilige Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit herbeizuführen, stellen gemäß § 9 Abs. 2 Nr. 2 WHG einen »Benutzungstatbestand« dar. Sie bedürfen einer behördlichen Erlaubnis oder Bewilligung (§ 8 WHG). Wegen des alleinigen Wärmeentzuges liegt aufgrund der Unerheblichkeit der entstehenden Veränderungen bei Einhaltung der Abstandsregelungen bei kleinen, geschlossenen Erdwärmeanlagen im Einfamilienhausbereich kein Benutzungstatbestand vor.

Es ist daher im Einzelfall durch die zuständige Wasserbehörde zu prüfen, ob eine erlaubnispflichtige Benutzung gemäß § 9 Abs. 1 oder Abs. 2 Nr. 2 WHG bei den geplanten Erdwärmeson-

denanlagen vorliegt und die ggf. notwendige Erlaubnis erteilt werden kann und ob besondere Anforderungen zum Schutz des Grundwassers erforderlich sind.

Nach § 9 Abs. 1 WHG bedarf das Einleiten von Stoffen (z. B. Suspension zum Verpressen des Bohrlochringraumes, ggf. auch Bohrspülung) in das Grundwasser einer Erlaubnis. Eine Produktzulassung der verwendeten Stoffe beeinflusst nicht die Erlaubnispflicht sondern die Erlaubnisfähigkeit, d. h., wurde bei der Produktzulassung das Umweltrecht berücksichtigt, so ist die fachliche Prüfung vorweggenommen und die diesbezügliche Erlaubnis kann ohne weitere Prüfung erteilt werden. Die standortbezogene Prüfung bleibt hiervon unberührt. Im Regelfall wird, außerhalb der in Abschnitt 5.4 benannten Gebiete, beim fachgerechten Bau und Betrieb einer Anlage davon auszugehen sein, dass eine Erlaubnisfähigkeit vorliegt.

Bei konkurrierenden Interessen ist aus wasserrechtlicher Sicht dem Schutz des Grundwassers zum Zwecke der Trinkwasserversorgung gemäß § 39 Abs. 2 SächsWG Priorität vor allen anderen Nutzungsarten einzuräumen.

Bergrecht

Nach § 3 Abs. 3 Satz 2 Nr. 2 b BBergG gilt Erdwärme 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 der Erlaubnis nach § 7 BBergG und für die Gewinnung der Erdwärme einer Bewilligung nach § 8 BBergG. Wenn die Erdwärme »in einem Grundstück aus Anlass oder im Zusammenhang mit dessen baulicher oder sonstiger städtebaulicher Nutzung gelöst oder freigesetzt wird« (§ 4 Abs. 2 Nr. 1 BBergG), liegt **keine** Gewinnung im bergrechtlichen Sinne vor. Das gilt regelmäßig dann, wenn die Erdwärmeentnahme ohne Beeinflussung benachbarter Grundstücke bleibt, was bei Entnahmeleistungen unter 30 kW und hinreichendem Abstand zur Grundstücksgrenze immer anzunehmen ist.

Unabhängig hiervon sind nach § 127 Abs. 1 BBergG alle Bohrungen, die mehr als 100 m in den Boden eindringen sollen, der Bergbehörde vom Auftraggeber der Bohrung oder vom beauftragten Bohrunternehmer anzuzeigen (s. Anlage 4 bzw. www.bergbehoerde.sachsen.de).

Aufgrund dieser Bohranzeige entscheidet die Bergbehörde dann im Einzelfall, ob für die Bohrung ein Betriebsplan nach § 51 ff. BBergG erforderlich ist. Hält die Bergbehörde einen solchen Betriebsplan für nicht erforderlich, bestätigt sie lediglich die Bohr-

anzeige. Dies ist in der Regel immer dann der Fall, wenn die Bohrung, die Gewinnung und die Nutzung auf einem Grundstück erfolgen und keine besonderen Bedingungen für den Schutz Beschäftigter oder Dritter oder wegen der Bedeutung der Bohrung bestehen.

Ist im Einzelfall ein Betriebsplan erforderlich, werden im bergrechtlichen Zulassungsverfahren auch alle anderen betroffenen Behörden 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 auch über die dafür erforderliche wasserrechtliche Erlaubnis im Einvernehmen mit der Wasserbehörde.

Die bergrechtlichen Anzeige- und Genehmigungspflichten gelten unabhängig von der wasserrechtlichen Anzeigepflicht und dem damit ggf. verbundenen wasserrechtlichen Erlaubnisverfahren.

Da in weiten Teilen Sachsens mit Altbergbau gerechnet werden muss, wird allen Bauherren empfohlen, vor Beginn der Bohrarbeiten eine Mitteilung über unterirdische Hohlräume gemäß § 7 Sächsische Hohlraumverordnung bei der Bergbehörde einzuholen.

Lagerstättengesetz

Nach § 4 Abs. 1 des Gesetzes über die Durchforschung des Reichsgebietes nach nutzbaren Lagerstätten (Lagerstättengesetz) sind alle Bohrungen (unabhängig von ihrer geplanten Tiefe) durch den Bohrunternehmer mindestens zwei Wochen vor Beginn der Arbeiten bei der zuständigen geologischen Anstalt des Landes (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie – LfULG) anzuzeigen (s. Anlage 3).

Nach Abschluss der Bohrung (spätestens sechs Monate nach dem Niederbringen der Bohrung) sind dem LfULG die Bohrergebnisse in Form der(s) Schichtenverzeichnisse(s) und zugehörige Untersuchungsergebnisse (Pumpversuche, Korngrößenanalysen, geophysikalische Untersuchungen, usw.) mitzuteilen. Sofern die Mitteilung auf digitalem Weg erfolgt, wird empfohlen, das Erfassungsprogramm UHYDRO des LfULG zu nutzen. Das Erfassungsprogramm sowie nähere Informationen dazu sind über das LfULG kostenlos zu beziehen (www.umwelt.sachsen.de/umwelt/geologie/7649.htm).

Die Bohrproben und sonstiges Beobachtungsmaterial sind gemäß § 5 Abs. 2 LagerstG vom Bohrunternehmen aufzubewahren, zu sichern und dem LfULG auf Verlangen zur Verfügung zu stellen. Es darf erst nach Absprache und nur mit Erlaubnis des LfULG vernichtet werden.

5.2 Verfahrensablauf

Das Vorhaben der Erdwärmennutzung mittels Erdwärmesonden ist bei der zuständigen Verwaltungsbehörde (untere Wasserbehörde des Landratsamtes/der Stadtverwaltung kreisfreier Städte – Anschriften s. a. Abschnitt 10) mit den entsprechenden Unterlagen anzuzeigen (spätestens einen Monat vor Bohrbeginn). Zur Verfahrensbeschleunigung wird die Anzeige von Erdaufschlüs-

sen mit der Anzeige/dem Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis zur Gewässerbenutzung durch ein gemeinsames Formular verbunden (s. Anlage 1. 2).

Durch die untere Wasserbehörde ist das LfULG, als fachlich zuständige Behörde bei komplizierten Verhältnissen, zur Prüfung der grundsätzlichen Eignung der geologisch-hydrogeologischen Standorteigenschaften (Kriterien s. a. Abschnitt 5.3) einzubeziehen. Diese Standortbewertung bildet die Voraussetzung für eine evtl. anschließende fachtechnische wasserrechtliche Bewertung durch die zuständige Wasserbehörde, wenn mindestens eines der im Abschnitt 5.3 aufgeführten Kriterien für den Standort zutrifft.

Mit dem angezeigten Tatbestand ist nicht vor Ablauf einer Frist von einem Monat zu beginnen, sofern die untere Wasserbehörde nichts anderes zulässt oder anordnet.

Nach Sondeneinbau und Bohrlochringraum-Verfüllung sowie vor Inbetriebnahme der Erdwärmeanlage sind Druckprüfungen durchzuführen und das entsprechend ausgefüllte Prüfzeugnis (s. a. Anlage 2) der unteren Wasserbehörde zu übergeben (im Einklang mit § 41 Abs. 4 SächsWG i. V. m. § 101 Abs. 1 WHG).

Spätestens vier Wochen nach Abschluss der Aufschlussarbeiten sind die für die Gewässeraufsicht bedeutsamen Angaben (z. B. zu Gesteinsschichten, Grundwasserstand) sowie die vollständige Anlagendokumentation der unteren Wasserbehörde zuzuleiten. Die Anlagendokumentation sollte folgende Unterlagen enthalten: Ausbauplan der Erdwärmesondenanlage, eingebrachtes Volumen der Ringraumabdichtung, Leitungsführung, eingebrachtes Volumen des Wärmeträgermittels sowie dessen Mischungsverhältnis, optische Überprüfung der U-Rohr-Schweißverbindungen, Durchflussprüfung und Druckprüfung (s. Anlage 2).

Die Anzeige zur Vorbereitung und Durchführung von Bohrarbeiten, die so genannte Bohranzeige (s. Anlage 3), ist dem Bohrchiv des LfULG zuzustellen. Das Formblatt zur Bohranzeige kann auch von der Internetseite des LfULG heruntergeladen werden (www.umwelt.sachsen.de/umwelt/geologie/7649.htm). Nach Beendigung des Bohrvorgangs sind die Bohrergebnisse ordnungsgemäß ebenfalls dem Bohrchiv des LfULG zu übergeben.

Darüber hinaus sind Bohrungen tiefer als 100 m bei der zuständigen Bergbehörde (Sächsisches Oberbergamt) spätestens zwei Wochen vor Bohrbeginn anzuzeigen (s. Anlage 4). Handelt es sich, unabhängig von der Bohrtiefe, um eine grundstücksübergreifende Anlage, so ist durch Einreichung eines Antrages zur Aufsuchung und Gewinnung der Erdwärme (entsprechend den Vorgaben der zuständigen Bergbehörde) ein bergrechtliches Genehmigungsverfahren einzuleiten, das ggf. ein wasserrechtliches Erlaubnisverfahren beinhalten kann.

Die folgende Abbildung 11 und Tabelle 1 vermitteln einen Überblick zu den Anzeige- und Genehmigungsverfahren.

Abb. 11 Ablaufschema Vorhaben Erdwärmesondenanlage

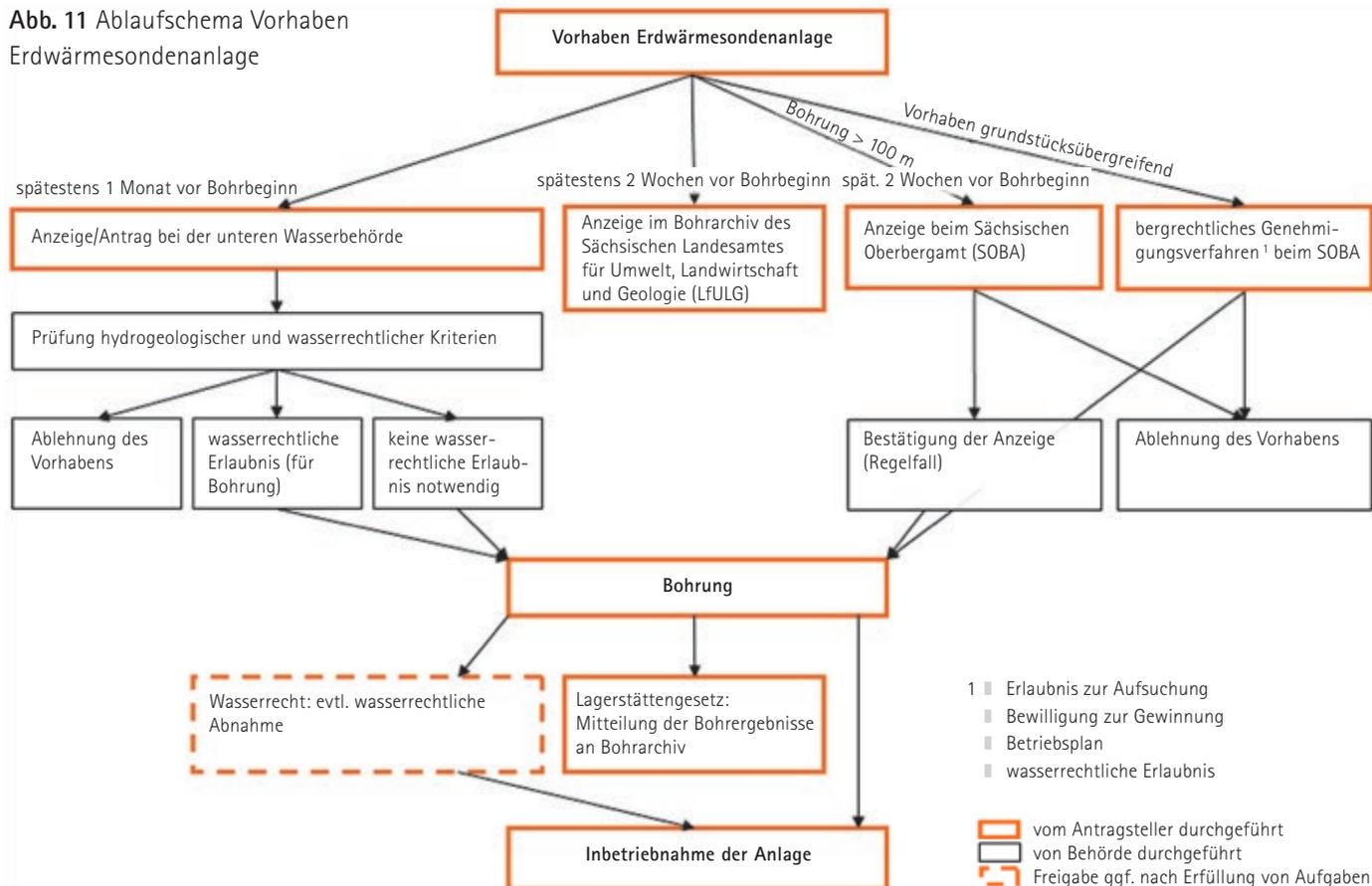


Tabelle 1 Anzeige und Genehmigung von Erdwärmesonden

Merkmale	Anzeige und Genehmigungsverfahren bei den zuständigen Behörden		
a) Bohrlochtiefe b) Grundstücksbezogenheit der Erdwärmeer-schließung und -nutzung	Untere Verwaltungsbehörden: Untere Wasserbehörden der Landkreise und kreisfreien Städte	Geologische Fachbehörde: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Geologische Anstalt des Landes)	Bergbehörde: Sächsisches Oberbergamt
a) kleiner als 100 m b) Projekt grundstückbezogen	Vorhabensanzeige nach § 41 Abs. 1 SächsWG ■ keine wasserrechtliche Erlaubnis notwendig: kein förmlicher Bescheid der Behörde oder ■ wasserrechtliche Erlaubnis im Verfahren nach § 6 SächsWG: Bescheid der unteren Wasserbehörde	Bohranzeige nach § 4 LagerstG und Mitteilung der Bohrergebnisse nach § 5 LagerstG	–
a) mehr als 100 m b) Projekt grundstückbezogen	Vorhabensanzeige nach § 41 Abs. 1 SächsWG ■ keine wasserrechtliche Erlaubnis notwendig: kein förmlicher Bescheid der Behörde oder ■ wasserrechtliche Erlaubnis im Verfahren nach § 6 SächsWG: Bescheid der unteren Wasserbehörde Ausnahmefall: ■ Bei bergrechtlicher Betriebsplanpflicht ist die Bergbehörde für das gesamte Anzeigeverfahren nach § 41 Abs. 1 SächsWG und ggf. für die Erteilung der wasserrechtlichen Erlaubnis im Verfahren nach § 6 SächsWG zuständig	Bohranzeige nach § 4 LagerstG und Mitteilung der Bohrergebnisse nach § 5 LagerstG	Bohranzeige nach § 127 BBergG Regelfall: ■ bergrechtliche Bestätigung der Anzeige (ggf. mit Nebenbestimmungen) oder Ausnahmefall: ■ Betriebsplanpflicht Anforderung eines technischen Betriebsplanes durch die Bergbehörde und Zulassungsverfahren mit Bescheid; ggf. wasserrechtliches Erlaubnisverfahren mit Bescheid (vgl. § 19 Abs. 2, 3 WHG)
a) kleiner oder größer 100 m b) Projekt grundstückübergreifend	Vorhabensanzeige nach § 41 Abs. 1 SächsWG ■ keine wasserrechtliche Erlaubnis notwendig: kein förmlicher Bescheid der Behörde oder ■ wasserrechtliche Erlaubnis im Verfahren nach § 6 SächsWG: Bescheid der unteren Wasserbehörde. Bei bergrechtlicher Betriebsplanpflicht ist die Bergbehörde für das Verfahren zuständig (vgl. § 19 Abs. 2 WHG).	Bohranzeige nach § 4 LagerstG und Mitteilung der Bohrergebnisse nach § 5 LagerstG	Antrag auf bergrechtliche Genehmigung mit Betriebsplanpflicht nach §§ 6 ff. und 51 ff. BBergG ■ bergrechtliches Genehmigungsverfahren mit Bescheid und ■ ggf. wasserrechtliches Erlaubnisverfahren in der Zuständigkeit der Bergbehörde im Einvernehmen mit der unteren Wasserbehörde mit Bescheid (vgl. § 19 Abs. 2, 3 WHG)

5.3 Hydrogeologische Kriterien

Weitgehend unbedenklich für die Errichtung von Erdwärmesondenanlagen sind Gebiete mit **hydrogeologisch günstigen Standorteigenschaften**. Diese können wie folgt beschrieben werden:

- durchlässige bis sehr schwach durchlässige Wasserdurchlässigkeit ($k_f = 10^{-4}$ m/s bis $< 10^{-8}$ m/s) gemäß DIN 18130, Teil 1,
- unwesentliche Stockwerksgliederung (Wechselagerung von grundwasserleitenden und grundwasserhemmenden bis -stauenden Schichten); »unwesentlich« bedeutet, dass entsprechende, durch die Bohrung betroffene Schichten keine flächige Verbreitung haben,
- Beschränkung der Nutzungen auf den oberen freien Grundwasserleiter, wobei zusätzlich obige Kriterien erfüllt sind.

Diese Kriterien werden in Sachsen z. B. von Gebieten mit ungestörten oberflächennahen Festgesteinen erfüllt, z. B. Gneise des Erzgebirges sowie Phyllite und Granite im Vogtland. In diesen Gebieten können sich jedoch trotz oben genannter Kriterien in Abhängigkeit von der beantragten Bohrtiefe ungünstige Verhältnisse (siehe unten) ergeben.

Erschwernisse und Nutzungseinschränkungen sind generell in hydrogeologisch ungünstigen Gebieten zu erwarten.

Hydrogeologisch ungünstige Standorte sind solche, an denen die Schutzwirkung der jeweils darüber befindlichen Schichten (z. B. in Nordsachsen) z. B. durch die Beeinträchtigung von schützenden Deckschichten, das Durchteufen von stockwerkstrennenden Schichten sowie das Erbohren artesisch gespannter Grundwässer (Zustand, bei dem gespanntes Grundwasser selbstständig ausfließt), vermindert wird. Bei unsachgemäßem Ausbau bzw. unzureichender Verwahrung von Bohrlöchern sind durch hydraulische Kurzschlüsse negative Auswirkungen auf die Grundwasserqualität geschützter Grundwasserleiter zu erwarten. Eingriffe in artesisch gespanntes Grundwasser sind grundsätzlich nicht zulässig bzw. zu vermeiden.

Hydrogeologisch ungünstige Verhältnisse bestehen darüber hinaus in Kluft-, Karst- sowie in Porengrundwasserleitern, wenn die Errichtung von Erdwärmesonden eine Reduzierung bzw. Unterbindung von Wasserwegsamkeiten und damit hydraulische Veränderungen im örtlichen Strömungsbild zur Folge hat.

Zu den **Standorten mit komplizierten Verhältnissen** zählen Gebiete, in denen eines oder mehrere der nachfolgenden Kriterien zutreffen:

- Durchteufen von Deckschichten, die wirtschaftlich bedeutsame Grundwasservorkommen schützen,
- gespannte und insbesondere artesisch gespannte Grundwasserleiter,
- tiefe Grundwasserleiter (z. B. Buntsandstein der Bornaer Mulde),
- Grundwasserleiter im ausgeprägten Stockwerksbau (wenn oberster Grundwasserleiter durchbohrt wird),
- stark wechselnde Untergrundverhältnisse (z. B. Stauchendoränengebiete, Randpleistozän, Randtertiär),
- Gebiete, in denen mit bohr- und ausbautechnischen Schwierigkeiten zu rechnen ist (z. B. Karstgebiete, Hohlraumgebiete und Hohlraumverdachtsgebiete (Altbergbau), hydraulisch wirksame Störungs- und Bruchzonen),
- Wasserschutzonen

Die Prüfung der grundsätzlichen Eignung der geologisch-hydrogeologischen Standorteigenschaften bei komplizierten Verhältnissen erfolgt im LfULG auf Anforderung der unteren Wasserbehörde und stellt eine Voraussetzung für die wasserrechtliche Beurteilung dar.

5.4 Kriterien zur wasserrechtlichen Beurteilung

Im Ergebnis der wasserrechtlichen Prüfung wird festgestellt, ob die Errichtung einer Erdwärmesonde ohne bzw. mit weiteren Anforderungen zulässig ist. Die nachstehend genannten Kriterien spielen dabei eine entscheidende Rolle.

- a) Lage in festgesetzten Wasserschutzgebieten: Errichtung und Betrieb von Erdwärmeeinrichtungen bedarf einer besonderen fachlichen Prüfung, bei der konkrete schutzgebietsbezogene Nutzungsbeschränkungen und -verbote der jeweiligen Schutzgebietsverordnung zu beachten sind;
- b) Lage in Gebieten mit bestehenden Boden- und Grundwasserunreinigungen: innerhalb des kontaminierten Bereichs einer Altlast, einer schädlichen Boden- oder einer Grundwasserunreinigung hängt die Zulässigkeit der Errichtung von Erdwärmesonden von den Umständen des Einzelfalles ab, da hier die Gefahr der Verschleppung von Kontaminationen in tiefe Boden- und Grundwasserbereiche besteht;

- c) Standorte mit aktivem Bergbau / Altbergbau, da hierbei Probleme beim Bohren bzw. Verpressen der Bohrung auftreten können;
- d) Standorte innerhalb der Gewässerrandstreifen;
- e) Lage in Überschwemmungsgebieten;
- f) Lage in Gebieten mit geballten bzw. herausragenden Gewässerbenutzungen, z. B. Mineralwassergewinnung. Über die Zulässigkeit einer Wärmepumpenanlage ist im Einzelfall zu entscheiden;
- g) bei technischen Neuerungen.

Übersichtsinformationen für die Planung können nebenstehenden Quellen entnommen werden:

- Karten der Wärmeleitfähigkeit in der Neiße-Region unter www.transgeotherm.eu
- Geothermisches Potenzial in Sachsen (Informationen bei Abteilung Geologie des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie) über die interaktiven Karten des Geothermieatlas unter www.geologie.sachsen.de
- Geologie/Hydrogeologie (Information bei Abteilung Geologie des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)
- Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete (Information bei Unterer Wasserbehörde; Geothermieatlas sowie Verzeichnis und interaktive Karte Wasserschutzgebiete des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)
- Einzugsgebiete von wirtschaftlich bedeutsamen Grundwasserentnahmen, bspw. Mineralwassergewinnungen (Information bei unterer Wasserbehörde)
- Überschwemmungsgebiete (Information bei unterer Wasserbehörde; Verzeichnis und interaktive Karte Überschwemmungsgebiete des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)
- Bestehende Gewässerbenutzungen (Information bei unterer Wasserbehörde; Digitales Wasserbuch unter www.wasserbuch.sachsen.de)
- Boden- und Grundwasserunreinigungen (Information bei unterer Abfall-/Altlasten-/Bodenschutzbehörde)
- Altbergbau (Information beim Sächsischen Oberbergamt; Übersichtskarte unterirdische Hohlräume: www.bergbehoerde.sachsen.de)

6 Hinweise zu Planung, Bauausführung und Anlagenbetrieb

6.1 Planung und Auslegung einer Erdwärmesondenanlage

Kleinere Anlagen bis 30 kW Heizleistung (z. B. bei Einfamilienhäusern) werden durch auf dem Gebiet der Errichtung von Erdwärmeeinrichtungen qualifizierte Unternehmen unter Beachtung der VDI-Richtlinie 4640 und der gesteinspezifischen thermischen Kennwerte für die Wärmequelle geplant. Informationen zu den geologischen/hydrogeologischen Verhältnissen können bei der Abteilung Geologie des LfULG erfragt oder (hydro-)geologischen Karten und deren Erläuterungen entnommen werden. Abhängig von den (hydro-)geologischen Verhältnissen im konkreten Anwendungsfall und dem damit verbundenen Wärmeentzug, der durch den Wärmespeicher im Gestein kompensiert wird, kann die benötigte Sondenlänge beispielsweise für ein Einfamilienhaus zwischen 2 × 80 m und 1 × 130 m variieren.

Der zur Auslegung der Erdwärmeeinrichtung relevante Kennwert ist die spezifische Entzugsleistung. Sie gibt die am Verdampfer der Wärmepumpe zur Verfügung stehende Wärmeleistung wieder und wird für Erdwärmeeinrichtungen in Watt pro Meter Sondenlänge (W/m) angegeben.

Die spezifische Entzugsleistung ist eine Funktion der Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes und variiert somit je nach Untergrundbeschaffenheit und Wassergehalt (s. Tabelle 2).

Das Kartenwerk der Wärmeleitfähigkeiten in der Neißeregion, das im Rahmen des Projektes TransGeoTherm erarbeitet wurde, bietet Bauherren, Bohrfirmen und Planern einen Überblick über das geothermische Potenzial für eine Erdwärmeeinrichtung auf einem Grundstück und dient damit einer planerischen Unterstützung von Erdwärmeeinrichtungsprojekten im Einfamilienhausbereich (kleiner 30 kW Heizleistung).

Tabelle 2 Beispiele für die Wärmeleitfähigkeit λ von Gesteinen (Tabelle nach VDI 4640 Blatt 1)

Geologischer Untergrund	Wärmeleitfähigkeit λ in W/(m ² K)	
	Schwankungsbereich	typischer Rechenwert
Basalt	1,3 – 2,3	(1,7)
Granit	2,1 – 4,1	(3,4)
Rhyolit	3,1 – 3,4	(3,3)
Marmor	1,3 – 3,1	(2,1)
Metaquarzit	ca. 5,8	(5,8)
Tonschiefer	1,5 – 2,6	(2,1)
Mergel	1,5 – 3,5	(2,1)
Sandstein	1,3 – 5,1	(2,3)
Ton/Schluffstein	1,1 – 3,5	(2,2)
Kies, trocken	0,4 – 0,5	(0,4)
Kies, wassergesättigt	ca. 1,8	(1,8)
Moräne	1,0 – 2,5	(2,0)
Sand, trocken	0,3 – 0,8	(0,4)
Sand, wassergesättigt	1,7 – 5,0	(2,4)
Ton/Schluff, trocken	0,4 – 1,0	(0,5)
Ton/Schluff, wassergesättigt	0,9 – 2,3	(1,7)

Die Werte können durch die Gesteinsausbildung, wie Klüftung, Schieferung, Verwitterung, erheblich schwanken.

Das Kartenwerk ermöglicht es, die Wärmeleitfähigkeit λ in W/mK des geologischen Untergrunds für vier verschiedene Tiefenstufen (40 m, 70 m, 100 m, 130 m) zu entnehmen. Die Karten stellen damit gleichzeitig dar, wie mehr oder weniger effizient ein Erdwärmesondenstandort zur Nutzung oberflächennaher Erdwärme geeignet ist.

Die Eignung eines Standortes zur Erdwärmennutzung hängt von der geologisch-hydrogeologischen Beschaffenheit der unmittelbaren Sondenumgebung ab. Letztere beeinflusst zusammen mit der jährlichen Betriebsdauer maßgeblich die Effizienz der Erdwärmeanlage. Für die praktische Planung einer sondengekoppelten Erdwärmeanlage stellen die Karten der Wärmeleitfähigkeit eine Planungshilfe dar. Sie sollten somit für die konkrete Dimensionierung von Sondenlängen verwendet werden.

Die sorgfältige Planung und konkrete Wirtschaftlichkeitsberechnung von Einzelvorhaben soll damit unterstützt, jedoch keinesfalls ersetzt werden. Erläuterungen zur Bedienung der interaktiven Karte sowie Informationen zur Entstehung der Karten sind unter www.transgeotherm.eu zu finden.

Für größere Anlagen (> 30 kW), die zudem auch zum Kühlen verwendet werden können, sind weitergehende geologische und hydrogeologische Erkundungen erforderlich (z. B. durch ein auf diesem Gebiet versiertes Ingenieurbüro).

Einige »Tipps für Häuslebauer« hält außerdem die Broschüre des Bundesverbandes Geothermische Vereinigung e. V. bereit (www.geothermie.de).

Einige Energieversorger zahlen Zuschüsse bei der Anschaffung dieser umweltfreundlichen Heiztechnik oder geben eine Förderung durch einen vergünstigten Strompreis für den Wärmepumpenantrieb.

Die Einrichtung von Umweltwärme-Heizungen wird durch Maßnahmen aus Mitteln der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gefördert. Die KfW (www.kfw-foerderbank.de) bietet im Rahmen verschiedener Programme zinsverbilligte Darlehen an.

6.2 Bauausführung

Grundvoraussetzung für die Errichtung der Erdwärmeanlage ist die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik. Erdwärmesonden sowie zugehörige Anlagenteile müssen dem Stand der Technik entsprechen. Grundsätzlich sind die maßgebenden DIN-Normen, VDI-Richtlinien und DVGW-Regelwerke (s. a. Abschnitt 7) zu beachten.

Die Herstellung von Erdwärmesonden ist eine Bauleistung. Es ist daher ratsam, hinsichtlich der Ausführung auf Fachunternehmen mit qualifiziertem Fachpersonal zurückzugreifen (z. B. Brunnenbauerhandwerk, Bohrunternehmen etc.). Für den Bereich der Herstellung von Geothermiesonden existieren derzeit verschiedene Zertifizierungsverfahren. U. a. anhand derer können die Fachunternehmen ihre besondere Fachkunde nachweisen, z. B.:

- DVGW-Arbeitsblatt W 120 in den Gruppen G1 oder G2 oder
- RAL-GZ 969 »Gütesicherung Geothermische Anlagen, Teil 1: Geothermiesonden«.

Die Wahl von Materialien, Bohrspülmittelzusätzen, Sonden, Hinterfüllmaterial, Wärmeträgerflüssigkeit soll nach Empfehlungen der VDI 4640 erfolgen, der Wärmepumpeneinsatz nach DIN 8901. Der Bau der Erdwärmeanlage ist bzgl. auftretender Vorkommnisse oder Besonderheiten wie Spülungsverluste, Erbohren artesisch gespannten Grundwassers, Probleme bei der Ringraumverpressung u. ä. genauestens zu dokumentieren. Einzuleitende Maßnahmen sind mit der zuständigen unteren Wasserbehörde abzustimmen.

Das Brunnenbau- bzw. Bohrunternehmen hat größte Sorgfalt bei der Errichtung der Baustelle und während des Bohr- und Verpressvorganges walten zu lassen, um unnötige Beeinträchtigungen des Untergrundes zu vermeiden. Dies gilt insbesondere auch für den Grundwasserschutz und die dafür zutreffenden Vorkehrungen, da die Bohrtätigkeit, die Verwendung von Spülmittelzusätzen oder das Verbinden verschiedener Grundwasserstockwerke zur Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit führen können.

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.

Das DVGW-Arbeitsblatt W 115 und das DVGW-Merkblatt W 116 sind beim Niederbringen einer Bohrung zu beachten.

Der Bohrdurchmesser sollte bis zur Endtiefe mindestens dem Durchmesser des Sondenbündels + 60 mm entsprechen. Bei kleineren Bohrdurchmessern steht zu befürchten, dass die Bohrung nicht ordnungsgemäß verpresst werden kann (z. B. Luft einschließen, Verbindung unterschiedlicher wasserführender Horizonte, Schadstoffeintrag ins Grundwasser), die Sondenschläuche verletzt werden und Soleverluste auftreten können.

Der gesamte Ringraum zwischen den mit Distanzstücken auf Abstand gehaltenen Sonden und der Bohrlochwand wird ohne Unterbrechung vollständig mit einer grundwasserunschädlichen Suspension von unten nach oben verpresst. Nach Erhärtung muss die Suspension (insbesondere gegenüber Kohlensäure und Sulfat) dauerhaft dicht und (frost-tauwechsel-)beständig sein. Es ist auf die laut Herstellerangaben empfohlenen Anmischungsverhältnisse zu achten. Die Menge und Dichte des Verpressmaterials sollen teufenabhängig dokumentiert werden.

Zur optimalen Ausnutzung der Wärmeübertragung vom Festgestein zur Sonde sollten nur hierfür ausdrücklich geeignete und sowohl den örtlichen Verhältnissen als auch in ihren thermischen Eigenschaften angepasste Bentonit-Hochofenzement-Wasser- oder Bentonit-Hochofenzement-Sand-Wasser-Suspensionen eingebracht werden, die bereits als Fertigprodukte auf dem Markt angeboten werden. An Stelle von Bentonit können auch andere quellfähige Tone Verwendung finden, die z. B. durch Sandanteile in Form von Quarzmehl oder Graphitbeimengungen deren Wärmeleitfähigkeit verbessern können. Der Verpressvorgang wird solange fortgeführt, bis die Dichte der aus dem Bohrloch austretenden Suspension der eingepressten Suspension entspricht.

Übersteigt der Bedarf an Verpressmaterial das Zweifache des Ringraumvolumens, ist der Verpressvorgang zunächst zu beenden und umgehend die untere Wasserbehörde zu informieren. Dies ist erforderlich, da bei hochdurchlässigen Grundwasserleitern größere Mengen an Dichtungsmaterial in Klüfte oder Hohlräume gelangen können. Neben der Beeinträchtigung der Grundwasserqualität besteht die Gefahr, dass wasserwegsame Zonen abgedichtet werden.

Zudem ist ein Nachweis zu bringen, dass bei einem hydrogeologischen Stockwerksbau eine zuverlässige Abdichtung der Grundwasserleiter gegeneinander erfolgt ist.

Während der Bohrarbeiten aus der Bohrung austretendes Grundwasser ist schadlos abzuleiten. Bei geplanter Einleitung in ein Oberflächengewässer ist diese gleichzeitig mit der Anzeige/dem Antrag auf Erlaubnis zur Errichtung der Erdwärmesonden (s. Anlage 1.2) 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. Bei geplanter Einleitung in einen Kanal ist die Zustimmung des Kanalbetreibers erforderlich.

Grundsätzlich gelten die Anforderungen an Wärmepumpen mit Erdwärmesonden und Bodenkollektoren des Anforderungskataloges der LAWA (2003). Dieser gibt vor, dass einwandige Anlagen und Anlagenteile zur Nutzung von Erdwärme keine wassergefährdenden Stoffe oder wässrige Lösungen der Wassergefährdungsklasse (WGK) 1 enthalten dürfen. Diese Frostschutzmittel müssen nachweislich für den Einsatz im Außenkreislauf einer Erdwärmesondenanlage geeignet sein. Im Interesse einer hohen Anlagensicherheit und Funktionalität sollte die Soleflüssigkeit nicht erst vor Ort gemischt werden, sondern auf die erhältlichen vorgemischten Lösungen (z. B. Wasser-Glykol-Gemisch) zurückgegriffen werden.

Nach Sondeneinbau und Bohrlochringraum-Verfüllung sowie vor Inbetriebnahme der Erdwärmeanlage sind die in der Anlage genannten Nachweise zu führen (z. B. Druckprüfungen an Sonden (s. a. Abschnitt 5. 2)) und bei den jeweils zuständigen Behörden einzureichen.

Für den Schutz von Bäumen und Pflanzenbeständen sind die DIN 18920 »Schutz von Bäumen, Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen bei Bauarbeiten« in Verbindung mit der »Richtlinie für die Anlage von Straßen, Teil Landschaftsgestaltung, Abschnitt 4« sowie eventuelle kommunale Baumschutzsatzungen zu beachten und einzuhalten.

6.3 Anlagenbetrieb

Die ggf. in der wasserrechtlichen Erlaubnis erlassenen Nebenbestimmungen zum Betrieb der Erdwärmeanlage sind zu beachten. Erdwärmesonden sind durch selbsttätige Leckageüberwachungseinrichtungen zu sichern, da eventuelles Auslaufen einer wassergefährdenden Wärmeträgerflüssigkeit zu einer schädlichen Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit führen kann.

Die konventionelle Erdwärmeanlage ist ohne Gefahr der Vereisung des Untergrundes, bis auf Spitzenlastzeiten, zu betreiben.

Der Anlagenbetreiber haftet für den ordnungsgemäßen Bau und Betrieb der Anlage und alle daraus resultierenden Schäden. Ein Wechsel des Anlagenbetreibers ist der unteren Wasserbehörde mitzuteilen. Alle Rechte und Pflichten gehen auf den neuen Betreiber über.

Bei Außerbetriebnahme der Erdwärmesondenanlage ist die Wärmeträgerflüssigkeit mit Wasser (Trinkwasserqualität) aus der Sonde zu spülen und ordnungsgemäß zu entsorgen. Die Sonde ist vollständig, dicht und dauerhaft mit geeigneten Materialien zu verpressen und die ordnungsgemäße Stilllegung unter Nachweis der Verfüllung der zuständigen Wasserbehörde mitzuteilen. Hinweis: Erdwärmesonden mit wassergefährdenden Stoffen im Bereich der gewerblichen Wirtschaft und im Bereich öffentlicher Einrichtungen unterliegen den Anforderungen des § 62 WHG i. V. m. der Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (SächsVAwS).

6.4 Qualitätssicherung

Neben der Auslegung, dem fachgerechten Bau, der Installation und der regelmäßigen Überprüfung der Erdwärmesondenanlage ist die Qualität der Wärmepumpe als Herzstück einer solchen Anlage zu sichern. Durch die Schaffung eines Gütesiegels für Wärmepumpen haben die Förder- und Interessensgemeinschaften für Wärmepumpen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz (D-A-CH) klare Qualitätsanforderungen definiert. Einen Link zu Listen geprüfter Wärmepumpen-Aggregate findet man im Internet (s. a. www.fws.ch).

Eine moderne Wärmepumpe kann nur dann effizient genutzt werden, wenn die Wärmequellenanlage, z. B. die Erdwärmesonde, ihrerseits korrekt ausgelegt und installiert ist. Es empfiehlt sich daher, Fachunternehmen mit der Ausführung der Bohr- und Ausbauarbeiten zu beauftragen, die über einen Nachweis ihrer besonderen Fachkunde auf diesem Gebiet verfügen (s. a. Abschnitt 6. 2).

Quellenverzeichnis

Gesetzliche Grundlagen

Allgemeine Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe (VwVwS) vom 27.7.2005, Novelle Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Änderung der Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe vom 27.7.2005; Herausg. Vom Bundesministerium der Justiz (BAnz.-Nr. 142a vom 30.7.2005)

Bundesberggesetz (BBergG) vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), zuletzt geändert durch Artikel 11 des Gesetzes vom 9. Dezember 2006 (BGBl. I S. 2833)

Chemikalien-Ozonschichtverordnung (ChemOzonSchichtV) vom 13. November 2006 (BGBl. I S. 2638), zuletzt geändert durch Artikel 5 des Gesetzes vom 20. Mai 2008 (BGBl. I S. 922)

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz – WHG), amtliche Fassung vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), Fassung gültig ab 01.03.2010

Lagerstättengesetz (LagerstG) in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 750-1, veröffentlichten bereinigten Fassung, zuletzt geändert durch Artikel 22 des Gesetzes vom 10. November 2001 (BGBl. I S. 2992)

Polizeiverordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Arbeit über die Abwehr von Gefahren aus unterirdischen Hohlräumen sowie Halden und Restlöchern (Sächsische Hohlraumverordnung – SächsHohlrVO) vom 6.3.2002, rechtsbereinigt mit Stand vom 23.5.2004, SächsGVBl. Jg. 2002, Bl.-Nr. 5, S. 117

Sächsisches Wassergesetz (SächsWG) i. d. F. d. Bek. vom 12. Juni 2013, SächsGVBl. Nr. 10 vom 7.8.2013, S. 503, Fassung gültig ab: 8.8.2013

Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (Sächsische Anlagenverordnung – SächsVAwS), SächsGVBl. Jg. 2000 Bl.-Nr. 7 S. 223 Fsn-Nr. 612-3.3/2 Fassung gültig ab: 1.1.2002

Richtlinien, Regelwerke

ATV DIN 18299: 10.2006, Deutsches Institut für Normung e.V.: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art

ATV DIN 18301: 10.2006, Deutsches Institut für Normung e.V.: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Bohrarbeiten

ATV DIN 18302: 10.2006, Deutsches Institut für Normung e.V.: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Arbeiten zum Ausbau von Bohrungen

DIN 4023: 02.2006, Deutsches Institut für Normung e.V.: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen

DIN 4124: 10.2002, Deutsches Institut für Normung e.V.: Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten

DIN 8074: 08.1999, Deutsches Institut für Normung e.V.: Rohre aus Polyethylen (PE) – PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD – Maße

DIN 8075: 08.1999, Deutsches Institut für Normung e.V.: Rohre aus Polyethylen (PE) – PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD – Allgemeine Güteanforderungen, Prüfungen

DIN 8901: 12.2002, Deutsches Institut für Normung e.V.: Kälteanlagen und Wärmepumpen – Schutz von Erdreich, Grund- und Oberflächenwasser. Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen und Prüfung

DIN 18130-1: 05.1998, Deutsches Institut für Normung e.V.: Baugrund – Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts, Teil 1: Laborversuche

DIN 18130-2: 10.2003, Deutsches Institut für Normung e.V.: Baugrund – Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts, Teil 2: Feldversuche

DIN 18920: 08.2002, Deutsches Institut für Normung e.V.: Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Schutz von Bäumen, Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen

DIN EN ISO 14688-1:2003-01, Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2002); Deutsche Fassung EN ISO 14688-1:2002

- DIN EN ISO 14688-2 : 2006-01-25, Deutsches Institut für Normung e.V.: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen (ISO 14688-2 : 2004); Deutsche Fassung EN ISO 14688-2:2004
- DIN EN ISO 14689-1:2004-04, Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels – Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14689-1:2003); Deutsche Fassung EN ISO 14689-1:2003
- DIN EN ISO 22475-1 01.2007, Deutsches Institut für Normung e.V.: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen – Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (ISO 22475-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 22475-1:2006
- DIN V 4279-7: 12.1994, Deutsches Institut für Normung e.V.: Innendruckprüfungen von Druckrohrleitungen für Wasser, Druckrohre aus Polyethylen geringer Dichte PE-LD, Druckrohre aus Polyethylen hoher Dichte PE-HD, Druckrohre aus vernetztem Polyethylen PE-X, Druckrohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid PVC-U
- DVGW DVS 2207-1, Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (09/2005): Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen – Heizelementschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln aus PE-HD; Bestandteil der Regelwerke Rohrleitungsbau und Industriegaskunden
- DVGW W 101, Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (06/2006): Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; I. Teil: Schutzgebiete für Grundwasser-Arbeitsblatt
- DVGW W 114, Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (06/1989): Gewinnung und Entnahme von Gesteinsproben bei Bohrarbeiten zur Grundwassererschließung-Merkblatt
- DVGW W 115, Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (07/2008): Bohrungen zur Erkundung, Gewinnung und Beobachtung von Grundwasser-Arbeitsblatt
- DVGW W 116, Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (04/1998): Verwendung von Spülungszusätzen in Bohrspülungen bei Bohrarbeiten im Grundwasser-Merkblatt
- DVGW W 120, Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (12/2005): Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik, Brunnenbau und Brunnenregenerierung; DVGW-Regelwerk, Arbeitsblatt W 120, Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn
- DVGW W 135, Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (11/1998): Sanierung und Rückbau von Bohrungen, Grundwassermessstellen und Brunnen-Arbeitsblatt
- RAL-GZ 969, Geothermische Anlagen; Teil 1: Erdwärmesonden; Gütesicherung RAL-GZ 969; Ausgabe Januar 2008
- RAS-LG – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Konrad-Adenauer-Straße 13, 50996 Köln: Richtlinie für die Anlage von Straßen – Landschaftsgestaltung (RAS-LG)
- VDI 4640 Blatt 1 – Verein Deutscher Ingenieure (VDI) [Hrsg.] (06/2008, Entwurf): Thermische Nutzung des Untergrundes – Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte. Richtlinie 4640 Blatt 1, Düsseldorf
- VDI 4640 Blatt 2 – Verein Deutscher Ingenieure (VDI) [Hrsg.] (09/2001): Thermische Nutzung des Untergrundes – Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen. Richtlinie 4640 Blatt 2, Düsseldorf
- VDI 4640 Blatt 3 – Verein Deutscher Ingenieure (VDI) [Hrsg.] (06/2001): Thermische Nutzung des Untergrundes – Unterirdische Thermische Energiespeicher. Richtlinie 4640 Blatt 3, Düsseldorf

Sonstige

Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen StMLU (Hrsg.), 2003: Oberflächennahe Geothermie – Heizen und Kühlen mit Energie aus dem Untergrund. Weber Offset, München. (auszugsweise in Kapitel Energieeffizienz und Ökologie)

Jordan, H. & Grimm, R., 2001: Abschlussbericht Grubenwasserpotenzial Sachsen. Im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, unveröff., HGC Hydro-Geo-Consult GmbH Freiberg, im Archiv des Landesamtes einsehbar.

Kaltschmitt, M., Huenges, E., Wolff, H. (Hrsg.), 1999: Energie aus Erdwärme. Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Stuttgart.

LAWA-Anforderungskatalog, 2003: Anforderungskatalog der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 2003, unveröff.; Einsichtnahme: LfUG, Informationsblatt Nr. 1 – 2 (09/2004) »Hintergrundpapier zur Sächsischen Anlagenverordnung«

Sanner B. & Bußmann W., 2005: Erdwärme zum Heizen und Kühlen. Potentiale, Möglichkeiten und Techniken der Oberflächennahen Geothermie. Kleines Handbuch der Geothermie, Bd. 1, 5. Auflage, Geothermische Vereinigung (Hrsg.) Geeste.

Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2005: »Mittelgroße Wärmepumpenanlagen« und »Energie sparen durch Wärmepumpenanlagen«. (www.wm.baden-wuerttemberg.de/waermepumpe/84799.html → Informationsmaterial).

Wohnbauforschung Niederösterreich; Wohnbauforschungserfassung, 2006: Wärmepumpen, Erdkollektoren, Garten- und Wohnqualität. Verfasser-Vorl.: DI Heike Studer, tilia mayrhofer.staller.studer oeg. Eigenverlag tilia, Wien. (www.noewohnbauforschung.at)

Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildungsbezeichnung	Quellenangabe	Seite
Abb. 1 Temperaturverlauf in den oberen Bodenschichten	Grafik aus »Oberflächennahe Geothermie – Heizen und Kühlen mit Energie aus dem Untergrund« Bayerisches Geologisches Landesamt, Ansprechpartner: Christoph Töpfner	4
Abb. 2 Übersicht Beispiele der Erdwärmenutzung	Übersicht nach »Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden« des Umweltministeriums von Baden-Württemberg, modifiziert	5
Abb. 3 Schema Erdwärmesonde	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie	6
Abb. 4 Schema schräge Erdwärmesonden nach dem GRD®-Verfahren	LfULG, verändert nach Fa. Tracto Technik GmbH	7
Abb. 5 Schema Erdwärmekollektor	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie	7
Abb. 6 Schema erdberührte Betonbauteile – Energiepfähle erschließen das unter einer Industrieanlage liegende Erdreich als Wärme- bzw. Kältequelle	Grafik von Lippuner + Partner AG, CH-9472 Grabs, Ansprechpartner: Marcel Morath	8
Abb. 7 Schema Entnahme- und Einleitbrunnen	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie	8
Abb. 8 Schema Grubenwassernutzung der Zinngrube Ehrenfriedersdorf für die örtliche Mittelschule	Grafik nach Rottluff, F. »Grubenwasser als Wärmequelle für den Betrieb von Wärmepumpen am Beispiel des Nord-West-Feldes der Zinngrube Ehrenfriedersdorf« Abb. 1, in: Sanner, B. & Lehmann, A. (Hrsg.): 2. Symposium Erdgekoppelte Wärmepumpen 17. – 19. Oktober 1994 in Schloss Rauschholzhausen, IZW-Bericht 1/94.	9
Abb. 9 Leistungszahl ϵ als Funktion der Temperaturdifferenz ΔT zwischen Verdampfer und Verflüssiger ($T_0 = 273 \text{ K}$)	Grafik aus »Oberflächennahe Geothermie – Heizen und Kühlen mit Energie aus dem Untergrund« Bayerisches Geologisches Landesamt, Ansprechpartner: Christoph Töpfner	10
Abb. 10 Schema Funktionsprinzip einer Sole/Wasser-Wärmepumpe	Grafik nach »Oberflächennahe Geothermie – Heizen und Kühlen mit Energie aus dem Untergrund« Bayerisches Geologisches Landesamt, Ansprechpartner: Christoph Töpfner	12
Abb. 11 Ablaufschema Vorhaben Erdwärmesondenanlage	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie	15

Tabellenverzeichnis

Tabellenbezeichnung	Quellenangabe	Seite
Tabelle 1 Anzeige und Genehmigung von Erdwärmesonden	Schema nach Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden; Umweltministerium Baden-Württemberg, Kernerplatz 9, 70182 Stuttgart, modifiziert	15
Tabelle 2 Beispiele für die Wärmeleitfähigkeit λ von Gesteinen (Tabelle nach VDI 4640 Blatt 1)	VDI-Gesellschaft Energietechnik, 09/2001: Tabelle nach VDI 4640 Blatt 1	18

Verzeichnis der Unteren Wasserbehörde

Landratsamt Görlitz Umweltamt, SG Untere Wasserbehörde www.kreis-goerlitz.de	Tel. 03588 285-760 Dienststz: Robert-Koch-Straße 1, 02906 Niesky
---	---

Anlagenverzeichnis

Anlagen	Unterlagen für das Vorhaben Erdwärmesondenanlage
Anlage 1.1	Anforderungen an Bauausführung und Betrieb von Erdwärmesondenanlagen (Stand der Technik)
Anlage 1.2	Anzeigeformular für Erdwärmesondenanlagen
Anlage 2	Prüfzeugnis für eine Erdwärmesondenanlage
Anlage 3	Formular Bohranzeige
Anlage 4	Merkblatt des Sächsischen Oberbergamtes

Anlagen

Anlage 1.1: Anforderungen an Bauausführung und Betrieb von Erdwärmesondenanlagen (Stand der Technik)

Anforderungen an Bauausführung und Betrieb von Erdwärmesonden

1. Stand der Technik

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

Die zu beauftragenden Fachfirmen müssen über die notwendige fachliche und technische Leistungsfähigkeit verfügen. Für die Bohr- und Ausbaurbeiten wird empfohlen, Fachunternehmen mit der Ausführung dieser Arbeiten zu beauftragen, die über einen Nachweis ihrer besonderen Fachkunde auf diesem Gebiet verfügen.

Das die Sondenbohrungen ausführende Unternehmen muss über eine ausreichende technische Ausrüstung verfügen, um eine Ausführung der Wärmequellenanlage nach Stand der Technik und ein sachgemäßes Reagieren auf Havarien 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, Wärmepumpen DIN 8901).

Bohrarbeiten

1. Das DVGW-Arbeitsblatt W 115 und das DVGW-Merkblatt W 116 sind beim Niederbringen einer Bohrung zu beachten.
2. 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 wird verwiesen. Jegliche nachteilige Veränderung der Beschaffenheit des Grundwassers ist auszuschließen. Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen sind der Wasserbehörde oder Polizei unverzüglich anzuzeigen, wenn diese nicht mit einfachen betrieblichen Mitteln beseitigt werden können. Der Verursacher muss in Eigenverantwortung Sofortmaßnahmen zur Schadensbehebung oder -minimierung ergreifen.

3. Auf der Bohrstelle sind Materialien und Geräte für Sofortmaßnahmen im Störfall (z. B. Brand, Ölunfall) sowie im Fall von unbekanntem oder nicht abschätzbarem hydraulischen Verhältnissen (Anschnitten von artesischem Grundwasser) ständig vorzuhalten.
4. 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.
5. Um die Bohrung sicher abzudichten und einer Beschädigung der Sondenschläuche vorzubeugen, ist der Bohrdurchmesser ausreichend 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 zentriert gleichzeitig mit dem Verfüllrohr mit geeigneten Einrichtungen einzubauen.
6. Es dürfen nur Spülungszusätze verwendet werden, die keine chemischen oder mikrobiologischen Veränderungen im Untergrund bewirken. Ein geschlossener Bohrspülungskreislauf ist sicherzustellen.

Sondeneinbau

7. Der Sondenfuß und seine Anschlüsse an die Sondenrohre sind werkseitig herzustellen (Schweißverfahren nach DVS-Richtlinie 2207 und 2208, Werkstoffe nach DIN 8074 und 8075). Die ordnungsgemäße Ausführung ist der unteren Wasserbehörde mit einem entsprechenden Zertifikat des Herstellers (werkseitiges Prüfprotokoll) nachzuweisen. Die ins Bohrloch eingesetzte Sonde ist vor der Verpressung einer Druckprüfung durch eine Fachfirma zu unterziehen (VDI 4640 Blatt 2 Nr. 5.2.2; Prüfzeugnis s. Anlage 2).

Verfüllung des Bohrlochringraums

8. Nach Einbringen der Erdwärmesonde ist nach VDI 4640 Blatt 2, Nr. 5.2.3 das Bohrloch bzw. der gesamte Bohrlochringraum zwischen den eingebauten Sonden und der Bohrlochwandung vollständig von der Sohle aus nach oben mit einer grundwasserunschädlichen, nach Erhärtung (insbesondere gegenüber Hydrogenkarbonat und Sulfat) dauerhaft wasserdichten und (frost-) beständigen Suspension zu verpressen. Bei Sonden, die im Temperaturbereich des Frost-/Tauwechsels arbeiten, ist nachzuweisen, dass das abgebundene Verpressmaterial für diesen Temperaturbereich dauerhaft geeignet ist und durch ständiges Gefrieren und Tauen keine Rissbildungen auftreten (dauerhafte Dichtheit der Bohrung). Liegt dieser Nachweis nicht vor, sind beim Betrieb der Erdwärmesondenanlage Rücklauftemperaturen des Wärmeträgermittels unter dem Gefrierpunkt ($< 0\text{ °C}$) auszuschließen.
9. 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. 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 kontinuierlich zu messen und zu dokumentieren sowie der unteren Wasserbehörde zu übergeben. Übersteigt der Bedarf an Verpressmaterial das Zweifache des Ringraumvolumens, ist der Verpressvorgang zu unterbrechen und die untere Wasserbehörde zu informieren.
10. Bei Misserfolg einer Bohrung vor Einbau der Sonde ist das Bohrloch bis zur Geländeoberkante dauerhaft wasserdicht zu verpressen (DVGW-Arbeitsblatt W 135) und ebenfalls zu dokumentieren.

Betrieb der Erdwärmesonden

11. Die Dichtheit der Anlage (Funktionsendprüfung der mit Wasser gefüllten Sonde nach VDI 4640 Blatt 2 Nr. 5.2.3) ist, wie vorher die Verfüllung des Ringraumes, durch eine Fachfirma zu überprüfen und das entsprechend ausgefüllte Prüfzeugnis (s. Anlage 2) der unteren Wasserbehörde zu übergeben (im Einklang mit § 41 Abs. 4 SächsWG i.V. m. § 101 Abs. 1 WHG).
12. Einwandige Anlagen oder Anlagenteile im Boden oder Grundwasser dürfen als Wärmeträgermittel nur nicht wassergefährdende Stoffe oder wässrige Lösungen der Wassergefährdungsklasse 1 (WGK 1) verwendet werden (Fußnote 14 gemäß Anhang 2 VwVwS). Der Lieferant des Wärmeträgermittels hat zu bescheinigen, dass das Wärmeträgermittel den Anforderungen entspricht und nach der VwVwS in die WGK 1 einzustufen ist (EG-Sicherheitsdatenblatt gemäß 91/155/EWG).

13. Erdwärmesonden sind durch selbsttätige Leckageüberwachungseinrichtungen (baumustergeprüfte Druckwärter) zu sichern. Im Falle einer Leckage der Erdwärmesonde muss die Umwälzpumpe sofort abgeschaltet und ein Störsignal abgegeben werden. Übergangsstücke und Sondenverteiler sind zugänglich und kontrollfähig zu gestalten und in die visuellen Kontrollmaßnahmen zur Dichtheit zu integrieren.
14. Bei vorübergehender Stilllegung bzw. dauerhafter Außerbetriebnahme ist gemäß VDI-Richtlinie 4640 Blatt 2, Nr. 10.2.3 zu verfahren (Spülung, Entsorgung, Verpressen oder Ausbau).

2. Hinweise

1. Die Anzeige des Vorhabens/der Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis zur Gewässerbenutzung ist gemäß Anlage 1.2. bei der zuständigen unteren Wasserbehörde einzureichen.
2. 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 2003, VDI 4640 Blatt 2 Nr. 5.1.1).
3. Es wird auf die Bohr-Anzeigepflicht (spätestens zwei Wochen vor Bohrbeginn) und Bohrergebnisse – Mitteilungspflicht (spätestens sechs Monate nach Abteufen der Bohrung) gemäß Lagerstättengesetz an das LfULG hingewiesen (Bohranzeige s. Anlage 3); Adresse: Bohrarchiv des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Postfach 54 01 37, 01311 Dresden; E-Mail: Bohrarchiv.lfulg@smul.sachsen.de; Fax: 03731 294-1099).
4. Bohrungen, welche tiefer als 100 m ins Erdreich eindringen, sind gemäß § 127 Bundesberggesetz beim Sächsischen Oberbergamt Freiberg (SOBA) anzuzeigen (s. Anlage 4). Bei grundstücksübergreifenden Anlagen (unabhängig von der Bohrtiefe) ist ein Antrag zur Aufsuchung und Gewinnung der Erdwärme einzureichen (Adresse: Sächsisches Oberbergamt, Kirchgasse 11, 09599 Freiberg, E-Mail: Poststelle@obafg.smwa.sachsen.de, Fax: 03731 372-1179).
5. Es ist nicht vor Ablauf der Frist von einem Monat mit dem angezeigten Tatbestand zu beginnen, sofern die untere Wasserbehörde nichts anderes zulässt oder anordnet (vgl. § 41 Abs. 1 SächsWG). Die Anzeigepflicht lässt die Einholung notwendiger privatrechtlicher und öffentlich-rechtlicher Genehmigungen unberührt.
6. Lassen Bohrergebnisse oder Schachtarbeiten auf Altbergbau, nichtbergbauliche Hohlräume oder aufgelockerte Zonen (möglicherweise verfüllte Hohlräume) schließen, die in einer bergbaulichen Stellungnahme nicht mitgeteilt wurden, ist dies dem SOBA mit allen bedeutsamen Informationen über die Bohrungen zu melden.
7. 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.

8. Betragen die Spülungsverluste 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 (Lösungsvorschlag), die das Eindringen größerer Mengen von Bohrspülung in den Grundwasserleiter verhindern oder begrenzen.
9. Während der Bohrarbeiten aus der Bohrung austretendes Grundwasser ist schadlos abzuleiten. Bei geplanter Einleitung in ein Oberflächengewässer ist diese gleichzeitig mit der Anzeige/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.
10. Übersteigt der Bedarf an Verpressmaterial das Zweifache des Ringraumvolumens, ist der Verpressvorgang zunächst zu beenden und umgehend die untere Wasserbehörde zu informieren.
11. Dem LfULG (Geologische Landesanstalt im Sinne des Lagerstättengesetzes) ist durch rechtzeitige Absprache die Möglichkeit der Begutachtung der Bohrproben und des sonstigen Beobachtungsmaterials einzuräumen. Gemäß § 5 Abs. 2 des Lagerstättengesetzes sind die Proben seitens des Bohrunternehmens aufzubewahren und zu sichern sowie auf Verlangen dem LfULG zur Verfügung zu stellen. Eine Vernichtung ist erst nach Rücksprache und nur mit Erlaubnis des LfULG zulässig.
12. Spätestens vier Wochen nach Abschluss der Aufschlussarbeiten sind der unteren Wasserbehörde zuzuleiten:
 - die für die Gewässeraufsicht bedeutsamen Angaben, insbesondere detailliertes Schichtenverzeichnis, Grundwasserstand,
 - vollständige Anlagendokumentation (schematischer Ausbauplan der Erdwärmesondenanlage, eingebrachtes Volumen der Ringraumabdichtung, Leitungsführung, eingebrachtes Volumen des Wärmeträgermittels sowie dessen Mischungsverhältnis),
 - Detailskizze mit Lage und Geländehöhe der Bohransatzpunkte (und damit der Sonden) im Meterbereich,
 - Druck-Prüfzeugnis (siehe Punkte 1. 7. und 1. 11.),
 - optional: Fotodokumentation der Bohr-, Einbau- und Verpressarbeiten (Zustand Bohrloch während des Bohrens, Zustand Bohrloch und Sonden während des Einbaues der Sonden, Zustand Bohrloch nach vollständig eingebautem Sondenbündel mit Verfüllrohr und Zustand Bohrloch nach vollständiger Verfüllung).
13. Die objektbezogene Mitteilung der Bohrergebnisse (Schichtenverzeichnis) einschließlich zugehöriger Untersuchungsergebnisse (Pumpversuche, Korngrößenanalyse usw.), ein Übersichtslageplan im frei wählbaren Maßstab zwischen 1: 10 000 und 1: 50 000 sowie eine Detaillageskizze, anhand derer die Bohransatzpunkte im Meter-Bereich lokalisierbar sind, sind spätestens sechs Monate nach Abteufen der Bohrung beim LfULG einzureichen.
14. Vom Betreiber der Anlage ist regelmäßig zu prüfen, ob aus dem obertägig zugänglichen Anlageteil Wärmeträgerflüssigkeit austritt. In diesem Fall ist die Anlage sofort außer Betrieb zu nehmen, die Wärmeträgerflüssigkeit mit Trinkwasser aus den Sonden zu spülen und fachgerecht zu entsorgen. In beiden Fällen ist unverzüglich das Heizungsbau-/Installationsunternehmen bzw. das mit der Planung befasste Ingenieurbüro mit der Klärung der Ursachen bzw. Behebung des Schadens zu beauftragen. Sollte Wärmeträgerflüssigkeit ins Erdreich eingedrungen sein, muss die untere Wasserbehörde umgehend informiert werden.
15. Bei Außerbetriebnahme der Erdwärmesondenanlage und Nutzungsänderungen (z. B. die Erhöhung der Heizleistung, Nutzung zu Kühlzwecken oder Austausch der Wärmepumpe bzw. des Kältemittels) ist die untere Wasserbehörde zu informieren.
16. Bei Eigentümerwechsel gehen alle Rechte und Pflichten auf den neuen Eigentümer über. Der Eigentümerwechsel ist der unteren Wasserbehörde anzuzeigen.

Anzeige / Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis zur Gewässerbenutzung

nach § 9 Abs. 2 Nr. 2 WHG für vertikale Erdwärmesonden (bis 30 kW) und
Anzeige von Erdaufschlüssen gemäß § 41 SächsWG i. V. m. § 49 WHG

1. Allgemeine Angaben

Antragsteller (Bauherr)	Name, Vorname:	
	PLZ, Ort:	
	Straße, Nr.:	
	Telefon-Nr.:	Telefax-Nr.:
	E-Mail-Adresse:	

Standort der Anlage	Stadt/Landkreis:	Gemeinde/Ortsteil:	
	Gemarkung:	Flur:	Flurstück:
	PLZ:	Straße, Nr.:	
	Hochwert: (oder Eintragung in beigefügter Karte)	Rechtswert:	
	Geländehöhe (m ü. HN):		
	Messtischblatt TK 25, Nummer:	Name:	

Bohrunternehmen	Firma:	
	PLZ, Ort:	
	Straße, Nr.:	
	Telefon-Nr.:	Telefax-Nr.:
	E-Mail-Adresse:	
	Verantwortlicher Fachmann:	
	Telefon-Nr.:	Telefax-Nr.:

Planendes Ingenieurbüro (wenn zutreffend)	Firma:	
	Ansprechpartner:	
	PLZ, Ort:	
	Straße, Nr.:	
	Telefon-Nr.:	Telefax-Nr.:
	E-Mail-Adresse:	

2. Angaben zur Berechnung der Erdwärmesonden

fachgerechte Anlagenberechnung: (z.B. nach VDI 4640)	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
zur Dimensionierung angesetzte spezifische Entzugsleistung des Untergrundes [W/m]:		
bzw. Gesteinswärmeleitfähigkeit [W/m·K]:		

3. Angaben zur Durchführung der Bohrungen

Beginn der Arbeiten:	voraussichtliche Dauer:
Anzahl:	geplante Bohrtiefe [m]:
Bohrverfahren:	
Spülmittel (bei Spülbohrung):	
geplantes Verfüll-/Verpressmaterial:	
Art der Verpressung (z. B. Kontraktorverfahren):	

4. Technische Daten Erdwärmesonden

Erdwärmesonden	Sondenart (z. B. U-, Doppel-U-, Koaxial-Sonde):
	Anzahl: Länge [m]:
	minimaler Abstand untereinander [m]: zur Grundstücksgrenze [m]:
	Sondenmaterial: Sondendurchmesser [mm]:
	Durchmesser des Sondenbündels mit Verpressrohr [mm]: herstellereitige Druckprüfung:
Wärmeträgermittel in Sonde (Solefluid)	Name/Inhaltsstoffe:
	Wassergefährdungsklasse: Gesamtmenge:

5. Technische Daten Wärmepumpenanlage

gebäudespezifische Angaben	Wärmebedarf (kW): Kühlung (Bedarf in kW):
	Jahresbetriebsstunden (h):
	Wärmebedarfsberechnung: ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Wärmepumpe	Hersteller: Typ:
	Heizleistung [kW]: Jahresarbeitszahl (JAZ):
	Standort: <input type="checkbox"/> außerhalb <input type="checkbox"/> innerhalb des Gebäudes
	Kältemittel in der Wärmepumpe:
Sicherheitseinrichtungen u. Schutzvorkehrungen	<input type="checkbox"/> automatische Drucküberwachung im Wärmeträgerkreislauf
	<input type="checkbox"/> andere

6. Beigefügte Unterlagen

...obligatorisch

- Katasterauszug oder Auszug aus der Liegenschaftskarte mit Flurnummer, Gemarkung, Lage der Bohrpunkte, Rohrleitungsverlauf, Standort der Wärmepumpe, Grundstücksgrenzen und Nachbarbebauung
- Übersichtslageplan, möglichst basierend auf der amtlichen topografischen Karte (TK) (Maßstab: 1:10 000 oder 1:25 000)
- Prüfzertifikat des Sondenherstellers
- Sicherheitsdatenblatt des Wärmeträgers im Außenkreislauf
- Beim Verpressen der Sonden mittels Fertigmischung: Erklärung der Unbedenklichkeit des Produktes
- Soweit bekannt, Angaben zu hydrogeologischen Verhältnissen, u. a. von der Maßnahme voraussichtlich betroffene Grundwasserstockwerke/-leiter, voraussichtliches Bohrprofil (Angabe zur Informationsquelle; Auswertung geologischer Karten, Bohrarchive etc.)
- Nachweis des Bohrunternehmens über erworbene Kenntnisse und Fähigkeiten zur Erfüllung der Qualifikationsanforderungen u.a. nach DVGW-Arbeitsblatt W 120, RAL-GZ 969 bzw. zur Erfüllung der Anforderungen gleichwertiger Zertifikate.
- Unterlagen zur Anlagenberechnung, z.B. Berechnung zur Erdsondentiefe und -anzahl

7. Bestätigung und Unterschrift

Die Anforderungen des Gewässerschutzes an Anlagen zur Wärmenutzung entsprechend der Anforderungen an Bauausführung und Betrieb von Erdwärmesonden sowie der VDI Richtlinie 4640 werden eingehalten:	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
---	---

Antragsteller:

.....
Ort, Datum

.....
Unterschrift des Antragstellers

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

Prüfzeugnis

für eine geothermische Energiegewinnungsanlage (Erdwärmesonde)

(Einklang mit § 41 Abs. 4 SächsWG i. V. m. § 101 Abs. 1 WHG)

Bauvorhaben: _____

Name, Vorname: _____

Straße: _____ PLZ, Ort: _____

Flurstück-Nr. _____

Anzahl der Erdwärmesonden: _____ Durchmesser der Sonden: _____

Tiefe der Bohrungen: _____ Bohrdurchmesser: _____

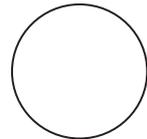
Prüfleiter: _____

Bohrfirma oder geologisches Ingenieurbüro

Das Vorhaben wurde entsprechend der Anzeige / Genehmigung durchgeführt.

Dabei gab es keine besonderen Vorkommnisse.

Es traten folgende Probleme auf: _____



Ort, Datum

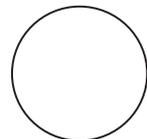
Stempel / Unterschrift Bohrunternehmen/ausführende Firma

1. Prüfung

Prüfgegenstand:
Optische Überprüfung der U-Rohr-
Schweißverbindungen, Durchfluss-
prüfung und Druckprüfung
nach VDI 4640, Blatt 2

Ort, Datum

Stempel und Unterschrift Prüfleiter

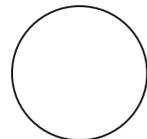


2. Prüfung

Prüfgegenstand:
Überprüfung der Verfüllung des
Ringraumes
nach VDI 4640, Blatt 2

Ort, Datum

Stempel und Unterschrift Prüfleiter



Verwendete Suspension: _____

Dichte der angemischten Suspensionsmenge: _____

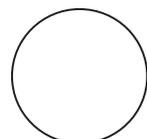
Verwendete Suspensionsmenge: _____

3. Prüfung

Prüfgegenstand:
Überprüfung der Funktionsfähigkeit
der Sonden
nach VDI 4640, Blatt 2

Ort, Datum

Stempel und Unterschrift Prüfleiter



Anzeige zur Vorbereitung und Durchführung von Bohrarbeiten

Gemäß § 4 des Lagerstättengesetzes in Verbindung mit Artikel 3 der VO zur Ausführung des Lagerstättengesetzes werden folgende Bohrung(en) angezeigt:
(einzureichen im Bohrarchiv des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Postfach 54 01 37, 01311 Dresden; E-Mail: Bohrarchiv.lfulg@smul.sachsen.de; Fax: 03731-294-1099)

1) Angaben zum Unternehmen

Auftraggeber:	
Bohrunternehmen:	Fachliche Leitung:
Ansprechpartner:	Bearbeiter:

2) Angaben zum Objekt

Objektkurzbezeichnung:		
Zweck der Bohrung(en):	voraussichtl. Bohrbeginn:	voraussichtl. Bohrende:

3) Angaben zur Lage und Technische Angaben

Gemeinde:		Ortsteil:		Name der TK 25:	
Flurstück-Nr.:		Gemarkung:		Nr. der TK 25:	
Nr./Name der Bohrung:	geplante Endteufe:	geplanter Ausbau:	geplanter Rechtswert:	geplanter Hochwert:	
Bohrverfahren:		voraussichtlicher Enddurchmesser:		Probenart:	

Darüber hinaus sind ein Übersichtslegeplan im frei wählbaren Maßstab zwischen 1 : 10 000 und 1 : 50 000 sowie eine Detailageskizze, anhand derer die Bohransatzpunkte im Meter-Bereich lokalisierbar sind, vorzulegen.

4) Vorhandene Unterlagen zum Objekt

Vorh. Unterlagen/Gutachten: (Kurztitel mit Standort)
--

Merkblatt des Sächsischen Oberbergamtes

für das Abteufen von Bohrungen nach § 127 BBergG, die im Zusammenhang mit der Nutzung von Geothermie und anderen Nutzungen hergestellt werden.

Kontakt: Sächsisches Oberbergamt, Postfach 1364, 09583 Freiberg; E-Mail:
Poststelle@obafg.smwa.sachsen.de

Gliederung für eine Anzeige der Bohrarbeiten gemäß § 50 BBergG

1. Erläuterung / Beschreibung des Vorhabens

- 1.1. Bauherr (Anschrift, Telefon, Fax, E-Mail)
- 1.2. Bohrunternehmen (Anschrift, Telefon, Fax, E-Mail)
- 1.3. Lage der Bohransatzpunkte
Flurstück, Gemarkung, Gemeinde, Landkreis, Hoch- und Rechtswert nach Gauß-Krüger-Koordinaten, Höhe
- 1.4. Übersichtslageplan 1: 10 000 oder 1: 25 000
- 1.5. Lageplan 1:500 bis 1:1000 mit eingetragenen Bohransatzpunkten und Grundstücksgrenzen
- 1.6. Eigentumsverhältnisse der genutzten bzw. in Anspruch genommenen Flächen;
Nachweis der Sicherung der Betretungs-/Nutzungsrechte

2. Angaben zur Durchführung der Bohrarbeiten

- 2.1. Voraussichtlicher Beginn und Dauer, Arbeitszeiten
- 2.2. Angaben zu den Bohrungen (Anzahl, Durchmesser, Teufe)
- 2.3. Angaben über das Bohrverfahren (zum Einsatz kommende Technik, Spülmittel)
- 2.4. Wasser- und Stromversorgung, Wasserableitung
- 2.5. Sicherungsmaßnahmen für den Fall eines artesischen Überlaufes unter der Maßgabe, dass im Rahmen der Bohrarbeiten sowie nach Abdichtung ein Übertritt in ein eventuell oberhalb liegendes Grundwasserstockwerk oder ein artesischer Überlauf mit Sicherheit vermieden werden.
- 2.6. Bekannte hydrogeologische Verhältnisse, u. a. von der Maßnahme voraussichtlich betroffene Grundwasserstockwerke/-leiter (Angabe zur Informationsgrundlage; Auswertung geologischer Karten, Bohrarchive etc.)
- 2.7. Schutzgebiete und sonstige Einschränkungen
- 2.8. Angaben zu erforderlichen Gestattungen, Zustimmungen, Genehmigungen etc. nach anderen Rechtsvorschriften, die im Zusammenhang mit dem Vorhaben unabhängig von der bergrechtlichen Zulassung einzuholen sind, z. B. wasserrechtliche Erlaubnis,

3. Angaben zum Ausbau der Bohrungen

4. Verfüll-/Hinterfüllmaterial

- 4.1. Nachweis der Geeignetheit des Verfüllmaterials für die Verwendung im Grundwasser

5. Maßnahmen beim Antreffen von Hohlräumen

- 5.1. Verfüllplan für den Fall des Nichtausbaus

6. Einhaltung des Arbeitsschutzes

.....

Der Unternehmer hat der zuständigen Behörde (Sächsisches Oberbergamt) die Bohrarbeiten nach § 127 BBergG (Eindringtiefe der Bohrung in den Boden > 100 m) rechtzeitig, spätestens aber zwei Wochen vor Beginn der beabsichtigten Tätigkeit anzuzeigen. Die Pflicht zur Anzeige entfällt, wenn ein Betriebsplan nach § 52 BBergG eingereicht wird.

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft
und Geologie (LfULG)

Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden

Telefon: + 49 351 2612-0

Telefax: + 49 351 2612-1099

E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de

www.smul.sachsen.de/lfulg

Polnisches Staatliches Geologisches Institut –

Staatliches Forschungsinstitut,

Niederschlesische Sektion (PIG-PIB OD)

al. Jaworowa 19, 53 – 122 Wrocław, Polen

Telefon: + 48 71 337 20 91-93

Telefax: + 48 71 337 20 89

www.pgi.gov.pl

Redaktion:

LfULG, Abteilung Geologie/EU-Projekt TransGeoTherm

Karina Hofmann, Dr. Peter Riedel

Halsbrücker Str. 31 a, 09599 Freiberg

Telefon: + 49 3731 294-1409/-1509

Telefax: + 49 3731 294-1099

E-Mail: transgeothem.lfulg@smul.sachsen.de

Das Projekt wird von der Europäischen Union im Rahmen des operationellen Programms
der grenzübergreifenden Zusammenarbeit Sachsen-Polen 2007 – 2013 gefördert.

Fotos:

LfULG

Gestaltung und Satz:

Sandstein Kommunikation GmbH

Druck:

Lausitzer Druckhaus GmbH

Redaktionsschluss:

31.03.2014

Auflage:

500 Exemplare

Papier:

gedruckt auf 100% Recycling-Papier

Bezug:

Diese Druckschrift kann

kostenfrei bezogen werden bei:

Zentraler Broschürenversand

der Sächsischen Staatsregierung

Hammerweg 30, 01127 Dresden

Telefon: +49 351 2103-671

Telefax: +49 351 2103-681

E-Mail: publikationen@sachsen.de

www.publikationen.sachsen.de

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer
verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.
Sie darf weder von politischen Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern zum
Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich
ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der
Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen
oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der
Wahlwerbung.

Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druck-
schrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten
einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Diese Beschränkungen gelten
unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher
Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den
Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.