

Rechtliche Situation bei der thermischen Grundwassernutzung in Deutschland

Rechtliche Grundlagen ■ Der Errichtung und dem Betrieb von erdgekoppelten Wärmepumpenanlagen zum Heizen und Kühlen können dem Grunde nach andere Gemeinwohlbelange entgegenstehen. Dies betrifft insbesondere den vorsorgenden Grundwasserschutz und die Nutzung von Grundwasser zu Trinkwasserzwecken.



Abb. 1 Flächenkollektor



Abb. 2 Einbau einer Erdwärmesonde

Sowohl bei Errichtung als auch bei Betrieb einer Erdwärmeanlage kann das Grundwasser beeinträchtigt oder gefährdet werden. Potentielle Schadensursachen sind der Eintrag mikrobiologischer Verunreinigungen, die Auslösung von Trübungen, hydrogeologische Stockwerksverbindungen mit aufsteigender, eventuell artesischer, oder absteigender Vertikalströmung (hydraulischer Kurzschluss). Mit ihnen sind quantitative Beeinträchtigungen der Grundwasserressourcen verbunden sowie qualitative, mikrobiologische bzw. hydrochemische Konsequenzen. Die gebräuchliche technische Gegenmaßnahme gegen diese Beeinträchtigungen ist eine vollständige und dauerhafte Ringraumabdichtung gegenüber dem Grundwasserleiter bzw. Grundwassernichtleiter. Eine solche kann jedoch aufgrund hydrogeologischer Gegebenheiten oder wegen Ausführungsmängeln versagen. Daher sind Vorsorgemaßnahmen und fachgerechter Einbau nötig. Ein besonderes Schadenspotenzial bilden Gasvorkommen im Untergrund. Werden sie erbohrt, so können sie nach dem LGRB (2001), [11] eine Gefährdung schützenswerter Grundwasser- und Gas-Vorkommen hervorrufen und zu Gefahren an der Erdoberfläche führen. Die Kontroversen, die sich zwischen geothermischer Untergrundnutzung und den (wasser-)rechtlichen Grundlagen ergeben, werden nachfolgend weiterführend diskutiert. Es wird aufgezeigt, auf welche Weise

die Einhaltung grundlegender qualitätssichernder Maßnahmen zielführend und im Einklang mit wasserwirtschaftlichen Belangen sein kann.

Rechtliche Beurteilung

Bei Errichtung und Betrieb von erdgekoppelten Wärmepumpenanlagen sind hauptsächlich wasserrechtliche Anforderungen zu beachten. Geregelt sind die Belange des Grundwasserschutzes im Wasserhaushaltsgesetz (WHG, [14]) sowie in den zugehörigen Landesgesetzen und den entsprechenden Verwaltungsvorschriften. In besonderen Fällen finden darüber hinaus bergrechtliche Vorschriften Anwendung.

Wasserrecht

Die Errichtung und der Betrieb von Wärmepumpenanlagen, die über vertikale Sonden oder horizontal verlegte Kollektoren Erdwärme (Abb. 1+2) nutzen, können nachteilige Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt und die stoffliche Beschaffenheit von Grundwasser haben. Jedermann ist nach § 1 a Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) verpflichtet, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um eine Verunreinigung des Wassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften zu verhüten. Außerdem ist eine nachhaltige, sparsame Ver-

wendung des Wassers erwünscht. Das Ziel der Sorgfaltspflicht ist es, von einer reagierenden und reparierenden Vorgehensweise zu einer an der Umweltbelastung orientierten, gestaltenden Handlungsweise überzugehen. Demnach muss das Entstehen von Umweltbelastungen schon unterhalb der Gefahrenschwelle verhindert werden. In Abhängigkeit von der Art der Erdwärmennutzung und der Betrachtung der potentiellen Risiken durch verschiedene Anlagenkomponenten kommen verschiedene Paragraphen des WHG zum Tragen. Für den Einsatz von Erdwärmesonden ist § 2 WHG von Bedeutung. Er sieht vor, dass eine Gewässerbenutzung einer Gestattung der zuständigen Wasserbehörde bedarf. Das Grundwasser ist „das unterirdische Wasser in der Sättigungszone, das in unmittelbarer Berührung mit dem Boden oder dem Untergrund steht“ (§ 1 Abs. 1 Nr. 2 WHG) und gehört somit nach § 1 WHG zu den Gewässern und in den Geltungsbereich des WHG. In § 3 WHG werden „echte“ und „unechte“ Benutzungstatbestände genannt, für die nach § 2 Abs. 1 WHG eine Gestattung nötig ist. Für den Einsatz von Erdwärmesonden sind folgende Tatbestände von Bedeutung:

- Einleiten von Stoffen in das Grundwasser (echter Tatbestand; § 3 Abs. 1 Nr. 5 WHG),
- Maßnahmen, die geeignet sind, schädliche Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Wassers herbeizuführen (unechter Tatbestand, § 3 Abs. 2 Nr. 2 WHG).

Als Genehmigung kann eine Erlaubnis oder eine Bewilligung ausgesprochen werden, wobei auf beide Varianten kein Rechtsanspruch besteht. Eine Erlaubnis (§ 7 WHG) gewährt eine Gewässerbenutzung und kann jederzeit entschädigungslos widerrufen werden. Die Bewilligung (§ 8 WHG) dagegen bietet eine deutlich sicherere Rechtsposition, da sie das Recht gewährt, das Gewässer zu benutzen. Sie kann nach § 12 WHG nur gegen Entschädigung ganz oder teilweise widerrufen werden. Allerdings kann eine Bewilligung nicht für echte oder unechte Tatbestände erteilt werden (§ 8 WHG). Das ist der entscheidende Punkt. Da genau diese Tatbestände für den Einsatz von Erdwärmesonden zum Tragen kommen können, kann eigentlich folglich nur die rechtsschwächere Erlaubnis erteilt werden (vgl. [4]). Nur die Gewässernutzung zur Wärmeversorgung eines Einfamilienhauses kann zu den erlaubnisfreien Benutzungen nach § 35 WHG gezählt werden. Dies ist möglich, sofern ein ausreichender Abfluss des oberirdischen Gewässers oder eine ausreichende Ergiebigkeit des Grundwasservorkommens vorliegt. Die wasserrechtliche Erlaubnis ist zu versagen (§ 6 Abs. 1 WHG), sobald von der beabsichtigten Benutzung eine Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit ausgehen kann. Dies gilt speziell, wenn eine Gefährdung der öffentlichen Wasserversorgung zu erwarten ist und diese nicht durch Auflagen oder bestimmte Maßnahmen nach § 4 Abs. 1 WHG verhütet oder ausgeglichen werden kann. Eine Beeinträchtigung des Allgemeinwohls kann beispielsweise durch eine schädliche Verunreinigung des Wassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften hervorgerufen werden.

Ausgangspunkt einer jeden zulassungsrechtlichen Beurteilung ist der Besorgnisgrundsatz, wie er auch in § 34 WHG zum Ausdruck kommt. Für die wasserrechtliche Beurteilung einer Anlage muss zwischen Errichtung und Betrieb unterschieden werden. Bei der Errichtung kann es während des Bohrvorgangs zu Verunreinigungen des Grundwassers durch den Eintrag von Spülzusätzen, Bohrhilfsmitteln, Kraftstoff oder Schmierstoffen kommen. Ebenso schwerwiegend kann das Durchteufen von Grundwasserstockwerke (Abb. 3) trennenden Schichten sein. Speziell wenn die natürliche trennende Wirkung beim Ausbau eines Bohrloches nicht wieder hergestellt wird, kann es zu einer ungewollten kontinuierlichen Verunreinigung durch die Durchmischung von Wässern mit unterschiedlichem Chemismus kommen. Eine weitere mögliche Gefahr besteht durch das Eindringen von sekundären Schadstoffen über das Bohrloch oder von Oberflächengewässern. Besondere Vorsicht ist bei hohen Grundwasserfließgeschwindigkeiten und bei hochdurchlässigen Grundwasserleitern, beispielsweise bei Karstaquiferen, geboten.

Die Bohrung an sich stellt keinen Tatbestand dar. Entsprechend § 3 Abs. 2 Nr. 2 WHG bedarf jedoch auf Grund der genannten potentiellen Gefahren bereits die Niederbringung der Bohrung einer Erlaubnis (vgl. [4]). Um die möglichen negativen Auswirkungen gering zu halten, dürfen beispielsweise in Mecklenburg-Vorpommern explizit nur ►

Die Power WD-80 Erdwärme

Vorschub Zugkraft 50 kN

Bohrkopf mit Doppelantrieb
Drehmoment - 9.500 Nm

Überlagerungsbohren
Innengestänge 89 mm
Aussengestänge 146 mm



WELLCO-DRILL





- **Doppelbrechzange**
Zugkraft 120 kN
- **Preventersystem**



Kompakte Bauweise
Raupenfahrwerk
780 - 1200 mm

WELLCO DRILL GmbH - Im Rath 3 - 29355 Beedenbostel
Tel. 05145/1094 - Fax 05145/2962 - info@wellco-drill.de - www.wellco-drill.de

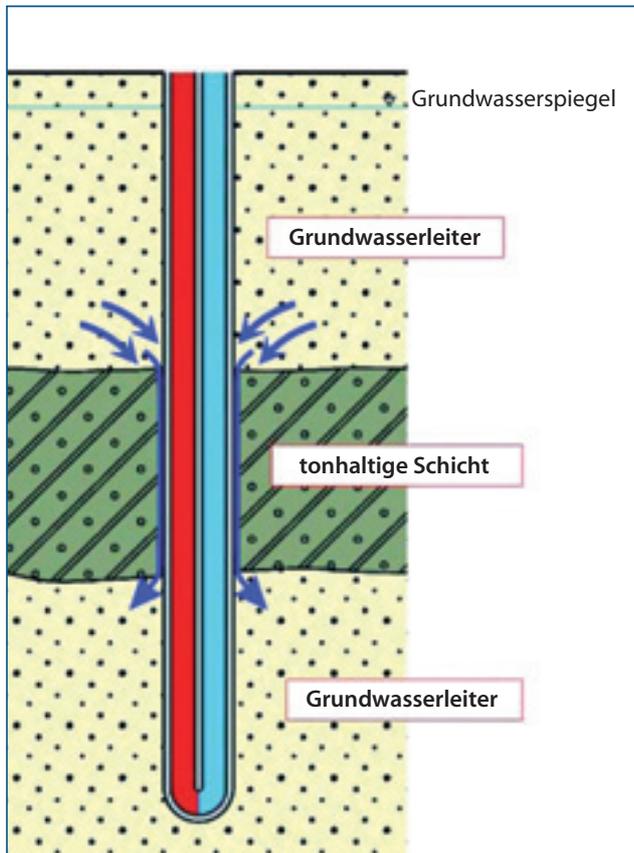


Abb. 3 Durchteufung von Grundwasserstockwerken

Spülmittelzusätze verwendet werden, die keine chemischen oder mikrobiologischen Veränderungen im Untergrund bewirken [8].

Während des Betriebs der Erdwärmesonden kann es zu einer Leckage kommen, so dass das in der Sonde zirkulierende Wärmeträgermedium bei undichter Verfüllung austreten kann. Ein weiterer Tatbestand kann durch die auftretende Temperaturanomale entstehen. Dies wird vertiefend in [5] erörtert. Wärmepumpen mit Erdwärmesonden oder -kollektoren werden i. d. R. mit potentiell wassergefährdenden Wärmeträgerflüssigkeiten betrieben. Dies sind meist Glykol-Wasser-Gemische mit einem maximalen Glykolananteil von 25 %. Nach der Verwaltungsvorschrift (VwVwS, [13]) wassergefährdender Stoffe Anhang 2 sind diese Produkte der Wassergüteklasse (WGK) 1 zuzurechnen und grundsätzlich als Wärmeträgerflüssigkeit geeignet. Der biologische Abbau von Propylen- und Ethylenglykol im Grundwasser wurde in Laboruntersuchungen bereits nachgewiesen [6]. Weitere z. T. kritische Additive, wie Borat und Natriumnitrit der WGK 2, werden als Korrosionsinhibitoren und Fungizide eingesetzt und können laut der VwVwS Anhang 4 bis zu 0,2% eines einzelnen Additivs der WGK 2 und maximal bis 5% summierter Additive aus der WGK 2 in die Wärmeträgerflüssigkeit eingebracht werden, ohne dass diese den Status WGK 1 verliert. Durch den Einsatz von Stoffen der WGK 1 fallen Erdwärmesondenanlagen jedoch unter die Regelung des § 19 ff WHG, der sich auf Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen bezieht. In § 19g ff. WHG sind Anforderungen an Beschaffenheit, Ein-



Abb. 4 Aufbau eines Thermal Response Tests

bau/Aufstellung, Unterhaltung und Betrieb von Anlagen beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen geregelt. Dabei muss den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprochen werden. Der Paragraph findet zwar nur auf gewerbliche Anlagen direkte Anwendung, entsprechend der Sorgfaltspflicht (§ 1a Abs. 2 WHG) müssen jedoch diese Anforderungen auch bei privaten Anlagen beachtet werden.

Nach § 19 Abs. 2 Nr. 1 WHG können in Wasserschutzgebieten bestimmte Handlungen verboten oder für beschränkt zulässig erklärt werden. Näheres ist in den jeweiligen Wasserschutzgebietsverordnungen geregelt. Dort wird auch definiert, wie weit Wärmeträgermedien bestimmter Wassergefährdungsklassen in Schutzzonen eingesetzt werden dürfen. Um sicherzustellen, dass es durch den Bau und Betrieb einer Anlage nicht zu schädlichen Veränderungen des Grundwassers kommt, müssen geeignete Maßnahmen getroffen werden (vgl. [10]):

- die Anlagen müssen gegen die zu erwartenden Beanspruchungen widerstandsfähig und dicht sein,
- durch geeignete Maßnahmen sind Leckagen zu minimieren, die bei nicht vorhersehbarem Totalversagen der Anlage auftreten können,
- es muss gewährleistet sein, dass Undichtigkeiten schnell erkannt werden,
- eventuell auftretende Leckagen dürfen die Eigenschaften des Grundwassers nicht nachteilig verändern,
- die Bohrungen sind nach dem Stand der Technik fachgerecht und mit Sorgfalt abzuteufen.

Das Wasserrecht ist gegenüber dem Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG, [2]) abzugrenzen. Letzteres und die Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV, [3]) sind bei der Nutzung von Erdwärme mit horizontalen in der Bodenzone verlegten Kollektoren tangiert. Bodenschutzrechtliche Anforderungen ergeben sich nur allgemein aus der Vorsorgepflicht in § 7 BBodSchG. Da die Erdwärmekollektoren i. d. R. unter der durchwurzelbaren Bodenschicht untergebracht werden, bestimmen sich die Schutzanforderungen im Hinblick auf Temperaturänderungen und Schadstoffaustritte wiederum im Hinblick auf das Schutzgut Grundwasser.

Bergrecht

Das Bergrecht enthält Regelungen über die Aufsuchung und Gewinnung von Erdwärme. Nach § 3 Abs. 3 Satz 2 Nr. 2b Bundesberggesetz (BbergG, [1]), gilt Erdwärme („Erdwärme und die im Zusammenhang mit ihrer Gewinnung auftretenden Energien“) als bergfreier Bodenschatz, auf den sich das Eigentum des Grundeigentümers nicht erstreckt. Wer folglich Erdwärme „aufsuchen“ und „gewinnen“ will, benötigt einer Berechtigung.

Unter Aufsuchen ist gemäß § 4 Abs. 1 BbergG „die mittelbare oder unmittelbare auf die Entdeckung oder Feststellung der Ausdehnung von Bodenschätzen gerichtete Tätigkeit“ zu verstehen. Für das Aufsuchen der bergfreien Bo-

denschatze wird nach § 6 BbergG eine Erlaubnis (§ 7 BbergG) benötigt. Im Normalfall sind die geologischen Begebenheiten jedoch soweit bekannt, dass keine zusätzlichen Probebohrungen durchgeführt werden müssen und dementsprechend eine Erlaubnis nicht nötig ist. Die im Rahmen der Planung, speziell bei größeren Anlagen teilweise notwendigen Thermal Response Tests (**Abb. 4**) benötigen allerdings eine Probebohrung, die entsprechend als erlaubnisrelevant einzustufen ist (vgl. [4]). Die Gewinnung eines bergfreien Bodenschatzes setzt nach § 6 BbergG eine bergrechtliche Bewilligung (§ 8 BbergG) oder die Verleihung von Bergwerkseigentum nach § 9 BbergG voraus. Eine Gewinnung des bergfreien Bodenschatzes Erdwärme liegt nach § 4 Abs. 2 BbergG vor, wenn die Erdwärme gelöst und freigesetzt wird, einschließlich der damit zusammenhängenden vorbereitenden, begleitenden und nachfolgenden Tätigkeiten. Eine Erdwärmegewinnung setzt demnach voraus, dass Energie gewonnen und anschließend verwendet wird, d. h. ein Energiegefälle genutzt wird.

Für die Pflicht einer Bergbaubewilligung gibt es eine Ausnahme. Diese liegt vor, wenn das Freisetzen der Erdwärme in einem Grundstück aus Anlass oder im Zusammenhang mit dessen baulicher oder sonstiger städtebaulicher Nutzung erfolgt (§ 4 Abs. 2 Nr. 1 BbergG). Hierbei liegt keine Gewinnung im bergrechtlichen Sinne vor. Dies ist unter anderem dann gegeben, wenn die Erdwärmennutzung auf ►

1/4 Seite
Stüwa

1/4 Seite
Geotec

einem Grundstück ohne Beeinflussung eines Nachbargrundstückes erfolgt. Des Weiteren ist das der Fall, wenn die Erdwärme auf demselben Grundstück genutzt wird, wo sie auch freigesetzt wurde. Es kommt also darauf an, dass die Verbindung von baulicher Nutzung, Erdwärmegewinnung und Grundstück gewahrt ist. Dies stellt in der Praxis auch den Regelfall dar. Die Ausnahmeregelung nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 BBergG greift allerdings nicht mehr, wenn die Verbindung von Erdwärmegewinnung und Grundstück nicht mehr gewahrt ist. Dies geschieht beispielsweise durch grenzüberschreitende Kältefahren, Weiterleiten von gefördertem Thermalwasser auf ein anderes Grundstück unter Überschreitung des unmittelbaren betrieblichen und räumlichen Zusammenhangs oder bei Überschreitung der Grundstücksgrenzen durch Bohrungen, insbesondere bei Schrägbohrungen. Inwieweit der Zusammenhang Erdwärmerückgewinnung/Grundstück interpretiert wird, kann nur nach den Umständen des Einzelfalls entschieden werden. Die Erdwärmenutzung selbst (z. B. der Betrieb einer Wärmepumpe) ist keine Gewinnungstätigkeit und unterliegt damit nicht den Regelungen des BBergG. Dazu steht in den Leitfäden von Niedersachsen und Schleswig-Holstein: „Wenn die Erdwärme in einem Grundstück aus Anlass oder im Zusammenhang mit dessen baulicher oder sonstigen Nutzung gelöst oder freigesetzt wird (§4 Abs. 2 Nr. 1 BBergG) liegt keine Gewinnung im bergrechtlichen Sinne vor. Dies ist unter anderem dann gegeben, wenn bei der Erdwärmegewinnung die Energie über einen Mittler, zum Beispiel eine Wärmepumpe gewonnen werden muss, weil das natürliche Energiegefälle für die Erdwärmenutzung nicht ausreicht. Eine Bewilligung nach § 8 BBergG ist deshalb regelmäßig nicht erforderlich, wenn Erdwärme mit Hilfe einer Wärmepumpe gewonnen wird. Unabhängig davon sind Bohrungen nach § 127 BBergG der Bergbehörde anzuzeigen“ [9].

Besteht die Erfordernis einer Bergbauberechtigung, so ist für die Gewinnung und alle in diesem Zusammenhang notwendigen Einrichtungen beim zuständigen Bergamt ein Betriebsplan (Hauptbetriebsplan) nach § 51 und 52 Abs. 1 BBergG vorzulegen. Die Zulassung des Betriebsplans erfolgt auf der Grundlage der Bestimmungen der §§ 54, 55 BBergG. In der Regel wird bei einer Erdwärmesondenanlage die Vorlage eines Betriebsplanes nicht für erforderlich gehalten. Weitere Hinweise zur Genehmigungspraxis sind in [7] zu finden.

Abgesehen von dem Erfordernis eines Betriebsplanes aufgrund einer Bergbauberechtigung ist bei allen anderen Bohrungen, die tiefer als 100 Meter in den Untergrund eindringen, unabhängig von dem damit verfolgten Zweck eine Bohranzeige gemäß § 127 Abs. 1 BBergG beim zuständigen Bergamt erforderlich.

Lagerstättengesetz

Ein Relikt der Reichsgesetzgebung ist, dass der Bohrbeginn entsprechend § 4 des Gesetzes über die Durchforschung des Reichsgebietes nach nutzbaren Lagerstätten (Lagerstätten-gesetz) dem Landesamt für Geologie und Bergbau minde-

stens zwei Wochen im Voraus anzuzeigen ist. Dadurch soll es den einzelnen Landesämtern ermöglicht werden, bei der Bohrung im Einzelfall vor Ort zu sein.

Trinkwasserverordnung, Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch

Da das Grundwasser eine der wichtigsten Trinkwasserressourcen darstellt, soll hier auch ein Blick auf die Trinkwasserverordnung (TrinkwV, [12]) geworfen werden. Der Zweck der TrinkwV ist die menschliche Gesundheit vor nachteiligen Einflüssen, die sich aus Verunreinigungen von Wasser ergeben, durch Gewährleistung seiner Reinheit zu schützen. Dabei sind allgemeine Anforderungen, dass das Wasser frei von Krankheitserregern, genusstauglich und rein sein muss (§ 4 TrinkwV). Auch dürfen im Wasser für den menschlichen Gebrauch keine chemischen Stoffe in Konzentrationen enthalten sein, die eine Schädigung der menschlichen Gesundheit besorgen lassen § 6 TrinkwV.

Das WHG und die TrinkwV stellen rechtliche Kriterien auf, mit denen das Grundwasser vor Verschmutzungen geschützt wird. Mit dem BBergG werden zusätzliche Vorgaben geschaffen, die eine unkontrollierbare Ausbeutung des Untergrundes verhindern. Für die Installation einer oberflächennahen geothermischen Anlage wird grundsätzlich eine wasserrechtliche Genehmigung benötigt. Um eine negative Beeinflussung des Grundwassers durch Schadstoffeintrag oder Veränderung der Eigenschaften zu verhindern müssen bei Bau und Betrieb die oben aufgeführten Maßnahmen eingehalten werden. Eine bergrechtliche Genehmigung ist nicht zwingend, wenn der Grundstücksbezug gewahrt bleibt und die Bohrung nicht tiefer als 100 Meter geht. Worauf im Bezug auf die Genehmigungen genau zu achten ist, ist ausführlich in [7] dargestellt. In [5] wird vertiefend auf die künstlich erzeugten Temperaturveränderungen bei der thermischen Grundwassernutzung eingegangen und ihre spezielle Rechtssituation diskutiert.

Danksagung

Dank für die finanzielle Unterstützung von S. Hähnlein gilt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU, Promotionsstipendienprogramm). Weiterer Dank der Arbeitsgruppe Hydrogeothermie in Tübingen geht an die Landesstiftung Baden-Württemberg (Eliteförderung für Postdoktoranden).

Literatur

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

[2] BBodSchG: Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 9. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3214)

[3] BBodSchV: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 23. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3758) (1999)

[4] Benz, S.: *Rechtliche Rahmenbedingungen für die Nutzung der oberflächennahen Geothermie*. 63 S.; BWV Berliner-Wissenschaft Verlag, Berlin (2007)

[5] Hähnlein, S., Kübert, M., Walker-Hertkorn, S., Bayer, P., Blum, P.: *Rechtliche Rahmenbedingungen bei der Grundwasserbewirtschaftung: Die Rolle von Kältefahnen*; bbr Fachmagazin für Brunnen- und Leitungsbau (2008)

[6] Klotzbücher, T., Kappler, A., Straub, K. L., Haderlein, S. B.: *Biodegradability and groundwater pollutant potential of organic anti-freeze liquids used in borehole heat exchangers*. *Geothermics* 36, 345-361 (2007)

[7] Kübert, M., Walker-Hertkorn, S., Blum, P., Bayer, P., Hähnlein, S.: *Praktische Hinweise zur Genehmigungspraxis der thermischen Nutzung des Untergrundes*; bbr Fachmagazin für Brunnen- und Leitungsbau (2008)

[8] LFMVP: Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern: *Leitfaden Erdwärmesonden in Mecklenburg-Vorpommern*. 24 S.; (2006)

[9] LFN: Niedersächsisches Umweltministerium: *Leitfaden Erdwärmennutzung in Niedersachsen*. 20 S.; (2006)

[10] LFN RW: Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LUA NRW): *Wasserwirtschaftliche Anforderungen an die Nutzung von oberflächennaher Erdwärme*. 34 S.; (2004)

[11] LGRB 2001: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg: *Ergänzende hydrogeologische Hinweise zu Erdwärmesonden*, Sept. 2001

[12] TrinkwV: Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001 (BGBl. I S. 959), geändert durch Artikel 363 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2407)

[13] VwVwS: Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen vom 17. Mai 1999 (BAnz. Nr. 98 a vom 29.05.1999), geändert am 23. Juni 2005 (BAnz. Nr. 126 a vom 08.07.2005), zuletzt geändert am 27.07.2005 (BAnz. Nr. 142a vom 30.07.2005)

[14] WHG: Wasserhaushaltsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. August 2002 (BGBl. I S. 3245), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 10. Mai 2007 (BGBl. I S. 666) (1957)

Abbildungen 1, 2, 4: systherma

Abbildung 3: Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein

Autoren:

Dr. Simone Walker-Hertkorn, Dr. M. Kübert

Systherma

Planungsbüro für Erdwärmesysteme GmbH

Am Haag 12

72181 Starzach-Felldorf

Tel.: 07483 92899-0

Fax: 07483 92899-25

E-Mail: simone.walker-hertkorn@systherma.de

markus.kuebert@systemerma.de

Internet: www.systherma.de

Dipl.-Geol. Stefanie Hähnlein

Dr. P. Bayer

Dr. P. Blum

Eberhard Karls University Tübingen,

Zentrum für Angewandte Geowissenschaften

Sigwartstr. 10

72076 Tübingen

Tel.: 07071 29-731-85 (-78) (-70)

Fax: 07071-5059

E-Mail: stefanie.haehnlein@ifg.uni-tuebingen.de

peter.bayer@uni-tuebingen.de

philipp.blum@uni-tuebingen.de

Internet: www.ifg.uni-tuebingen.de



**1/8 Seite
Müller**

**1/8 Seite
Klaas**

**1/8 Seite
Colshorn**