

Oberflächennahe Geothermie – aktuelle rechtliche Situation in Deutschland

Stefanie Hähnlein · Philipp Blum · Peter Bayer

Eingang des Beitrages: 13. 10.2010 / Eingang des überarbeiteten Beitrages: 2. 2.2011
© Springer-Verlag 2011

Zusammenfassung Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie (< 400 m Tiefe) wird durch verschiedene Bundesgesetze wie das Wasserhaushaltsgesetz und das Bundesberggesetz geregelt. Verschiedene Landesgesetze, Erlässe, Richtlinien und Leitfäden ergänzen die Bundesgesetze. Bisher besteht in Deutschland jedoch kein spezielles Gesetz für die flache Geothermie. Die vom Einzelfall abhängigen Auswirkungen auf den Untergrund (z. B. Entwicklung von Temperaturanomalien, Veränderung der Grundwasserökologie) werden nicht in ausreichendem Maße berücksichtigt. Vereinzelt werden Temperaturgrenzwerte und Mindestabstände als Kriterien herangezogen, um Anomalien einzugrenzen. In der vorliegenden Studie werden die relevanten bundesrechtlichen Regelungen zusammenfassend dargestellt. Ebenso wird ein internationaler Überblick über Temperaturgrenzwerte für das Grundwasser und über Mindestabstände zwischen einzelnen Anlagen gegeben. Dabei zeigt sich, dass sowohl national wie auch international kaum Regelungen zu finden sind bzw. diese sehr heterogen sind. Vor diesem Hintergrund wäre eine grundlegende Überarbeitung, welche

die rechtliche Situation homogenisiert sowie negative und nachhaltige Veränderungen auf den Untergrund minimiert, wünschenswert.

Shallow geothermal energy—current legal situation

Abstract The use of shallow geothermal energy (< 400 m depth) is regulated by different federal laws, as for example the water act and mining act. Yet, there is no special law for shallow geothermal energy. Federal state laws, instructions and guidelines specify them. To restrict temperature anomalies only detached temperature thresholds and minimum distances exist. In this study relevant federal regulations are presented and discussed. In addition, an international overview on temperature thresholds for the groundwater and on minimum distances for ground source heat pump systems is given. It is recognizable that there are national and international only few regulations and that they are also heterogeneous. A fundamental revision is necessary to homogenize the legal situation and to avoid negative effects on the subsurface.

Keywords Geothermal energy · Legislation · Ground source heat pump systems · Groundwater temperature · Minimum distances

Einführung

Im Bereich der Gebäudeklimatisierung bietet die oberflächennahe Geothermie (< 400 m Tiefe) eine interessante Alternative zu herkömmlichen Technologien. Die Zahl der Anlagen stieg in den letzten Jahren kontinuierlich an und erreichte im Jahr 2006 einen ersten Höhepunkt (Sanner et al. 2003, Lund et al. 2004, Mands et al. 2008, Gao et al. 2009,

Dipl.-Geol. S. Hähnlein (✉)
Zentrum für Angewandte Geowissenschaften,
Eberhard Karls Universität Tübingen, Sigwartstr. 10,
72076 Tübingen, Deutschland
E-Mail: stefanie.haehnlein@ifg.uni-tuebingen.de

Jun.-Prof. Dr. habil. P. Blum
Institut für Angewandte Geowissenschaften,
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12,
76131 Karlsruhe, Deutschland
E-Mail: philipp.blum@kit.edu

Dr. P. Bayer
Engineering Geology, ETH Zürich,
Sonneggstrasse 5, 8092 Zürich, Schweiz
E-Mail: bayer@erdw.ethz.ch

Rafferty 2009, Rumohr 2009, Hähnlein et al. 2010a). Geothermische Energie wird in menschlicher Zeitrechnung als erneuerbar betrachtet, und flache geothermische Anlagen, wie z. B. Erdwärmesonden, können in Deutschland CO₂-Einsparungen von 30 % und mehr gegenüber herkömmlichen Heizanlagen wie Öl und Gas bewirken (Blum et al. 2010, Saner et al. 2010).

Bei flachen oder untiefen geothermischen Anlagen wird grundsätzlich zwischen geschlossenen und offenen Systemen unterschieden. Bei offenen Systemen, wie z. B. Grundwasserwärmepumpen, zirkuliert das Grundwasser zwischen zwei oder mehr Brunnen und wird direkt als Wärmeträgermedium verwendet. Bei den geschlossenen Systemen werden am häufigsten die Erdwärmesonden (EWS) eingesetzt. Dies sind in einem meist vertikalen Bohrloch eingebrachte U-Rohre oder Koaxialrohre aus Kunststoff, meist HD-PE (hochdichtes Polyethylen). In der Sonde zirkuliert eine frostsichere Wärmeträgerflüssigkeit, welche die Wärme bzw. Kälte aus dem Untergrund zur Wärmepumpe bzw. zum Kühlsystem des Gebäudes führt. Für private Nutzer mit Einfamilienhaus sind unter den geothermischen Technologien vor allem EWS interessant, da sie einen geringen Flächenbedarf, geringe Betriebskosten sowie eine lange Lebensdauer aufweisen.

Es gilt zu bedenken, dass die geothermische Nutzung Auswirkungen im Untergrund hat. Die Nutzung von geschlossenen und offenen Systemen erzeugt im Untergrund lokale Temperaturanomalien. Wärmeentzug aus dem Untergrund führt zu einer Abkühlung, und man spricht dann von einer „Kältefahne“. Umgekehrt entsteht bei Kühlung und der damit verbundenen Wärmezufuhr in den Untergrund eine „Wärmefahne“. Da in Deutschland und generell in Mitteleuropa v. a. EWS-Anlagen zum Heizen eingesetzt werden, wird im Folgenden vereinfachend nur von Kältefahnen gesprochen. Deren Ausdehnung ist von geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten, wie Porosität, Wärmeleitfähigkeit und -kapazität, Grundwasserfließgeschwindigkeit sowie der entzogenen Gesamtenergie abhängig. Bei konduktivem Wärmetransport breitet sich die Fahne radial um die Sonde aus. Bei dominant konvektivem (advektivem) Wärmetransport entwickelt sich die Fahne parallel zum Grundwasserfluss. Um eine Akkumulation der Kältefahnen und weitere negative Veränderungen auf den Untergrund, wie z. B. auf das Grundwasserökosystem (Briemann et al. 2009, 2011) zu unterbinden, wurden von Behörden und Gremien Temperaturgrenzwerte für das Grundwasser und Mindestabstände zwischen den Anlagen empfohlen (LAWA 2002). Eine Übersicht und Diskussion der Werte findet sich in Pannike et al. (2006) und Hähnlein et al. (2010b).

Die steigenden Zahlen und häufige Nutzung auf engem Raum bieten ein gewisses Konfliktpotenzial. Dieser Umstand und die Auswirkungen auf das Ökosystem des Untergrundes werden bisher rechtlich nicht umfassend aufgefangen. Um eine Balance zwischen Schutz und Nutzung des

Untergrundes zu finden, ist eine Betrachtung der verschiedenen Aspekte erforderlich. Vorliegende Arbeit bietet daher einen Abriss über die aktuelle rechtliche Situation flacher geothermischer Anlagen mit Schwerpunkt auf den zahlreichen bereits installierten EWS in Deutschland. Zusätzlich wird ein Überblick zur Festlegung von Temperaturgrenzwerten auf internationaler Ebene gegeben, der offene Systeme und das Wärmeträgermedium in EWS und deren Mindestabstände einschließt.

Rechtliche Situation in Deutschland

Für die thermische Grundwassernutzung existiert aktuell kein eigenes Gesetz. Rechtliche Rahmenregelungen lassen sich grundsätzlich jedoch aus dem Bundesberg-, Wasserhaushalts-, Bundesnaturschutz-, oder Bundes-Immissionsschutzgesetz ableiten (Abb. 1).

In allen Bundesländern existieren spezielle Leitfäden zur thermischen Grundwassernutzung mit EWS (LFNRW 2004, LFBW 2005, LFN 2006, LFSH 2006, LFRP 2007, LFS 2007, LFSL 2008, LFHH 2009, www.infogeo.de). Außerdem bieten die zugehörigen Landesgesetze und entsprechende Verwaltungsvorschriften Ergänzungen. Kübert et al. (2009) zeigen auf, wie sich länderspezifische Genehmigungsverfahren und deren Anforderungen zum Teil erheblich unterscheiden. In Butscher et al. (2011) wird am Beispiel des Erdwärmekonzepts des Schweizer Kantons Basel-Landschaft dargestellt, wie eine risikoorientierte Bewilligung aussehen kann. Als Beispiel wird ein mögliches Vorgehen bei EWS-Bohrungen in Karstgebieten vorgestellt. Die für EWS relevanten deutschen Bundesgesetze werden im Folgenden kurz vorgestellt.

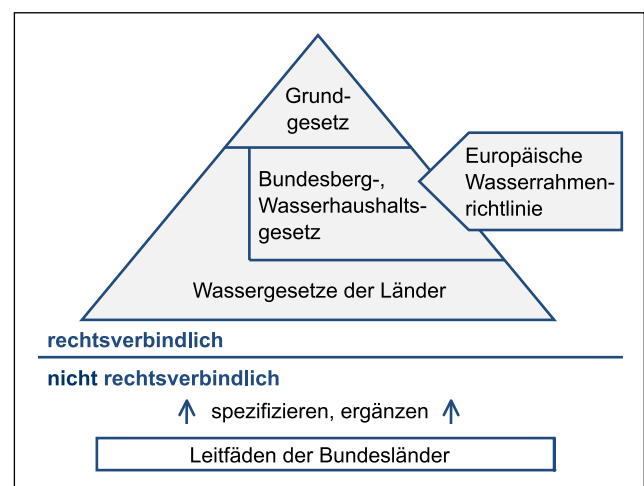


Abb. 1 Die Rechtspyramide stellt die Hierarchie der Regelwerke dar, die für die Nutzung der oberflächennahen Geothermie durch private Verbraucher von Bedeutung sind

Das deutsche Wasserhaushaltsgesetz (WHG 2009) ist das grundlegende Rahmengesetz für den Gewässerschutz. Für die Umsetzung und Ergänzung der rahmenrechtlichen Vorgaben sind die Länder zuständig. Ziel des WHG ist es, durch nachhaltige Bewirtschaftung die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts, Lebensgrundlage des Menschen sowie als Lebensraum für Tiere und Pflanzen zu sichern und als nutzbares Gut zu schützen. Dabei sollen vermeidbare Beeinträchtigungen der ökologischen Funktionen der Gewässer und somit auch des Grundwassers unterlassen werden. Die Bewirtschaftung muss so gestaltet sein, dass eine nachhaltige Entwicklung der Gewässer gewährleistet ist. Der Einsatz von geothermischen Anlagen (z. B. EWS) stellt einen Benutzungstatbestand bezüglich der Gewässer dar und bedarf daher einer Erlaubnis oder Bewilligung der zuständigen Wasserbehörde. In der ökologisch-rechtlichen Diskussion ist insbesondere die Veränderung der Grundwassertemperatur durch Geothermieanlagen von Interesse, die eine „nachteilige Veränderung“ der Gewässereigenschaften darstellen kann. Nach § 5 WHG gilt grundsätzlich die Sorgfaltpflicht, wonach eine nachteilige Veränderung zu vermeiden ist. Der verwendete Begriff der „schädlichen Veränderung“ ist jedoch bisher nicht genauer definiert.

Das Bundesberggesetz (BBergG 1980) dient der Regelung der Erschließung von Bodenschätzen, der Gewährleistung von Betriebssicherheit, dem schonenden Umgang mit Grund und Boden sowie der Vorsorge gegen Gefahren. Erdwärme gilt als „bergfreier Bodenschatz“, was bedeutet, dass sich das Grundstückseigentum nicht auf die Erdwärme erstreckt. Für das Aufsuchen bedarf es einer Erlaubnis (BBergG 1980). Für die Gewinnung wird eine Bewilligung benötigt, wenn die Erdwärmeanlage über die Grundstücksgrenzen hinausragt, das Nachbargrundstück thermisch oder stofflich beeinträchtigt und die gewonnene Wärme nicht rein grundstücksbezogen eingesetzt wird. Dies ist vor allem bei der tiefen Geothermie, die zur Stromgewinnung dient, der Fall. Das BBergG geht nicht weiter auf bestehende Geothermieanlagen ein und liefert auch keine Vorgaben wie etwa zu konkreten Abständen zwischen einzelnen EWS und großen EWS-Anlagen mit mehreren EWS. Nach dem Lagerstättengesetz besteht eine Anzeigepflicht für das Abteufen von Bohrungen, die im Vorfeld erfolgen muss, und nach Abschluss der Arbeiten sind die Bohrergebnisse dem zuständigen geologischen Dienst der entsprechenden Behörde mitzuteilen (LagerstG 1934, DVGW 2008, Rumohr & Schäfer 2010).

Dem Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG 2009) obliegt es, die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts auf Dauer zu sichern. Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung ist für Geothermieanlagen im Normalfall nur eingeschränkt von Bedeutung, da sie nicht für Anlagen im Innenbereich gilt. Von Bedeutung kann diese Regelung sein, wenn großflächige Erdwärmesondenfelder auf Freiflächen

installiert werden. Für den privaten Anwender (Einfamilienhaus) ist das BNatSchG somit irrelevant.

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchV 2002) soll Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser und die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorbeugen. EWS fallen daher in den Zuständigkeitsbereich des BImSchG, sie werden jedoch nach der 4. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV 2009) nicht als genehmigungsbedürftige Anlagen aufgeführt, sodass sie keiner bundesimmissionschutzrechtlichen Erlaubnis bedürfen (BImSchV 2009).

Zweck des Bundesbodenschutzgesetzes (BBodSchG 1998) ist es, die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen. Die Bodenfunktionen sind vielfältig und für das menschliche Leben und die Natur unersetzlich. Durch die Erzeugung von Biomasse und Lebensmitteln sowie als Wasser- und Nährstofflieferant bildet der Boden bzw. Untergrund die Lebensgrundlage für Mensch und Natur. Solange es keine rechtliche Festlegung gibt, ab welcher Temperaturveränderung von einer Beeinträchtigung der Bodenfunktionen gesprochen werden kann, greift das Bundesbodenschutzgesetz nicht direkt. Es wird für Erdwärmeanlagen in Abgrenzung zum Bundesberggesetz nur subsidiär und erläuternd betrachtet (LABO 2000).

Die wichtigste Trinkwasserressource (TrinkwV 2001) stellt das Grundwasser dar. Daher sollte auch die Trinkwasserverordnung Beachtung finden. Ihr Zweck ist es, die Gesundheit der Menschen vor den nachteiligen Einflüssen, die sich aus Verunreinigungen von Wasser ergeben, durch Gewährleistung seiner Genussstauglichkeit und Reinheit zu schützen. In Bezug auf geothermische Anlagen ist daher § 4 von Bedeutung, nach dem das Wasser frei von Krankheitserregern, genussstauglich und rein sein muss. Des Weiteren dürfen keine chemischen Stoffe in Konzentrationen vorhanden sein, die eine Schädigung der menschlichen Gesundheit besorgen lassen (§ 6 TrinkwV).

Ökologische Kriterien

Für die Bewertung von Geothermieanlagen aus ökologischer Perspektive ist das Wasserhaushaltsgesetz maßgebend. In dessen Sinne können die zwei folgenden Punkte Ursache einer möglichen Beeinträchtigung sein:

Erstens kann es bei Errichtung und Betrieb von geothermischen Anlagen zum Eintrag relevanter Mengen an bedenklichen Fremdstoffen, beispielsweise kritischer Wärmeträgermedien, in die Umwelt kommen (z. B. Klotzbücher et al. 2007; Saner et al. 2010). Dies ist jedoch nur bei unsachgemäßen Arbeiten bzw. bei Unfällen oder Störfällen der Fall. Als Wärmeträgerflüssigkeit werden Gemische

eingesetzt, die in Wassergefährdungsklassen (WGK) eingestuft sind. Meist werden Glykol-Wasser-Gemische verwendet, die der Wassergüteklasse (WGK) 1 zuzuordnen sind. Darin enthaltene Frostschutzmittel sind z. B. Ethylenglykol, Betain oder Kaliumkarbonat-Sole. Für Hessen beispielsweise liegen für etwa die Hälfte der EWS-Anlagen Daten über die Wärmeträgermittel vor. Demnach wird dort zu 90 % Monoethylenglykol, gefolgt von Propylenglykol mit rund 3 % eingesetzt (Rumohr 2009). Weitere Additive als Korrosionsschutz, Stabilisatoren oder zur Schaumreduzierung sind in Konzentrationen von 3 bis 4 % enthalten. In Klotzbücher et al. (2007) wurden verschiedene Wärmeträgermedien auf ihre Bedenklichkeit hin untersucht. Die Studie zeigt, dass die meist eingesetzten Glykole in vielen oxischen und anoxischen Umgebungen biologisch im Grundwasser abbaubar sind. Da sie zusätzlich in geringen Konzentrationen verwendet werden, ist das Risiko einer Schädigung eher gering. Auch eine ökobilanzielle Betrachtung von EWS-Systemen zeigte auf, dass potenzielle Umweltbeeinträchtigungen durch die Wärmeträgerflüssigkeit bei einer ganzheitlichen Bewertung vernachlässigbar sind (Saner et al. 2010).

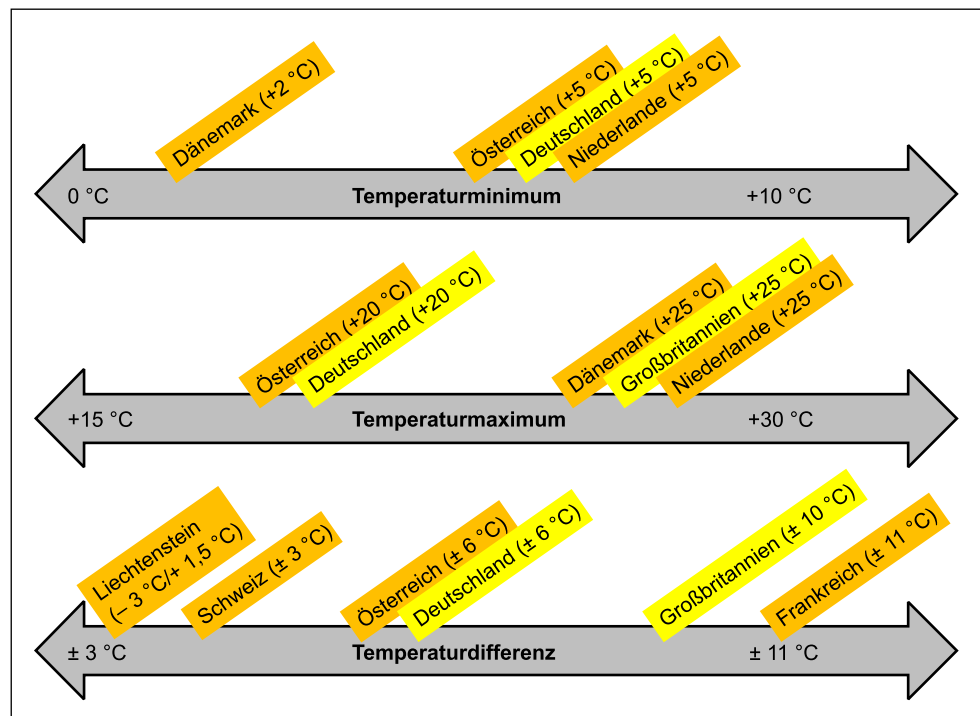
Als zweiter Punkt sind – mit deutlich größerer Bedeutung, da sie dauerhaft und immer auftreten – die anhaltenden und variierenden Kältefahnen im Umfeld von Anlagen von Interesse. Entsprechend dem Wasserhaushaltsgesetz müssen schädliche Veränderungen der physikalischen, biologischen und chemischen Eigenschaften vermieden werden. Nach der Richtlinie VDI 4640 des Verbands Deutscher Ingenieure (VDI) stellt die geringfügige Temperaturveränderung beim Betrieb von Einzelanlagen bis 30 kW Heizleis-

tung keinen Benutzungstatbestand dar (VDI 2010). Die Leitfäden für EWS einiger Bundesländer richten sich bei ihrer Beurteilung nach der VDI 4640 (VDI 2001) und betrachten die Temperaturbeeinflussung und ihre möglichen Auswirkungen als generell unerheblich (LFRP 2007, LFS 2007), gering (LFSL 2008) oder erwähnen sie gar nicht. In Baden-Württemberg wird die Erwärmung durch EWS nicht generell als schädlich angesehen (LFBW 2005). Die Stadt Stuttgart hat hingegen einen eigenen Leitfaden, in dem definiert wird, ab wann eine verträgliche Bewirtschaftung endet (Hellenthal 2006). Dies ist der Fall, wenn bei Wärmeentzug (Wärmeeinleitung) „in der Toleranzentfernung von 50 m der Untergrund bzw. das Grundwasser um 2 K kälter (wärmer) als die mittlere normale Jahresdurchschnittstemperatur ist“ (Hellenthal 2006).

Ähnlich wie in der Stadt Stuttgart werden national und international Temperaturgrenzwerte für Erwärmung und Abkühlung des Grundwassers (Abb. 2) sowie für das Wärmeträgermedium in geschlossenen Systemen festgelegt.

Die Temperaturgrenzwerte beziehen sich hauptsächlich auf das Grundwasser und sind somit vorrangig für offene Systeme von Interesse (Abb. 2). In Deutschland sind die Werte in der VDI 4640 festgehalten. Als maximale Temperaturdifferenz werden hier ± 6 K akzeptiert. Dabei darf das Grundwasser nicht auf mehr als 20 °C aufgeheizt und nicht tiefer als 5 °C abgekühlt werden. Die ansonsten vorgegebenen Werte sind technische Temperaturgrenzwerte, die sich auf das Wärmeträgermedium beziehen und ebenfalls aus der VDI 4640 stammen. Die akzeptierte Temperaturdif-

Abb. 2 Absolute und relative Temperaturgrenzwerte für das Grundwasser



ferenz liegt bei ± 11 K und ± 17 K im Wochenmittel bzw. als kurzfristige Spitzenbelastung.

Interessant ist auch, Beispiele aus dem europäischen Raum zu erwähnen (Abb. 2). Laut Grundwasserrichtlinie 80/68/EWG und EU-Wasserrahmenrichtlinie gilt der Wärmeeintrag in das Grundwasser generell als Verschmutzung, und für Grundwasser gilt das Verschlechterungsverbot. Trotzdem sind derzeit in nur wenigen Ländern rechtlich bindende Temperaturgrenzwerte für das Grundwasser festgelegt. Diese sind in Abb. 2 graphisch dargestellt. Des Weiteren bestehen nur in Österreich, Dänemark und Deutschland Grenzwerte für geschlossene Systeme (d. h. EWS). Zusätzlich sind diese Grenzwerte nur in Dänemark rechtlich bindend. Die akzeptierte Temperaturdifferenz in Österreich liegt bei 15 K, die maximale Temperatur bei 25 °C/35 °C in Dänemark/Österreich und die minimale Temperatur bei 0 °C im Wochenmittel in Österreich beziehungsweise 2 °C in Dänemark (Hähnlein et al. 2010a).

Als weiteres Mittel, um negative Veränderungen auf den Untergrund, primär eine Akkumulation der Kältefahnen und eine Beeinflussung benachbarter EWS bzw. weiterer Systeme zu unterbinden, wurden Mindestabstände eingeführt (Tab. 1). Dabei ist hauptsächlich zwischen den Grenzabständen (Abstand zwischen Anlage und Grundstücksgrenze) und den Sondenabständen (Abstand zwischen zwei Anlagen) zu unterscheiden. Als Bezugspunkt dient also entweder eine weitere EWS oder die Grundstücksgrenze. Die Vorgaben der Bundesländer in Deutschland variieren zwischen 5 m und 10 m. Auch hier lohnt sich ein Blick auf die internationale Situation. Als Bezugspunkte dienen hier zusätzlich beispielsweise Trinkwasserbrunnen oder Abwasserleitungen. In der Mehrheit werden jedoch ebenfalls Grenz- oder Sondenabstände festgelegt, in einer Spanne zwischen 2,5 m und 20 m (Hähnlein et al. 2010a).

Zusammenfassung und Diskussion

Es lässt sich zusammenfassen, dass in Deutschland verschiedene Bundesgesetze einen rechtlichen Rahmen für die oberflächennahe Erdwärmennutzung formulieren, jedoch keine Vorgaben bzw. Grenzwerte (z. B. Mindestabstände und Temperaturgrenzwerte) definieren. Dabei sind das Bundesberggesetz und das Wasserhaushaltsgesetz hervorzuheben. Das Wasserhaushaltsgesetz und die Trinkwasserverordnung stellen rechtliche Kriterien auf, mit denen das Grundwasser vor Verschmutzungen geschützt wird. Um deren Einhaltung zu sichern und möglichen Schädigungen durch Kältefahnen und den Auswirkungen von Leckagen Einhalt zu gebieten, werden Temperaturgrenzwerte für das Grundwasser und Mindestabstände zwischen den Anlagen in zahlreichen Leitfäden der Länder oder technischen Empfehlungen festgelegt. Die Mindestabstände liegen in den meisten Fällen bei 5 m zur nächsten Erdwärmesonde (EWS).

Tab. 1 Mindestabstände für geschlossene Systeme in Deutschland und international

Land	Mindestabstand	Bezugspunkt
China ^a	3–6 m	Erdwärmesonde
Dänemark ^a	300 m	Trinkwasserbrunnen
Deutschland ^b		
Baden-Württemberg	10 m	Erdwärmesonde
Bayern	6 m	Erdwärmesonde
	5 m	Grundstücksgrenze
Berlin	5–6 m	Erdwärmesonde
	5 m	Grundstücksgrenze
Brandenburg	5–6 m	Erdwärmesonde
Bremen ^c	k. A.	k. A.
Hamburg	5–6 m	Erdwärmesonde
	5 m	Grundstücksgrenze
Hessen	5 m	Grundstücksgrenze
Mecklenburg-Vorpommern	5–6 m	Erdwärmesonde
	5 m	Grundstücksgrenze
Niedersachsen	5 m	Sonde der gleichen Anlage
	10 m	Sonde der nächsten Anlage
Nordrhein-Westfalen	k. A.	k. A.
Rheinland-Pfalz	10 m	Erdwärmesonde
	3 m	Grundstücksgrenze
Saarland	5 m	Sonde der gleichen Anlage
Sachsen	5–6 m	Erdwärmesonde
Sachsen-Anhalt	k. A.	k. A.
Schleswig-Holstein	5–6 m	Erdwärmesonde
Thüringen	5–6 m	Erdwärmesonde
	5 m	Grundstücksgrenze
Finnland ^a	3 m	Gebäude
	5 m	Wasser- und Abwasserleitung
	10 m	Grundstücksgrenze
Liechtenstein ^a	3 m	Grundstücksgrenze
	6 m	Erdwärmesonde
Österreich ^a	2,5 m	Grundstücksgrenze
Schweden ^a	10 m	Grundstücksgrenze
	20 m	Erdwärmesonde
	30 m	Trinkwasserbrunnen
Schweiz ^a	3–4 m	Grundstücksgrenze
	5–8 m	Erdwärmesonde
Tschechische Republik ^a	5 m	Grundstücksgrenze

k. A.: keine Angabe

Werte zusammengefasst aus:

^aHähnlein et al. (2010a)

^bHähnlein et al. (2010b)

^cwww.gdfb.de

In anderen Ländern gelten weitere Kriterien. In Finnland z. B. werden zusätzlich noch Wasser- und Abwasserleitungen als Referenzpunkte für Mindestabstände berücksichtigt. Die absoluten Temperaturgrenzwerte für das Grundwasser bei geschlossenen Systemen variieren zwischen $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Dänemark) und $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (z. B. in den Niederlanden) als Mindesttemperatur. Bei Erwärmung des Grundwassers dürfen $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ beispielsweise in Österreich und $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ in Großbritannien oder in den Niederlanden nicht überschritten werden. Die Grenzwerte in Österreich und in den Niederlanden sind rechtlich bindend, in Großbritannien hingegen wird ein Richtwert von der nationalen Umweltbehörde bisher lediglich empfohlen. Eine deutlich größere Spannweite weisen dagegen die relativen Grenzwerte auf. So darf in Liechtenstein das Grundwasser um nicht mehr als 3 K abgekühlt und nur um 1,5 K aufgewärmt werden. Frankreich zeigt sich in diesem Punkt am liberalsten und erlaubt eine Temperaturveränderung um $\pm 11\text{ K}$. Diese Werte zeigen, wie heterogen sich die Regelungen national wie auch international darstellen. Im internationalen Vergleich lässt sich feststellen, dass vor allem in europäischen Ländern rechtliche Regelungen (Gesetze, Erlässe, Richtlinien und Normen) bestehen, da hier oberflächennahe geothermische Anlagen häufiger genutzt werden als in anderen Gebieten mit Schwerpunkt auf tiefe Geothermie, wie beispielsweise Neuseeland, Indonesien oder Mittelamerika.

Ein kritischer Punkt ist die Definition geeigneter Grenzwerte für die Bewertung von Temperaturänderungen durch den Betrieb von EWS. Studien haben gezeigt, dass sich unter Großstädten wie beispielsweise Köln (Balke 1977, Zhu et al. 2010) Wärmeinseln bilden. Hier ist der Untergrund bereits um 3 bis 5 K wärmer als in den umliegenden ländlichen Gebieten. Es stellt sich daher die Frage, inwieweit absolute Grenzwerte sinnvoll sind oder worauf sie sich beziehen sollen, auf die bereits anthropogen veränderte oder die natürliche, d. h. ungestörte Temperatur.

Für Deutschland sollten die rechtlichen Rahmenbedingungen für die oberflächennahe Geothermie aus Wasserhaushaltsgesetz, Bundesberggesetz und der Trinkwasserverordnung zusammengeführt und u. U. angepasst werden, indem die rechtlichen Regelungen und Genehmigungsverfahren mindestens bundesweit vereinheitlicht werden. Bestehende Regelungen, wie die grundstücksbezogene Nutzung sowie der Ausschluss thermischer Beeinträchtigungen von Nachbargrundstücken, erschweren den Einsatz oberflächennaher und vor allem offener geothermischer Anlagen in Neubaugebieten mit kleinen Grundstückspartzen und im urbanen Raum. Langfristig wäre daher eine 3D-Planung und entsprechendes Management für die thermische Nutzung des Untergrundes sinnvoll, die sich an verbesserten und neuen bundesrechtlichen Rahmenbedingungen orientiert. Damit könnte unter gleichen rechtlichen Voraussetzungen lokalen Unterschieden Rechnung getragen und gleichzeitig eine am

Gefährdungspotenzial und Ressourcenschutz orientierte Bewilligungspraxis entwickelt werden, ähnlich wie sie für den Schweizer Kanton Basel-Landschaft vorgestellt wurde (Butscher et al. 2011). Es bleibt des Weiteren zu überlegen, ob ein eigenständiges Geothermiegesetz analog zum Bundesberggesetz und subsidiär zum Wasserhaushaltsgesetz oder eine ergänzende Verordnung sinnvoll wäre, um die Nutzung der oberflächennahen Erdwärme nachhaltig zu gestalten.

Danksagung Dank geht an die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) für die Finanzierung von Frau Hähnlein (Promotionsstipendienprogramm) sowie an die beiden Gutachter und Frau Würdemann für die konstruktiven Anregungen.

Literatur

- Balke, K.-D.: Das Grundwasser als Energieträger. Brennst. Wärme Kraft **29**(5), 191–194 (1977)
- BergG: Bundesberggesetz. Deutscher Bundestag (1980)
- BodSchG: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BodSchG). Deutscher Bundestag (1998)
- BImSchG: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz). Deutscher Bundestag (2002)
- BImSchV: Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Art. 1 d. V zur Neufassung und Änderung von Verordnungen zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes) (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV). Deutscher Bundestag (2009)
- Blum, P., Campillo, G., Münch, W., Kölbl, T.: CO₂ savings of ground source heat pump systems—a regional analysis. Renew. Energy **35**(1), 122–127 (2010)
- BNatSchG: Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz). Deutscher Bundestag (2009)
- Brielmann, H., Griebler, C., Schmidt, S.I., Michel, R., Lueders, T.: Effects of thermal energy discharge on shallow groundwater ecosystems. FEMS Microbiol. Ecol. **68**(3), 273–286 (2009)
- Brielmann, H., Lueders, T., Schreglmann, K., Ferraro, F., Blum, P., Bayer, P., Hammerl, V., Griebler, C.: Oberflächennahe Geothermie und ihre potentiellen Auswirkungen auf die Grundwasserökologie. Grundwasser **16**(2) (2011)
- Butscher, C., Huggenberger, P., Auckenthaler, A., Bänninger, D.: Risikoorientierte Bewilligung von Erdwärmesonden. Grundwasser **16**(1), 16–34 (2011). doi:10.1007/s00767-010-0154-5
- DVGW: Positionspapier zum Thema „Erdwärmennutzung in Trinkwassereinzugsgebieten“. 17 S. (2008)
- Gao, Q., Li, M., Yu, M., Spitler, J.D., Yan, Y.Y.: Review of development from GSHP to UTES in China and other countries. Renew. Sustain. Energy Rev. **13**, 1383–1394 (2009)
- Hähnlein, S., Bayer, P., Blum, P.: International legal status of the use of shallow geothermal energy. Renew. Sustain. Energy Rev. **14**(9), 2611–2625 (2010a)
- Hähnlein, S., Molina-Giraldo, N., Blum, P., Bayer, P., Grathwohl, P.: Ausbreitung von Kältefahnen im Grundwasser bei Erdwärmesonden (Cold plumes in groundwater for ground source heat pump systems). Grundwasser **15**(2), 123–133 (2010b)
- Hellenthal, N.: Nutzung der Geothermie in Stuttgart. 89 S. Amt für Umweltschutz, Stuttgart (2006)
- 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**, 348–361 (2007)

- 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, Sonderheft Oberflächennahe Geothermie, 8–13 (2009)
- LABO: Abgrenzung zwischen Bundes-Bodenschutzgesetz und Bundesberggesetz (2000)
- LagerstG: Gesetz über die Durchforschung des Reichsgebietes nach nutzbaren Lagerstätten (Lagerstättengesetz). Deutscher Bundestag (1934)
- LAWA: Anforderungen an Erdwärmepumpen, 5 S. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2002)
- LFBW: Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden. Umweltministerium Baden-Württemberg, 28 S. Stuttgart (2005)
- LFHH: Leitfaden zur Erdwärmenutzung in Hamburg. Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, 42 S. Hamburg, Deutschland (2009)
- LFN: Leitfaden Erdwärmenutzung in Niedersachsen. Niedersächsisches Umweltministerium, 20 S. (2006)
- LFNRW: Wasserwirtschaftliche Anforderungen an die Nutzung von oberflächennaher Erdwärme. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, 34 S. (2004)
- LFRP: Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden. Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz, 24 S. Mainz (2007)
- LFS: Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden. Landesamt für Umwelt und Geologie Sachsen, 32 S. Dresden (2007)
- LFSh: Leitfaden für oberflächennahe Erdwärmeanlagen. Landesamt für Natur und Umwelt, Schleswig-Holstein, 42 S. Flintbek (2006)
- LFSL: Leitfaden Erdwärmenutzung. Ministerium für Umwelt, Saarland, 20 S. Saarbrücken (2008)
- Lund, J.W., Sanner, B., Rybach, L., Curtis, R., Hellström, G.: Geothermal (ground-source) heat pumps a world overview. *GHC Bulletin* September 10 (2004)
- Mands, D.E., Sauer, M., Grundmann, E., Langguth, K., Sanner, D.B., Gäbler, W.: Stand der technischen Entwicklung oberflächennaher Geothermie in Deutschland. *bbr* **12**, 56–65 (2008)
- Pannike, S., Kölling, M., Panteleit, B., Reichling, J., Scheps, V., Schulz, H.D.: Auswirkung hydrogeologischer Kenngrößen auf die Kältefahnen von Erdwärmesondenanlagen in Lockersedimenten (Influence of hydrogeological parameters on temperature variations due to borehole heat exchangers). *Grundwasser* **11**(1), 6–18 (2006)
- Rafferty, K.: Ground water issues in geothermal heat pump systems. *Ground Water* **41**, 408–410 (2009)
- Rumohr, S.: Nutzung der oberflächennahen Geothermie in Hessen – Zahlen und Kenngrößen. *bbr* **3**, 46–52 (2009)
- Rumohr, S., Schäfer, I.: Nutzen der Regelungen des Lagerstättengesetzes für die Geothermiebranche. *bbr* **60**, 22–27 (2010)
- Saner, D., Juraske, R., Kübert, M., Blum, P., Hellweg, S., Bayer, P.: Is it only CO₂ that matters? A life cycle perspective on shallow geothermal systems. *Renew. Sustain. Energy Rev.* **14**(7), 1798–1813 (2010)
- Sanner, B., Karytsas, C., Mendrinis, D., Rybach, L.: Current status of ground source heat pumps and underground thermal energy storage in Europe. *Geothermics* **32**, 579–588 (2003)
- TrinkwV: Trinkwasserverordnung. Deutscher Bundestag (2001)
- VDI: Blatt 1: Thermische Nutzung des Untergrundes – Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte (Part 1: Thermal use of the underground—Fundamentals, approvals, environmental aspects). Verein Deutscher Ingenieure (2010)
- VDI: Blatt 2: Thermische Nutzung des Untergrundes – Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen (Part 2: Thermal use of the underground—Ground source heat pump systems). Verein Deutscher Ingenieure (2001)
- WHG: Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das durch Artikel 12 des Gesetzes vom 11. August 2010 (BGBl. I S. 1163) geändert worden ist. Deutscher Bundestag (2009)
- Zhu, K., Blum, P., Ferguson, G., Balke, K.-D., Bayer, P.: Geothermal potential of urban heat Islands. *Environ. Res. Lett.* **5**, 044002 (2010)