

Geotechnische Risiken bei der Herstellung von Erdwärmesonden-Bohrungen: Lösungen durch „Geothermische Kategorien“?

Geotechnical Risks in the Production of Geothermal Boreholes: Solutions through "Geothermal Categories"?

Verena Herrmann¹, Richard A. Herrmann²

¹ Dr.rer.nat. Verena Herrmann, GMP – Geotechnik GmbH, Würzburg, verena.herrmann@gmp-geo.de

² Univ.-Prof. Dr.-Ing. Richard A. Herrmann, Institut für Geotechnik, Universität Siegen, richard.herrmann@uni-siegen.de

Zusammenfassung

Die oberflächennahe Geothermie wird mit Erdwärmesonden-Bohrungen für eine dezentrale Wärmeversorgung für eine Vielzahl von Gebäuden als innovative Technologie erschlossen und ermöglicht Heizen und Kühlen und die Speicherung solarer Energie in einer technischen Anlage. Um den erdgekoppelten Anlagenteil in Form einer Erdwärmesonde herzustellen, sind Bohrarbeiten erforderlich. Dabei wurden in den letzten Jahren zunehmend technische Probleme und geotechnische Risiken offenbar, die sich in größeren Schadensfällen abbildeten. In Anlehnung an die Geotechnischen Kategorien der DIN 4020, DIN 1054 und des Eurocode 7 wird als Konzept die Einführung von „Geothermischen Kategorien“ in drei Stufen von GtK 1 bis GtK 3 vorgeschlagen. Die jeweilige „Geothermische Kategorie“ berücksichtigt die Projektgröße der geothermischen Nutzung, die geotechnischen und bautechnischen Risiken und definiert damit die Anforderung an die Planung für eine Erkundung zur detaillierten Standortbewertung sowie zur Genehmigung und Ausführung. Damit soll dem Bauherrn, Planer, den Umweltbehörden und Ausführenden eine Hilfestellung zur Bewertung der Risiken und dem damit verbundenen planerischen, genehmigungsrechtlichen, ausführungstechnischen und finanziellen Aufwand an die Hand gegeben werden.

Schlüsselworte: Erdwärmesonden-Bohrung, Schadensfall, Geothermische Kategorien

Abstract

Shallow geothermal energy is developed by drilling boreholes for a decentralized heat supply from Borehole Heat Exchangers (BHE) as an innovative technology to supply a variety of buildings and provides heating and cooling and the storage of solar energy in a technical installation. In order to prepare the terrestrial component of the system in the form of a geothermal well, drilling is required. There have been increasingly in recent years technical problems and geotechnical risks apparent, illustrated by larger damage claims. Based on the geotechnical categories of DIN 4020, DIN 1054 and the Eurocode 7, three levels from GtK 1 to GtK 3 (Geothermischen Kategorien 1-3) are proposed as a concept for the introduction of "Geothermal Categories". The relevant "Geothermal Category" takes into account the size of the geothermal energy project and the geotechnical and civil engineering risks, and thus defines the requirement of the planning of an investigation for a detailed site evaluation as well as permits and installation. Thus, an aid will be put into the hands of the owner, planner, environmental authorities and implementers to assess the risks and the associated planning, technical execution, permits, and financial outlay.

Keywords: Geothermal Boreholes, Borehole Heat Exchanger, damage claims, geothermal categories

1 Einführung

Die oberflächennahe Geothermie wird mit Erdwärmesonden-Bohrungen für eine dezentrale Wärmeversorgung für eine Vielzahl von Gebäuden als innovative Technologie erschlossen und ermöglicht Heizen, Kühlen und die Speicherung solarer Energie in einer technischen Anlage. Vor dem Hintergrund der energiepolitischen Ziele der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der Substitution fossiler Brennstoffe durch erneuerbare Energien, wird diese Energieform flächendeckend genutzt.

Für die Herstellung der erdgekoppelten Anlagenteile, in Form einer Erdwärmesonde, sind Bohrarbeiten erforderlich.

In den letzten Jahren wurden dabei zunehmend technische Probleme und geotechnische Risiken offenbar. Dies manifestierte sich an größeren Schadensfällen, die bundesweit durch die Presse gingen, teilweise „spektakuläre“ Bilder boten und untrennbar unter anderen mit den Ortsnamen „Staufen“, „Wiesbaden“ und „Kamen“ verbunden sind.

Das technische Regelwerk, das für den Bereich der oberflächennahen Geothermie in Deutschland gilt, ist die Richtlinie des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) 4640 zur „Thermischen Nutzung des Untergrundes“. Für die Erdwärmesonden-Bohrungen ist das Blatt 1 (2011) und Blatt 2 aus dem Jahr 2001 gültig. Eine Norm des Deutschen Institutes für



Normung ist noch in Bearbeitung. Des Weiteren gelten die Regelungen der 16 einzelnen Bundesländer, die in eigenen Leitfäden zur Erstellung von Erdwärmesonden, die Genehmigungsvoraussetzungen, technischen Grundlagen sowie die Bauausführung und Abnahme regeln. Weitere Detailregelungen werden durch die örtlichen Kreisverwaltungsbehörden in Abstimmung mit den unteren Wasserbehörden bzw. den Geologischen Diensten der einzelnen Bundesländer getroffen.

Bei den im Folgenden behandelten erdgekoppelten Wärmepumpenanlagen werden nur Erdwärmesonden als geschlossene Wärmeübertragersysteme betrachtet, da hier größere Bohrtiefen erschlossen werden.

2 Geotechnische Risiken

Zu den geotechnischen Risiken bei der Herstellung von Erdwärmesonden ist folgende grundsätzliche Bewertung zu treffen: Es wird von „Erdwärmebohrungen“ bzw. „Erdwärmesonden“ gesprochen. Diese Bezeichnung vermittelt, dass es sich „nur“ um eine Bohrung handelt. Dies ist nicht der Fall. Vielmehr handelt es sich um ein Gewerk des Spezialtiefbaues oder des Brunnenbaues oder der Bohrindustrie zur Errichtung eines Bauwerkes.

Die übliche Vorgehensweise bei der Projektierung der Anlagen sieht vor, dass eine Standortbewertung anhand vorliegender geologischer bzw. hydrogeologischer Informationen durch den Planer bzw. auch die Bohrfirmen oder die Planer der Gebäudetechnik vorgenommen wird. Anhand dieser Informationen werden überschlägig die erforderlichen Bohrmeter ermittelt. Häufig unterbleibt eine Einschätzung geotechnischer Risiken bzw. ist nicht hinreichend genau möglich, da keine weiteren Erkundungsmaßnahmen am Standort vorgenommen werden. Bei Anlagen ≥ 30 kW werden anhand der ersten Erdwärmebohrung (der so genannten Pilotbohrung) eine Einschätzung der geologischen Verhältnisse vorgenommen und Testarbeiten in-situ mit dem so genannten Thermal Response Test (TRT) ausgeführt.

Anhand dieser Vorgehensweise wird nachvollziehbar, warum im Bereich der oberflächennahen Geothermie, insbesondere in den letzten Jahren, mit zunehmender Anzahl an (Groß-) Projekten besondere und große Schadenbilder entstanden sind. Im Gegensatz zu Aufschlussbohrungen nach DIN EN 22475-1 für die Erkundung der Untergrundverhältnisse für die geotechnische Bewertung und gutachterliche Bearbeitung, die in der Regel –außer bei Großprojekten– nur geringe Teufen erreichen, werden bei Projekten der Geothermie große Bohrtiefen mit hauptsächlich bis zu 99 m und mehr erreicht. Zudem wird das Bohrloch als „Bauwerk“ zur Energiegewinnung bzw. zum Energiemanagement (Energiespeicherung) ausgebaut.

Der Ansatz, dass es sich um ein „Gewerk des Spezialtiefbaues oder des Brunnenbaues oder der Bohrindustrie zur Errichtung eines Bauwerkes“ handelt, wird und wurde von den Beteiligten bisher nicht gesehen. Die Standortbewertung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse wurde nicht durch geeignete Erkundungsmaßnahmen ergänzt, so dass bei den Bohrarbeiten bzw. im späteren Anlagenbetrieb eine Vielzahl von Schäden aufgetreten ist (BAS-

SETTI ET AL. 2005). Die Planung und Dimensionierung von Anlagen ist daher auf der Grundlage gesicherter Erfahrungen mit den Leitfäden sowie den Empfehlungen nach VDI 4640 vorzunehmen, jedoch im Fall von schwierigen Verhältnissen bzw. bei großen Anlagen durch geeignete Erkundungsmaßnahmen zu ergänzen.

Damit verbunden sind geotechnische Risiken, wie sie in der Tabelle 1 beispielhaft benannt werden. In der Tabelle ist der Bauherr und Betreiber der geothermischen Anlage nicht aufgeführt, da er das Hauptrisiko in der Form trägt, dass er an allen Risiken beteiligt ist. Beim Bau der Anlage trägt er für die Bohrung und den Ausbau das Baugrundrisiko und beim Betrieb das Risiko für die ordnungsgemäße Funktionalität der Erdwärmesondenanlage. Zudem trägt der Bauherr das Umweltrisiko nach den geltenden Umwelt- und Wassergesetzen und geltenden Leitfäden für Erdwärmesonden (u.a. WHG, BAYWG, BWP 2012).

Tabelle 1: Geotechnische Risiken in Anlehnung an THOLEN/WALKER-HERTKORN, 2008

Table 1: Geotechnical Risks along the lines of THOLEN/WALKER-HERTKORN, 2008

Geotechnisches Risiko	Bohrmannschaft	Bohrgerät	Bohrloch	Erdsonde	Umwelt	Dritte
Naturgefahrenen*	xx	x	-	x	-	x
Altlasten	x	-	-	-	xxx	x
Quellfähiges Gestein	-	-	xx	x	x	-
Karstgebiete/Hohlräume im Untergrund	x	xx	xx	xx	x	x
Störungszone/n/Zerrüttete-Bruch-Zonen	-	-	xx	x	x	-
Stark bis artesisch gespanntes Wasser	-	-	xxx	x	x	x
Erdgasvorkommen oder -speicherung	xx	x	-	x	x	x

(-) kein Risiko, (x) geringes bis mittleres Risiko, (xx) mittleres bis hohes Risiko, (xxx) hohes Risiko

* Hochwasser, Schlammstrom, Steinschlag, Felssturz, Hangmuren, Rutschungen, Lawinen

3 Schadensfälle

Bei der Erstellung von Erdwärmesondenanlagen traten Schadensfälle beispielsweise bei den Bohrarbeiten in Form von artesischen Wässern, Nachbrüchen bzw. Setzungen durch Materialabflüsse oder im Nachgang durch Hebungerscheinungen, verursacht durch eine Schwellung von Sulfatgesteinen, oder Probleme mit Systemausfällen verursacht durch Schäden am Hinterfüllbaustoff infolge fehlender Frostsicherheit (HERRMANN 2008) auf.

Die Schäden, die mit der Herstellung eines „Gewerk des Spezialtiefbaues oder des Brunnenbaues oder der Bohrin-
dustrie zur Errichtung eines Bauwerkes“ sind unter anderen
bekannt geworden durch die Ortsnamen „Staufen“ (RP
FREIBURG 2010), „Wiesbaden“ und „Kamen“ (KISSING
2009) und werden im Folgenden nicht im Detail erläutert.
Exemplarisch zeigt Abb. 1 Schadensmechanismen bei den
Geothermie-Bohrungen am Hessischen Finanzministerium
in Wiesbaden.

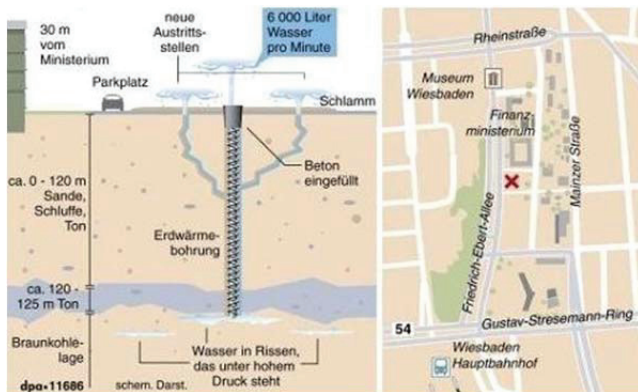


Abb. 1: Arteser bei Geothermie-Bohrung am Hessischen Finanzministerium in Wiesbaden, 06.11.2009 (DPA)

Fig. 1: Artesian Condition in Geothermal Drilling at the Hessian Ministry of Finance in Wiesbaden, 06.11.2009 (DPA)

Als Reaktion auf die Schadensfälle wurden von den Genehmigungsbehörden die Anforderungen an die Qualitätssicherung sowie die Absicherung im Hinblick auf die Regulierung der Schäden verschärft. Für Baden-Württemberg wurden im Jahr 2011 vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft „Leitlinien zur Qualitätssicherung Erdwärmesonden (LQS EWS)“ verabschiedet, die an eine verursacherunabhängige, projektbezogene Versicherung für die Bohrmeter gekoppelt sind. Neue Regelungen für erweiterte Erkundungsmaßnahmen oder Leitlinien für die Planer wurden nicht festgelegt.

Aus diesen Gründen wird der bereits bei der Normung zur Geothermie geplante Ansatz zur Einführung von Geothermischen Kategorien weiter verfolgt und es werden nachfolgend diese Geothermischen Kategorien formuliert. Diese sind im Ansatz und in ihrer Begründung vergleichbar mit den Geotechnischen Kategorien, wie sie zur Sicherheit im Bauwesen zum Standard in allen Phasen der europäischen Normung zum Eurocode 7 (DIN EN 1997-1) und der Neufassung der DIN 1054-100, DIN 1054:2005 und der DIN 1054:2010 geworden sind. Der fachliche Ansatz für die Geotechnischen Kategorien liegt in einer Clusterbildung, die -für bautechnische Zwecke- die Wechselwirkung: Bauwerk-Boden/Baugrund betrachtet, d.h. die Größe des Objektes und der Sicherheitsanspruch den dieses Projekt hat, wird zusammen mit dem geotechnischen Risiko betrachtet und bewertet. Damit verbunden ist ein Konzept für die notwendige geotechnische Erkundung, geotechnische Bearbeitung -in-situ und im Labor- und ggf. einer geomesstechnischen Begleitung, die eine sichere Planung und Umsetzung des Objektes und die Sicherheit des Objektes in einer Standzeit von 100 Jahren gewährleisten soll.

Im Bereich der Geothermie ergibt sich somit -um sich von einer isolierten Betrachtung von Schadenfällen und isolierten Handlungen oder Regelungen zu lösen- ebenfalls die Notwendigkeit zur „Sicherheit in der Geothermie“ diese Sicherheit auf der Basis Geothermischer Kategorien aufzubauen und danach zu handeln. Im Vergleich zu den Geotechnischen Kategorien (GK nach EC 7/DIN 4020/DIN 1054) ist für die Geothermie ein noch größerer Handlungsbedarf vorhanden, da nicht nur die Wechselwirkung: Bauwerk-Boden/Baugrund sondern hier die Wechselwirkung: Geothermienutzung-Geoid(Umwelt)-Bauwerk zu betrachten ist. Für die Geothermienutzung sind somit in der Regel drei Basisparameter in ihrer Wechselwirkung zu bewerten.

Die nachfolgend formulierten Geothermischen Kategorien stellen somit ein erstes Design und den Versuch dar diese gemeinsam im Bereich der Geowissenschaften und des Bauwesens zu formulieren und die Diskussion dazu zu eröffnen.

4 Geothermische Kategorien

4.1 Allgemeines

In Anlehnung an die Geotechnischen Kategorien der DIN 4020 und DIN 1054 sind die geothermischen Projekte sinngemäß in der Wechselwirkung Boden-Bauwerk einzuordnen und zu bewerten. Diese Gliederung bzw. Einordnung ist bislang nicht etabliert. Es wird die Einführung von geothermischen Kategorien (GtK) vorgeschlagen, die in Kap. 4.2 definiert werden.

Grundsätzlich stellt der „Boden“ im Sinne der DIN 4020 begrifflich bei der geothermischen Nutzung das Gebirge - als Sammelbegriff für Boden, Fels und Grundwasser - dar.

Das „Bauwerk“ stellt begrifflich die geothermische Anlage als Sammelbegriff mit den Bestandteilen ausgebaute Geothermiebohrung, horizontale Anbindung und Verteilerschacht dar.

4.2 Definition

4.2.1 Geothermische Kategorie 1

In die Geothermische Kategorie 1 sind die geothermischen Projekte mit geringen geotechnischen und bautechnischen Risiken bis zu Leistungen von ≤ 30 kW einzuordnen.

Die Planung und Dimensionierung der Anlagen kann in der Regel auf der Grundlage gesicherter Erfahrungen mit den Leitfäden sowie den Empfehlungen nach VDI 4640 erfolgen und anhand der vorliegenden geologischen und hydrogeologischen Standortinformationen erfolgen.

4.2.2 Geothermische Kategorie 2

In die Geothermische Kategorie 2 sind die geothermischen Projekte mit mittleren geotechnischen und bautechnischen Risiken mit Leistungen ≥ 30 kW und in Verbindung mit zweiaxialer Nutzung (Heizung und Kühlung) wie in HERRMANN & HERRMANN 2010 beschrieben, einzuordnen. Für Anlagen mit kleineren Leistungen kann in Fällen von schwierigen geologischen bzw. hydrogeologischen Verhältnissen ggf. auch die Einordnung in diese GtK erforderlich werden. Diese Bewertung gilt auch bei der Einbringung



geneigter Geothermiesonden (HERRMANN ET AL. 2009) wenn diese in urbanen Gebieten und ggf. sogar unter Gebäuden angeordnet werden sollen. Bei besonderen Randbedingungen kann sich hierfür eine Verschiebung nach GtK 3 ergeben.

Die Planung und Dimensionierung der Anlagen kann nicht mehr nur auf der Grundlage gesicherter Erfahrungen mit den Leitfäden sowie den Empfehlungen nach VDI 4640 erfolgen, sondern es sind weitere Erkundungsmaßnahmen in Form von geotechnischen Untersuchungen (Feld- und Laborversuche) und numerische Modellierungen erforderlich.

4.2.3 Geothermische Kategorie 3

In die Geothermische Kategorie 3 sind die geothermischen Projekte mit hohen geotechnischen und bautechnischen Risiken mit Leistungen ≥ 30 kW sowie infolge der Hochtemperaturspeicherung (HERRMANN ET AL. 2011) einzuordnen.

Die Planung und Dimensionierung der Anlage kann nicht mehr nur auf der Grundlage gesicherter Erfahrungen mit den Leitfäden sowie den Empfehlungen nach VDI 4640 erfolgen, sondern es sind weitere Erkundungsmaßnahmen in Form von geotechnischen Untersuchungen (Feld- und Laborversuche) und numerische Modellierungen erforderlich. Es ist ein größerer Erkundungsumfang gegenüber der GtK 2 erforderlich.

4.3 Geotechnische Risiken auf der Grundlage der Geothermischen Kategorien 1 bis 3

Abhängig von der Art und Ursache der geologischen Risiken werden diese in die Geothermischen Kategorien 1 bis 3 eingeordnet. In nachfolgender Tabelle 2 werden Beispiele für die Einordnung angeführt.

Für auf dem Bohrfeld möglicherweise vorhandene Kampfmittel ist von den Bauherren vorab eine Freigabe zu beschaffen.

Die Grundlage für die Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung zur Ausführung von Bohrarbeiten für geothermische Zwecke sind die Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) DIN 18301 – Bohrarbeiten. Sie sind Teil der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) Teil C. Ihr Geltungsbereich umfasst in der neuesten Version vom Oktober 2006 gemäß Absatz 1.1 ausdrücklich auch Bohrungen für die Gewinnung von Erdwärme. Für eine Beherrschung des Bohrrisikos ist die Einstufung von Boden und Fels gemäß ihrer Eigenschaften für Bohrarbeiten in Bohrarkbeitsklassen gemäß Absatz 2.3 erforderlich.

In der Tabelle 3 erfolgt für die einzelnen Geothermischen Kategorien die Einstufung, welche Maßnahmen für Planung, Erkundung, Genehmigung sowie Ausführung und Dokumentation erforderlich werden.

Tabelle 2: Einordnung in die Geothermischen Kategorien 1 bis 3

Table 2: Classification into the Geothermal Categories 1 to 3

Geotechnisches Risiko	Geothermische Kategorien		
	GtK 1	GtK 2	GtK 3
Leistungsdaten der geothermischen Anlage	Leistung ≤ 30 kW, Nutzung Heizen/ Kühlen Bereich bis -3°C	Leistung ≥ 30 kW, Nutzung Heizen/ Kühlen, Speicher im Niedrigtemperaturbereich $\leq 40^{\circ}\text{C}$	Leistung ≥ 30 kW, Nutzung Heizen, Speicher im Hochtemperaturbereich $\geq 40^{\circ}\text{C}$
Naturgefahren)*	keine bekannten Naturgefahren	mittlere Naturgefahren	hohe Naturgefahren
Altlasten	keine	Altlastenverdachtsflächen/ Altstandorte	Deponien/ Altlasten bekannt
Gestein mit Schwell-/Quell-Potential	nicht vorhanden	Tone (TL/TM), Schluffe	Sulfatgesteine (Gips-/ Anhydrit)
Wasserschutzgebiete (Zone III)	nein	ja	ja
Stark bis artesisch gespanntes Wasser	nicht vorhanden	stark gespannte Wässer	artesische Wässer
Gasvorkommen (natürlich); Erdgasspeicher (künstlich)	keine	Natürliche Gasvorkommen: möglich bzw. vorhanden	Natürliche oder künstliche Gasvorkommen
Bebauung	keine Wechselwirkung zu erwarten	Bebauung über geothermischer Bohrung geplant	Bebauung über geothermischer Bohrung geplant

)* Definition vgl. Tabelle 1

Tabelle 3: Anforderungen an die Planung, Erkundung, Genehmigung, Ausführung und Dokumentation auf der Basis der Geothermischen Kategorien GtK 1 bis GtK 3

Table 3: Requirements for the design, investigation, permits, implementation and documentation on the basis of Geothermal Categories GtK 1 to GtK 3

Geotechnisches Risiko	Geothermische Kategorien		
	GtK 1	GtK 2	GtK 3
Planung	Standortbewertung zur Geologie/ Hydrogeologie: geologische Informationen Klärung Genehmigungsvoraussetzungen	Standortbewertung zur Geologie/ Hydrogeologie <u>durch Fachperson</u> (Geologe/ Geotechniker): geologische Informationen Klärung Genehmigungsvoraussetzungen	Standortbewertung zur Geologie/ Hydrogeologie <u>durch Fachperson</u> (Geologe/ Geotechniker): geologische Informationen Klärung Genehmigungsvoraussetzungen
Erkundung	keine	1 Aufschlussbohrung nach DIN EN ISO 22475-1 in Verbindung mit DIN EN ISO 14688/14689 bis in die Tiefe, die für die Bewertung erforderlich ist im zentralen Bereich des geplanten Bohrfeldes (inkl. Probenentnahme und Laborversuche), Thermal Response Test	1 bis 3 Aufschlussbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1 in Verbindung mit DIN EN ISO 14688/ 14689 bis auf Endtiefe über das geplante Bohrfeld verteilt (inkl. Probenentnahme und Laborversuche), Thermal Response Test, ggf. mit Empfehlungen für Geomessprogramm im Betrieb
Genehmigung	-auf Basis der Standortbewertung nach GtK 1	-auf Basis der Erkundung nach GtK 2	-auf Basis der Erkundung nach GtK 3
Ausführung	Qualitätssicherung Überprüfung geol./ hydrogeol. Verhältnisse fachgerechter Einbau baubegleitende Abnahme durch Sachverständigen/PSW)*	Qualitätssicherung Überprüfung geol./ hydrogeol. Verhältnisse fachgerechter Einbau Baubegleitende Abnahme durch Sachverständigen/PSW)* Abnahme durch VAWS)**	Qualitätssicherung Überprüfung geol./ hydrogeol. Verhältnisse fachgerechter Einbau Baubegleitende Abnahme durch Sachverständigen/PSW)* Abnahme nach VAWS)**
Dokumentation	Zusammenstellung und Einreichung bei KVB)***/ Geol. Dienst	Zusammenstellung und Einreichung bei KVB)***/ Geol. Dienst	Zusammenstellung und Einreichung bei KVB)***/ Geol. Dienst

)* PSW: Privater Sachverständiger Wasserwirtschaft (Bayern)

** VAWS: Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

*** KVB = Kreisverwaltungsbehörde (z.B. Landratsamt, Umweltamt etc.)

5 Zusammenfassung

Im vorliegenden Artikel wird, basierend auf den Erfahrungen des letzten Jahrzehnts mit dem Bau und Betrieb von Geothermieanlagen, aber insbesondere aus den bekannten Schadensfällen heraus, ein Ansatz zur „Sicherheit in der Geothermie“ in Anlehnung an die europaweit normativ formulierten und standardisierten „Geotechnischen Kategorien“ nach DIN 4020/DIN 1054 und dem Eurocode 7 vorgestellt.

Dies erfolgt mit der Entwicklung, d.h. der Benennung und Beschreibung von Geothermischen Kategorien (GtK 1 bis GtK 3) aus der Wechselwirkung: Geothermiesondbauwerk (Umwelt)-Bauwerk. Damit verbunden sind, die sich aus den jeweiligen Geothermischen Kategorien ergebenden Folgerungen hinsichtlich Planung, Erkundung, Genehmigung, Ausführung und Dokumentation. Die Geothermischen Kategorien stellen somit ein erstes Design bzw. einen Versuch dar, diese gemeinsam im Bereich der Geowissenschaften und des Bauwesens zu formulieren und die Diskussion dazu zu eröffnen.

Das primäre Ziel dieser Kategorien dient dazu auf der Grundlage dieser Struktur, d.h. zu Beginn des Planungsprozesses über die Genehmigung bis hin zur Ausführung die einzelnen Projektphasen auf eine sichere Basis zu stellen. Dies erfolgt mit der durch die geothermischen Kategorien definierten geotechnischen Erkundung mit Bohrungen nach DIN EN ISO 22475-1 und den damit verbundenen Feld- und Laboruntersuchungen.

Die derzeitige Genehmigungspraxis besteht darin durch eine Vielzahl an Auflagen, wie beispielsweise die Feststellung einzelner Grundwasserhorizonte in den Bohrungen bei der Herstellung der geothermischen Anlage zu fordern, was von den eingesetzten Bohrverfahren nicht geleistet werden kann. Die Erfüllung der Auflagen führt zu ständigen Unterbrechungen bei der Herstellung und damit hohen Mehrkosten und macht geothermische Projekte insgesamt unwirtschaftlich. Forderungen dieser Art im Genehmigungsbescheid sind im Rahmen der Ausführung fachlich vollkommen unbegründet, da hier die Gewinnung geologischer und hydrogeologischer Daten gefordert wird, die diese Bohrungen nicht leisten können. Die Ergebnisse sind in der Regel nicht oder nur begrenzt verwertbar und sie können Havarien nicht verhindern, wie die bekannten Schadensfälle zeigen.



Das Hauptaugenmerk bei der Ausführung muss primär auf die Qualitätssicherung gerichtet sein. Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse sind zu überprüfen und Abweichungen von der erkundeten Situation zu erkennen und zu dokumentieren. Dies ist im Rahmen der Ausführung von Geothermiebohrungen mit der Erstellung einer Schichtenabfolge aus Bohrklein und der Entnahme von Rückstellproben und anderen Aufzeichnungen möglich. Die Bohrungen zur Herstellung geothermischer Anlagen sollen und können aber nicht der nachträglichen geotechnischen Erkundung dienen, da diese vor der Planung und Genehmigung erforderlich ist und nur von Bohrungen nach DIN EN ISO 22475-1 und den damit verbunden geotechnischen (Feld-/Labor-) Erkundungsnormen geleistet werden kann.

Literatur

- BASSETTI, S.; ROHNER, E. & MATTHEY, B. (2005): Dokumentation von Schadensfällen bei Erdwärmesonden.- Schlussbericht der Schweizerischen Vereinigung für Geothermie (SVG); Zürich (Eigenverlag).
- BAYWG (2010): Bayerisches Wassergesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 25.10.2010, GVBl. 2012, S. 66.
- BUNDESVERBAND WÄRMEPUMPE E.V. [BWP] (2012): Leitfaden Erdwärmesonden in Bayern in Zusammenarbeit mit dem Bayer. Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit und dem Bayer. Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie.- 34 S. Berlin (Eigenverlag).
- DIN 1054 (2010): Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1.- Berlin (Beuth).
- DIN 4020 (2003): Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke.- Berlin (Beuth).
- DIN 18301 VOB VERGABE UND VERTRAGSORDNUNG FÜR BAULEISTUNGEN – TEIL C (2006): Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Bohrarbeiten.- Berlin (Beuth).
- DIN EN 1997-1 EUROCODE 7 (2009): Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln.- Berlin (Beuth).
- DIN EN ISO 14688-1 (2011): Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1 Benennung und Beschreibung.- Berlin (Beuth).
- DIN EN ISO 14689-1 (2011): Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels – Teil 1 Benennung und Beschreibung.- Berlin (Beuth).
- DIN EN ISO 22475-1 (2007): Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen, Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung.- Berlin (Beuth).
- HERRMANN, V. J. (2008): Ingenieurgeologische Untersuchungen zur Hinterfüllung von Geothermie-Bohrungen mit Erdwärmesonden.- Diss., Schr.Angew.Geol., Bd. 80., 283 S., Karlsruhe.
- HERRMANN, R. A. et al. (2009): Untersuchungen zur Energieeffizienz von geschlossenen Wärmeüberträger-systemen (Erdwärmesonden) infolge der geometrischen Anordnung bei Bohrungen bis 100 m u. GOK – mit Modellversuchen und Finite-Elemente-Modellierungen.- Veröff. Geothermie-kongress, Bochum
- HERRMANN, R. A. & HERRMANN, V. (2010): Methods of two-axial applications of Geothermics – Cooling and heating of Buildings.- Veröff. New Perspectives in Eco-Technology and Eco-Economy, Yildiz Technical University, Istanbul.
- HERRMANN, R. A. et al. (2011): Measurement and Investigations on the Efficiency of Geothermal Storage of Solar Energy.- Veröff. 8th Int. Symp. on Field measurements in GeoMechanics, Berlin.
- KISSING H. (2009): Die Erdwärmebohrung Kamen-Wasserkurl: “Einblicke in ein verunglücktes Bohrprojekt, Erkenntnisse aus der geologischen Nacherkundung, Konsequenzen für die oberflächennahe Geothermie“.- Veröff. 5. NRW Geothermie-konferenz, Bochum, 17.11.2009.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (2011): Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden.- 28 S., [http://www.um.baden-wuerttemberg.de.](http://www.um.baden-wuerttemberg.de;); aktualisiert 01.07.2012.
- REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (2010): Geologische Untersuchungen von Baugrundhebungen im Bereich des Erdwärmesondenfeldes beim Rathaus in der historischen Altstadt von Staufen.- Sachstandsbericht, Az.: 94-4763/10-653, 304 S., Freiburg (Eigenverlag).
- THOLEN, M. & WALKER-HERTKORN, S. (2008): Arbeitshilfen der Geothermie-Grundlagen für oberflächennahe Erdwärmesondenbohrungen. – 1. Auflage, 228 S., Bonn (wvgw).
- VAWs (2010): Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffe.- BGBl. I S. 377.
- VDI 4640 (2011): Thermische Nutzung des Untergrundes - Blatt 1: Definition, Genehmigung, Umweltaspekte.- Berlin (Beuth).
- VDI 4640 (2001): Thermische Nutzung des Untergrundes - Blatt 2: Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen.- Berlin (Beuth).
- WHG (2009): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 31.Juli 2009 (BGBl. I S 2585), zuletzt geändert durch Artikel 6 des Gesetzes vom 21. Januar 2013 (BGBl. I S. 95).