

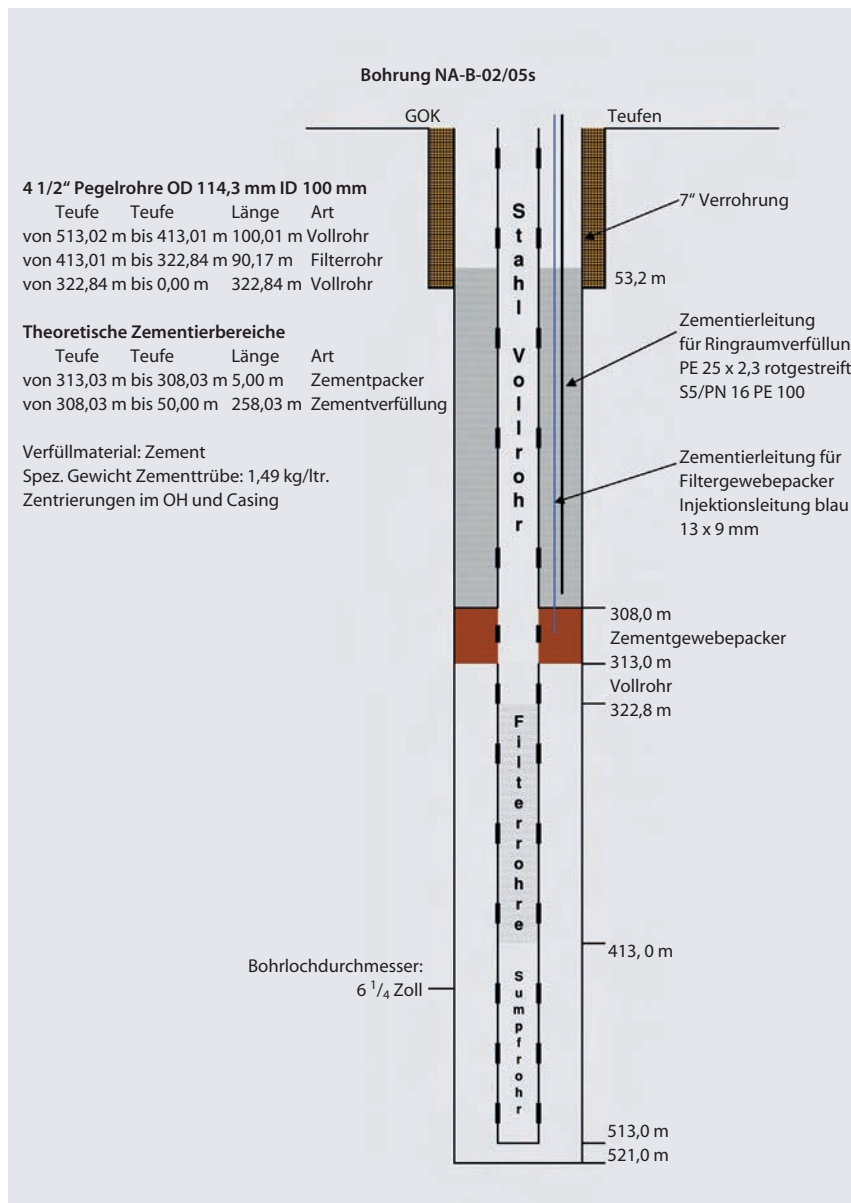


GEOtight™ (pats.pend.)

Gewebepacker für das
dauerhafte und sichere
Abdichten von Erdwärmesonden-
Bohrungen

Trennung von Grundwasserstockwerken und dauerhafte Abdichtung durch Erdwärmesonden-Gewebepacker

Bohrlochabdichtung ■ Seit einiger Zeit schon wird die Problematik um eine sichere und dauerhafte Abdichtung des Ringraumes von Erdwärmesonden-Bohrungen in den einschlägigen Fachpublikationen und Fachveranstaltungen diskutiert. Dabei stehen immer wieder unterschiedliche Schwerpunkte und Anwendungsfälle im Vordergrund. Nachfolgend soll vor allem die Stockwerkstrennung mittels des GEOTight™-Packers näher beleuchtet werden. Auf den gesamten Themenkreis der thermisch optimierten Anbindung an das umgebende Gestein wird hier nicht eingegangen, da dieser Gesichtspunkt für den Packer irrelevant ist.



Die Erdwärmesonden-Technologie erhebt für sich zurecht den Anspruch, eine umweltschonende und nachhaltige Technologie zu sein, die ein Höchstmaß an Umweltschutz beinhaltet. Im Hinblick auf die Energieerzeugung dürfte dies auch größtenteils erfüllt werden. Wie sieht dies jedoch unter dem Blickwinkel der Eingriffe in den Boden unter Berücksichtigung der Anforderungen an eine ebenfalls nachhaltige Grund- und Trinkwasserersorgung aus? Die technischen Regeln und Vorschriften seitens der Behörden stützen sich einerseits auf mit Bohrungen und Feldbeobachtungen erhärtete Tatsachen und lassen andererseits viel Freiraum für geologisch-hydrogeologische Spekulationen über den effektiven und ortsspezifischen Aufbau des Untergrundes zu. Die Kartenwerke stellen also in einem weiten Maß „Wunschvorstellungen“ dar.

Gerade bei Erdwärmesonden-Bohrungen in Städten und Ortschaften, deren Untergrund naturgemäß meistens keine hohe Explorationsdichte mit tiefen Erkundungsbohrungen (tiefer als 50 Meter) aller Art und Notwendigkeit aufweist, ist die Erdwärmesonden-Bohrung oft mit einer „Wildcat-Bohrung“ in weitestgehend unbekanntem Untergrund zu vergleichen. Erst die weitere Bebauungsdichte bringt gesicherte und flächendeckende Informationen mit sich. So ist es nicht ver-

Abb. 1 Ausbauplan der Monitoring-Bohrung am Brenner Basistunnel

wunderlich, dass Überraschungen an der Tagesordnung sind. Es gibt wohl keinen Erdwärmesonden-Bohrunternehmer, der nicht schon unvermittelt mit einem Arteser oder gar mit Gas im Bohrloch konfrontiert worden ist. Der erfahrene Bohrunternehmer, der über die entsprechenden Zertifikate und Gütesiegel sowie demzufolge über ausreichend geschultes Personal verfügt, weiß sich in den meisten Fällen auch bei plötzlichem Auftreten unerwarteter Ereignisse technisch fundiert zu helfen. In der Regel wird der Zulauf zwar erfolgreich gestoppt, aber auf den Ausbau der Bohrung mit einer Erdwärmesonde muss oft verzichtet werden.

Doch wie sieht es mit der fachgerechten Ausführung von Erdwärmesondenbohrungen bei einigen neu auf den Markt drängenden Unternehmen aus? Ohne entsprechende Qualifikationen der ausführenden Unternehmen läuft hier der Kunde Gefahr, die Suche entsprechender Unternehmen nach dem schnellen Geld zu unterstützen. Bei dem Endabnehmer der Sonde wird aber wohl keine Freude an einer dau-

erhaft funktionierenden Erdwärmelanlage aufkommen. Vielen neuen Bohrfirmen sind die Konsequenzen von unter höherem als atmosphärischem Druck selbstständig aus dem Bohrloch austretenden Grundwassers und dessen Auswirkungen auf durchstoßene oder gar kurzgeschlossene Trinkwasserreservoirs nicht bewusst. So werden zuweilen panisch Bohrungen mit laufenden Artesern verlassen und sich selbst überlassen. Bestenfalls hört der Arteser eines Tages selbst auf zu laufen. Bei materialfördernden Artesern kann es aber mit der Zeit zu Nachsackungen, Trichterbildungen und auch irreparablen Schäden an nahen Bauwerken kommen. Die Klärung der Verantwortlichkeiten führt immer zu langwierigen gerichtlichen Streitigkeiten, bei denen es – außer den beauftragten Rechtsanwälten – nur Verlierer geben kann. Diese Umstände haben auch die zur FORALITH-Gruppe gehörende FORALITH Erdwärme AG bewogen, nach effizienten und einfachen Auswegen zu suchen. Dank der Erfahrungen und des reichlich vorhandenen tiefbohrtechnischen Know-

hows aus der tiefen Explorationsbohrtechnik hat sich in einer mehrjährigen Entwicklung eine einfache Lösung finden lassen.

Erkundungs- und Testarbeiten für das Projekt Brenner Basistunnel

Seit dem Jahr 2004 (wie auch schon in den Jahren 2000 und 2001) ist die FORALITH Bohrtechnik AG in zwei Arbeitsgemeinschaften sehr erfolgreich mit tiefen Seilkernbohrungen (bis 1.400 Meter) für die Erkundung der zukünftigen Linienführung des Brenner-Basistunnels in Österreich und in Italien befasst. Für die hydrogeologische Erkundung sind dabei in den meisten Bohrungen nach deren Fertigstellung umfangreiche Testarbeiten notwendig. Ebenfalls werden diverse Monitoring-Einbauten in die Bohrlöcher vorgenommen (Abb. 1). Dabei wurde mehrfach erforderlich, unterschiedliche Schichtwasserhorizonte mit unterschiedlichen Druckniveaus dauerhaft für das Monitoring der Druckverhältnisse zu trennen. Aufgrund der Durchmesserhältnisse in den im Seilkernverfahren erstellten Boh-

NEU
GEOtight™ Gewebepacker
 ab Lager lieferbar

 **HakaGerodur**



Erdwärmesonden – eine geniale Lösung

GERO^{therm}®-Erdwärmesonden von HakaGerodur eignen sich zur Nutzung oberflächennaher, geothermischer Energie oder zur Ableitung (Speicherung) überschüssiger Wärme in das Erdreich. Dazu werden geschlossene vertikale oder horizontale Rohrsysteme aus Polyethylen (PE 100) eingesetzt. Lange Lebensdauer, keine Korrosion und montagefreundliches Baukastensystem sind nur einige der zahlreichen überzeugenden Vorteile. Mit SKZ-Prüf- und Überwachungszeichen.

Vertretung für Deutschland und Österreich:
 STÜWA Konrad Stükerjürgen GmbH | Hemmersweg 80 | 33397 Rietberg-Varensell
 T 05244-407-0 | F 05244-1670 | info@stuewa.de | www.stuewa.de

www.hakagerodur.ch



Abb. 2 Bereitstellen des GEOtight™-Packermaterials

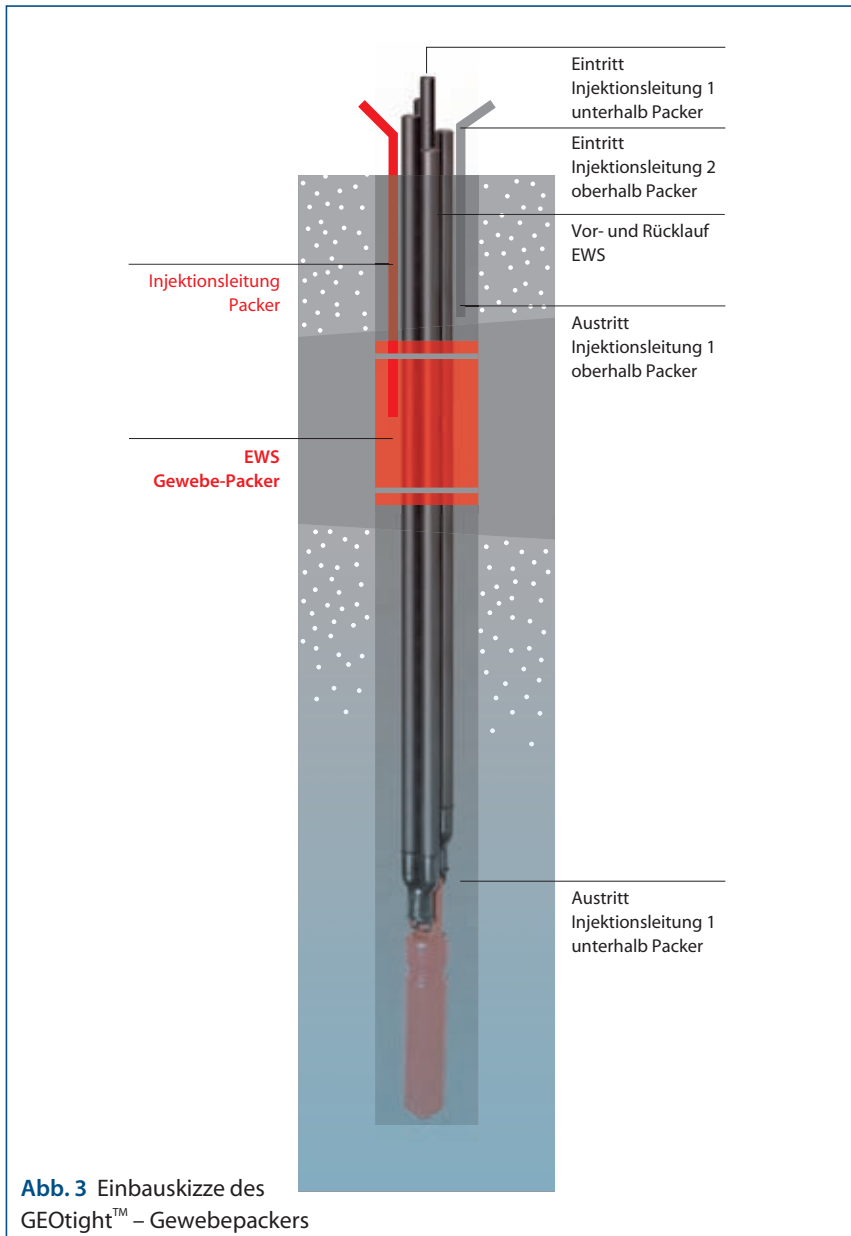


Abb. 3 Einbauskitze des GEOtight™ – Gewebepackers

rungen und der extrem langen Lieferfristen von marktüblichen Trennsystemen waren innovative Lösungen gesucht.

Die FORALITH Bohrtechnik AG bediente sich in der Folge einer einfachen Packerlösung nach eigenen Vorgaben und Ideen. Für eine Schrägbohrung mit 25° Neigung aus der Vertikalen bestand die Notwendigkeit, Schichtwasser, welches in 360 Metern Tiefe mit 45 bar in die bis auf 521 Meter Endteufe erstellte Bohrung eindrang, über ein Pegelrohr zu fassen und verlässlich abzudichten. Das 4,5-Zoll-Pegel-Vollrohr wurde zwischen 308 und 313 Meter UGK mit einem Filtergewebe-Packers versehen. Dieser Packer konnte mittels einer Injektionsleitung (13 x 9 Millimeter) mit einer Zementbrühe mit spezifischem Gewicht von 1,49 Kilogramm/Liter injiziert werden. Schon kurze Zeit nach dieser Injektion konnte mittels einer Kontrollmessung im Ringraum nachgewiesen werden, dass der Packer absolut dicht ist. Anschließend erfolgte eine weitere Ringraumverfüllung über eine Zementierleitung von OK Packer bis einige Meter in die 7-Zoll Casings hinein, welche bei 53 Meter abgesetzt und einzementiert worden sind. Das Gesamtsystem ist damit zuverlässig abgedichtet und der interessierende Horizont steht für das Langzeitmonitoring zur Verfügung.

Diese Anforderungen konnten schnell und erfolgreich über die Installation des Filtergewebe-Packers erfolgen und veranlassten somit die FORALITH Erdwärme AG eine zusätzliche Applikation für die Bedürfnisse bei Erdwärmesonden-Bohrungen zu entwickeln.

Die Weiterentwicklung zum Erdwärmesonden-Gewebepacker

Die FORALITH Erdwärme AG ist bei der Ausführung ihrer Erdwärmesonden-Bohrungen in verschiedenen Geologien auf Arteser und auf Gas gestoßen. Da sie auch innerhalb der Tätigkeit ihrer Spezialisten für die Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz (FWS) sowohl im Vorstand als auch in der Qualitätssicherung und in der Ausbildung immer wieder mit dieser Problematik konfrontiert worden ist, hat sich die FORALITH Erdwärme AG die-

ser Thematik weiter angenommen. Ausschlaggebend waren zudem ergebnislose Bemühungen um eine Versicherungslösung für Arteser bei Erdwärmesonden-Bohrungen. Es ist selbstverständlich, dass eine Arteser-Versicherung noch keine abgedichteten Arteser schaffen kann und nur entsprechendes Know-how – gepaart mit den richtigen technischen Hilfsmitteln – eine dauerhafte Abdichtung gegen eintretendes Wasser oder Gas gewährleistet. Es ist daher nicht von der Hand zu weisen, dass sich auch die Versicherer für die GEOTight™-Packerlösung interessieren, da ihnen diese eine langfristige Gewähr zur Verhinderung von „Garantie-Arbeiten“ bietet.

Für die Anwendung als EWS-Packer mussten die wichtigsten Kriterien gemäß Gütesiegel (FWS-Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz) beachtet werden:

- Platzierung ohne vorherige Kenntnisse der notwendigen Packerlage,
- Einbau des Packers ins Gesamtsystem ohne Verletzung der nahtlosen PE-Rohre; keine Kupplungen, Verbindungen etc.,
- schnelle Aushärtung der Packerinjektion,
- innige Kontaktschlüssigkeit zwischen Packer und Gebirge,
- Injektionsmöglichkeit unterhalb der Packerstrecke,
- Injektionsmöglichkeit oberhalb der Packerstrecke,
- keine Einschränkungen bezüglich der Injektionsmittel,
- Umweltverträglichkeit der Materialien,
- Verhinderung von Wegsamkeiten entlang der PE-Rohre im Packer.

Diese Rahmenbedingungen können mit den im Handel bestehenden Packersystemen nicht vollumfänglich erfüllt werden, sodass sich die FORALITH Erdwärme AG entschlossen hat, eine grundsätzlich neue Lösung aufzubauen, die sich teilweise an bewährte Systeme anlehnt. Um der vollständigen Injizierbarkeit der eingebauten Erdwärmesonde gerecht zu werden, werden drei Injektionsrohre verwendet. Eines führt durch den Packer hindurch bis ins Bohrlochtiefe, während das zweite im Packer selbst zur Injektion des Packerkörpers dient. Über das dritte Injektionsrohr wird der verbleibende Ringraum bis zu Tage injiziert.

Für die unterschiedlichen EWS-Durchmesser werden Passstücke verwendet, welche sehr einfach in die Packerdichtscheiben eingefügt werden können (Abb. 2). Die Packerdichtscheiben für unterschiedliche EWS-Durchmesser werden gleichfalls gefertigt. Die Packerdichtscheibe wird seitlich zum Einführen der Sondenrohre geschlitzt. Da die Packerdichtelemente selbst aus einem leicht aufgerauten und weichen Gummimaterial bestehen, schmiegen sich diese beim Festziehen der vier Bridenbänder, mit welchen der standardmäßig auf 2,5 Meter konfektionierte Filtergewebeslauch befestigt wird, dicht an die Sondenrohre. Das Einpressen der Ze-



Abb. 4 Montage des oberen Dichtelementes

mentbrühe mit einem spezifischen Gewicht von etwa 1,8 Kilogramm/Liter in den Packer-Körper geschieht mit Überdruck. Im Gegensatz zu einer Verwendung vollständig dichter Kunststofffolien oder ähnlichen Materialien kann das Zementwasser über den aufgetragenen Druck durch das Filtergewebe austreten; ein schneller Abbindevorgang der Zementinjektion wird so möglich. Die Rauheit des Filtergewebes selbst sowie austretende Zementanteile führen zu einer engen, kontaktschlüssigen Verbindung mit dem umgebenden Gebirge. Somit ist jegliche Wasserwegsamkeit und auch Gaszirkulation erfolgreich unterbunden (Abb. 3 + 4). ▶



Erdwärme – die Energiequelle der Zukunft

Ihr kompetenter Fachpartner:

FORALITH

ERDWÄRME AG

Foralith Erdwärme AG
Bionstrasse 4
CH-9015 St.Gallen

Schweiz:
Tel. +41 (0)71 313 70 55
Fax +41 (0)71 313 70 65
info@erdwaerme-ag.ch

Deutschland:
Tel. +49 (0)7522 91 30 51
Fax +49 (0)7522 91 30 52
www.erdwaerme-ag.ch



Abb. 5 Vorbereitend wird der Gewebeschlauch über das Standrohr gestülpt.

Mit dem GEOtight™-Gewebepacker lässt sich aber auch der Eintrag von verschmutztem Oberflächenwasser in untiefe Aquifere unterbinden. Dies ist gleichzusetzen mit einem Brunnenabschluss, der ebenfalls dieser Aufgabe gerecht werden muss. Die Einsatzgebiete des Packers sind daher sehr weit gefasst und erlauben eine Ausweitung der für Erdwärmesonden zulässigen Zonen hin zu Gebieten, in denen Erdwärmesonden aufgrund ihrer Lage zu Grundwasserschutzgebieten bisher unzulässig gewesen sind.

Praktische Beispiele zum Einsatz des GEOtight™-Packers

Zur heizungstechnischen Sanierung eines historischen Bauernhauses oberhalb der Ortschaft Rebstein im St. Galler Rheintal waren im Sommer 2007 zwei Erdwärmesondenbohrungen auf je 175 Meter Teufe geplant. Den Auftrag zur Durchführung dieser Arbeiten erhielt die FLEWAG. Aufgrund der lokalen Kenntnisse wurden in den Sandstein-Mergel-Wechsellagerungen und Konglomeraten der unteren Süßwassermolasse keine besonderen Vorkommnisse vermutet, so dass die Bohrarbeiten im üblichen Imlochhammer-Bohrverfahren abgeteuft werden sollten. Wie gewohnt konnten die ersten 100 Meter sehr rasch durchörtert werden. Bei 101 Metern wurde ein artesischer Zulauf von rund 60 Litern/Minute festgestellt, der sich dann aber in kurzer Zeit auf 120 Liter/Minute steigerte. Der Druck des artesisch ge-



Abb. 6 Nach dem Packereinbau ist der Arteser dicht.

spannten Wassers betrug 10,4 bar. Vorschriftsgemäß wurden die zuständigen Behörden sowie ein Geologe zur Lagebesprechung auf die Bohrstelle gerufen. Im Normalfall hätte dieser Arteser problemlos mit den üblichen Methoden abgedichtet werden können. Doch es zeigte sich sehr bald eine nicht zu vernachlässigende Tücke: In einem etwa 100 Meter entfernten Bachtobel drang durch die Bohrarbeiten verunreinigtes Wasser aus einer Kluft in den Bach. Die Kluft selbst befand sich überdies auf der der Bohrstelle gegenüberliegenden Bachseite.

Ein Teil des artesisch gespannten Wassers aus einer Schicht bei 101 Metern hatte innerhalb des Bohrloches den Weg in eine höher gelegene, mürbe Sandsteinzone gefunden, welche mit einer Kluft in der Felsböschung des Baches kommunizierte. Der andere Teil floss aus dem Bohrloch selbst. Um ein permanentes Austreten des Wassers in den Bach zu verhindern – und auch, um zu verhindern, dass bei der nächsten Bohrung ebenfalls verschmutztes Wasser über diese Wegsamkeit in den Bach, der in einen Fischteich mündete, austritt – musste rasch und verlässlich gehandelt werden. So wurde mit der Erdwärmesonde ein GEOtight™-Packer punktgenau bei 93 Metern UKT eingebaut. Während der Injektion des unteren Teils der EWS unterhalb des Packers lief noch immer verschmutztes Wasser aus der Kluft in den Bach. Fast augenblicklich nach der anschließenden

den Packerinjektion mit einer Zementbrühe von 1,8 Kilogramm/Liter stoppte sowohl der Zufluss in den Bach als auch der artesischer Ausfluss aus dem Bohrloch; das System war dicht und der obere Sondenteil konnte ebenfalls vorschriftsgemäß hinterfüllt werden. Die verbleibenden Bohrmeter mussten nach Vorgabe der Behörden jedoch auf untiefe Bohrungen mit Längen bis rund 100 Meter aufgeteilt werden, um Verschmutzungen des Baches während der Bohrarbeiten auszuschließen. In diesen Bohrungen konnte wiederum die mürbe Sandsteinzone nachgewiesen werden.

Im Dezember des vergangenen Jahres wurde die FORALITH Erdwärme AG beauftragt, für die Sanierung der Appenzeller Kantonalbank in Appenzell fünf Erdwärmesondenbohrungen auf je 160 Meter Tiefe zu erstellen. Die Ortschaft Appenzell liegt südlich der Nordost-Südwest verlaufenden, steil bis vertikal gestellten Forst-Gonten-Zone am Süd-Rand der Kronberg-Aufschichtung (innerhalb der subalpinen Molasse – Untere Meeresmolasse) in der Ostschweiz. Bei früheren Erdwärmesondenbohrungen in der Ortschaft selbst ist immer wieder Methangas aus den Bohrungen ausgetreten, in einem Fall kam es unglücklicherweise auch zu einer Explosion. Die Nachforschungen haben ergeben, dass das Gas durchwegs in einem mürben Sandsteinhorizont auf einer Teufe ab rund 100 Meter anzutreffen ist. Die Bewilligungsbehörden haben sich daher entschlossen, Imlochhammer-Bohrungen in gewissen Bereichen lediglich bis etwa 80 Meter Tiefe zu genehmigen und tiefere Erdwärmesonden, welche den gasführenden Horizont durchteufen, nur noch im Rotationsspülbohrverfahren zuzulassen. Dies ist in soweit auch sinnvoll, als dass mit einer reinen Luftspülung Gas nicht beherrschbar ist und Gasvorkommen lediglich mit spülungstechnischem Know-how wirksam und sicher eingedämmt werden können. Damit erweisen sich die Universalbohranlagen, mit denen sowohl Hammer- als auch Spülbohrungen ausgeführt werden können, gegenüber ausschließlichen Hammerbohranlagen eindeutig im Vorteil. In der Ausschreibung des Ingenieurs wurde auf den

Sachverhalt um das Gas hingewiesen und entsprechende Vorgaben wie preisliche Aufteilung in Hammerbohrabschnitte und Spülbohrabschnitte vorgenommen. Aus Sicherheitsgründen wurde der zwingende Einsatz eines Erdwärmesonden-Gewebepackers zur dauerhaften Versiegelung des Bohrloches oberhalb des mutmaßlich gasführenden Horizontes ebenfalls schon mit in die Ausschreibung aufgenommen. Eine Gasüberwachung der Spülung war darüber hinaus ebenfalls vorgeschrieben. Die Bohrarbeiten sind im ersten Bohrlochabschnitt vorschriftsgemäß erfolgt und es konnten bis auf 80 Meter keine Gasanzeichen gemessen werden. Nach der Umstellung zum Spülbohrverfahren wurde dann bei allen Bohrungen ab einer Teufe von rund 100 Metern in der Spülung Methangas gemessen. Der Sondereinbau erfolgte zügig und ohne Probleme zusammen mit dem punktgenau oberhalb des gasführenden Horizontes integrierten GEOTight™-Gewebepackers. Nach der dreistufigen Injektion konnte in jedem Bohrloch sofort mittels Gasmessgerät der Nachweis erbracht werden, dass der Ringraum gasdicht verfüllt wurde (**Abb. 5 + 6**). Einige Tage nach der Fertigstellung sämtlicher Sonden erfolgte eine nochmalige Gasmessung an den Sondenköpfen – schwerpunktmäßig auch an den Kontaktzonen von den Erdwärmesondenrohren zur konventionellen Bentonit-Zement-Injektionsmasse. Es konnten kei-

ne Gasanzeichen festgestellt werden. Dieser Sachverhalt zeigt, dass durch den Einbau des Gewebepackers auch an neuralgischen Stellen innerhalb des Gesamtsystems eine fachgerechte Abdichtung gegen das Gas gegeben ist.

Schon in mehr als zehn Erdwärmesonden-Projekten der FORALITH Erdwärme AG hat sich der GEOTight™-Gewebepacker bestens bewährt. Ein Packer-Set, das mittlerweile durch den bekannten Erdwärmesondenhersteller HakaGerodur AG in Lizenz weltweit vertrieben wird, wird zur sofortigen und nachhaltigen Störfallintervention seither auf allen Bohranlagen der FORALITH Erdwärme AG standardmäßig mitgeführt.

Ausblick

Mit dem Erdwärmesonden-Gewebepacker GEOTight™ (pats. pend.) werden die Möglichkeiten für den Einsatzbereich von Erdwärmesondenbohrungen um ein Vielfaches erweitert, da nun ein einfaches, effizientes und kostengünstiges System auf dem Markt angeboten wird, das ein sicheres und dauerhaftes Abdichten eines Bohrloches zusammen mit der eingebauten Erdwärmesonde, auch ohne vorherige Detailkenntnisse über die Beschaffenheit des Untergrundes, gestattet. Mit dem Gewebepacker wird auch dem Bohrunternehmer, der nicht über Spülbohranlagen verfügt und nur geringe Kenntnisse über die bohrloch-

hydraulischen Zusammenhänge hat, ein Instrument in die Hand gegeben, um Grundwasser, Arteser oder Gas abzudichten. Den Behörden wird mit der Möglichkeit zur Vorschrift des Einsatzes des GEOTight™-Gewebepackers eine Ausdehnung des Einsatzgebietes von Erdwärmesonden in Zonen erlaubt, in welchen Erdwärmesonden bislang nicht zulässig waren. Der Einbau von sogenannten Sperrrohren, für deren wirksamen Einsatz jedoch genaue Kenntnisse über die lithologische und hydrogeologische Beschaffenheit des Untergrundes vorausgesetzt werden müssen und die zudem das Gesamtsystem wesentlich verteuern, wird somit hinfällig. Das international stark zunehmende Interesse wie auch die effektiven Verkaufszahlen der Haka Gerodur AG unterstreichen das innovative Konzept dieser Packerlösung.

Alle Abbildungen: FORALITH Erdwärme AG

Autoren:

Dipl.sc.nat., Geol. SIA Stefan Berli
Geschäftsführer/vR Präsident
Ing. FH Reinhard Pingel
Mitgl. der Geschäftsleitung/vR
FORALITH Erdwärme AG
Bionstr. 4
CH – 9015 St.Gallen
Tel.: 0041 71 313-7055
Fax: 0041 71 313 7065

E-Mail: erdwaerme@foralith.ch
Internet: www.erdwaerme-ag.ch



FORALITH und HakaGerodur, die kompetenten Partner für Tiefbohrungen und Erdwärmesonden



FORALITH Erdwärme AG

Bionstrasse 4
CH-9015 St.Gallen
Tel. +41 (0)71 313 70 55
Fax +41 (0)71 313 70 65
erdwaerme@foralith.ch
www.foralith.ch



HakaGerodur AG

CH-8717 Benken
Tel. +41 (0)55 293 25 25
Fax +41 (0)55 293 25 26
sekretariat@hakagerodur.ch
www.hakagerodur.ch