

Neues Messsystem für Erdwärmesonden macht es möglich: Überprüfung der räumlichen Lage und der Qualität der Hinterfüllung

Qualitätssicherung Erdwärmesonden: Lage, Effizienz und Qualität der Hinterfüllung

Häufig werden in der Schweiz Erdwärmesonden (EWS) und Sondenfelder bis in Tiefen von 250 bis 350 m realisiert. Die hierfür benötigten Bohrungen werden fast ausschliesslich ungesteuert und meist nur in der Lockergesteinsstrecke verrohrt erstellt. Die dabei unvermeidliche Ablenkung hängt von der Verrohrungstiefe, der Geologie und dem Bohrvorschub ab.

Mark Eberhard, Oliver Sachs *

Bisher gab es auf dem Schweizer Markt kein System, mit welchem eine bereits realisierte EWS räumlich vermessen werden konnte. Um die Sicherheit und Qualität der oberflächennahen Geothermienutzung für die Zukunft zu verbessern, wurde durch die Eberhard & Partner AG, Aarau ein EWS-Diagnosesensor entwickelt. Der Prototyp wurde in Staufen im Breisgau (Deutschland) erfolgreich eingesetzt. Danach erfolgte die Weiterentwicklung bis zur Marktreife. Das jetzt zur Verfügung stehende System übermittelt während der Messung in einem Sondenstrang die Daten von einem speziellen Sensor in Echtzeit zum Feldlaptop. Dort werden die Daten aufgezeichnet, umgerechnet und auf dem Bildschirm grafisch dargestellt. Zu jedem Zeitpunkt ist somit die aktuelle Ablenkungsrichtung sowie die Temperatur im jeweiligen Tiefenintervall der EWS bekannt. Das komplette, voll automatisch arbeitende Gesamtsystem, bestehend aus Messsensor, Spezialkabel, elektrischer Kabelwinde und Software, kann fertig installierte Erdwärmesonden präzise vermessen (Abb.1). Bis heute wurden mit diesem System 26 EWS bis in eine Maximaltiefe von 485 m erfolgreich räumlich und thermisch untersucht.

Was kann das neue System?

Mit der weiteren Verdichtung des Schweizer EWS-Netzes wird es immer wichtiger zu wissen, wie die Sonden im

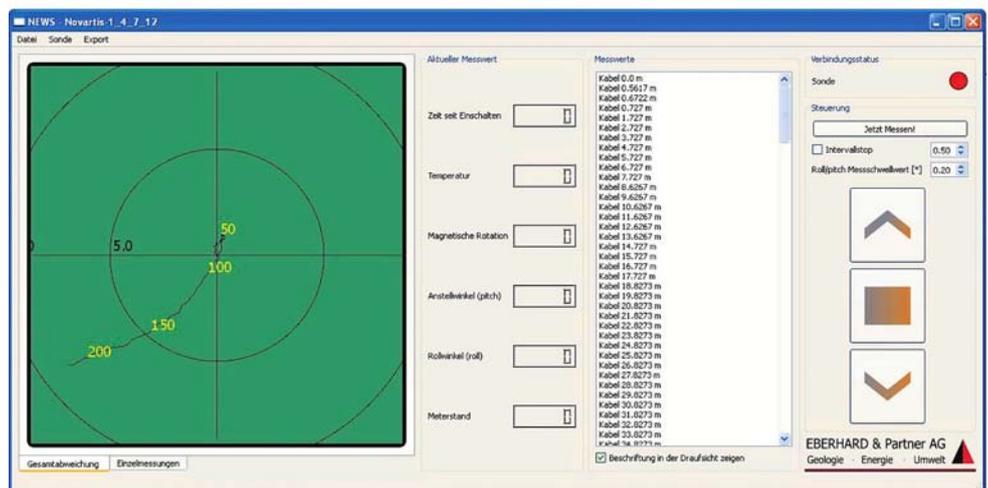


Abb. 1: Das neu entwickelte Messsystem für EWS. Oben: Der Sensor hängt an einem Spezialkabel, welches über ein Dreibein mit elektrischer Winde und Umlenkrolle in die Sonde eingeführt wird. Die Signale werden in eine Datenverarbeitungsbox übermittelt, welche ihrerseits die Messwerte an eine speziell entwickelte Software weitergibt. Unten: Bildschirmansicht während des Messvorgangs. Von jeder Einzelmessung sind sofort die Ergebnisse sichtbar. Gleichzeitig werden grafisch die wichtigsten Parameter dargestellt (z.B. Temperatur, Meterstand).

Untergrund tatsächlich verlaufen (z.B. Abstand zu schon bestehenden, benachbarten EWS-Geothermieanlagen, Entfernung zu einem bestehenden oder geplanten Bauwerk wie Stollen oder Tunnel). Wenn die Bohrung nicht vertikal verläuft, so können sich EWS über

fremde Nachbarparzellen erstrecken oder in der Tiefe zu nahe beieinander liegen und sich gegenseitig thermisch beeinflussen oder im Extremfall sogar berühren (Abb.2). Dadurch wird die Entzugsleistung der Sonden reduziert oder die Sonden sogar zerstört.

Abbildung 2 zeigt ein EWS-Feld (6x 146m) in Frick AG, bei welchem aufgrund unterschiedlich tief liegender Verkarstungshohlräume verschieden tief verbohrt wurde, vgl. Meterangaben neben dem jeweiligen Bohransatzpunkt. Die blauen Bohrspuren zeigen die von der Eberhard & Partner AG vermessenen, fertig installierten EWS. Ergänzend hierzu wurde das zweite Bohrloch vor dem Einbau der EWS mittels Bohrlochgeophysik vermessen (rote Linie). Die Auswertung der Daten belegt, dass beide Messverfahren nahezu identische Ergebnisse ergeben (rote und blaue Linien überlagern sich). Zudem hat sich gezeigt, dass sich zwei Sonden sehr nahe kommen: bis auf rund 2m. Zu diesem Sondenfeld wurde eine Animation auf der Website der Eberhard & Partner AG aufgeschaltet: www.eberhard-partner.ch > Aktuelles.

Das Vermessungssystem kann ferner zur Nachmessung und zum Vergleich schon bestehender Datensätze herangezogen werden. Von der Tiefbohrung in Oftringen bestand bislang eine räumliche Bohrlochvermessung zwischen 370m und 719m (Abb. 3, rote Linie). Die Tiefen-EWS wurde im oberen Bereich im Frühjahr 2012 mit dem neuen System vermessen (Abb. 1, oben). Dabei wurde ein vollständiges Messprofil bis in eine Tiefe von 485m erstellt (Abb. 3, dunkelblaue Linie).

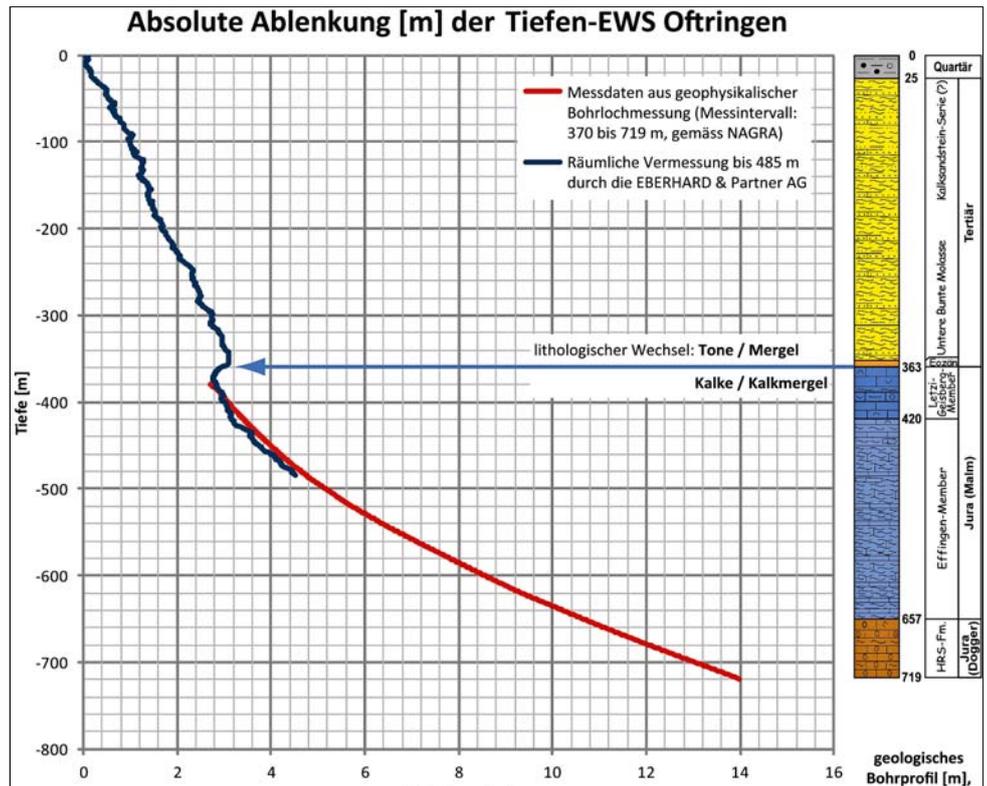


Abb. 3: Zusammengesetzte Bohrspur der bis in 719 m Tiefe reichenden Bohrung der Tiefen-EWS Oftringen. Durch die 2012 durchgeführte EWS-Vermessung der Eberhard & Partner AG wurden die bekannten Daten der Bohrung bis OK Terrain ergänzt (dunkelblaue Linie).

Es hat sich gezeigt, dass in der an sich kontinuierlich verlaufenden Bohrspur eine etwas stärker abgelenkte Zone im Tiefenintervall zwischen 360 und 380m besteht. Werden die Vermes-

sungsdaten der vorgefundenen Geologie gegenüber gestellt (Abb. 3, rechte Seite), so befindet sich die abgelenkte Zone genau im Übergansbereich zwischen weichen Tonen/Mergeln und härteren Kalksteinen/Kalkmergeln. Die neuen Messdaten liessen sich mühelos an die bereits bestehenden geophysikalischen Datensätze anschliessen (Abb. 3).

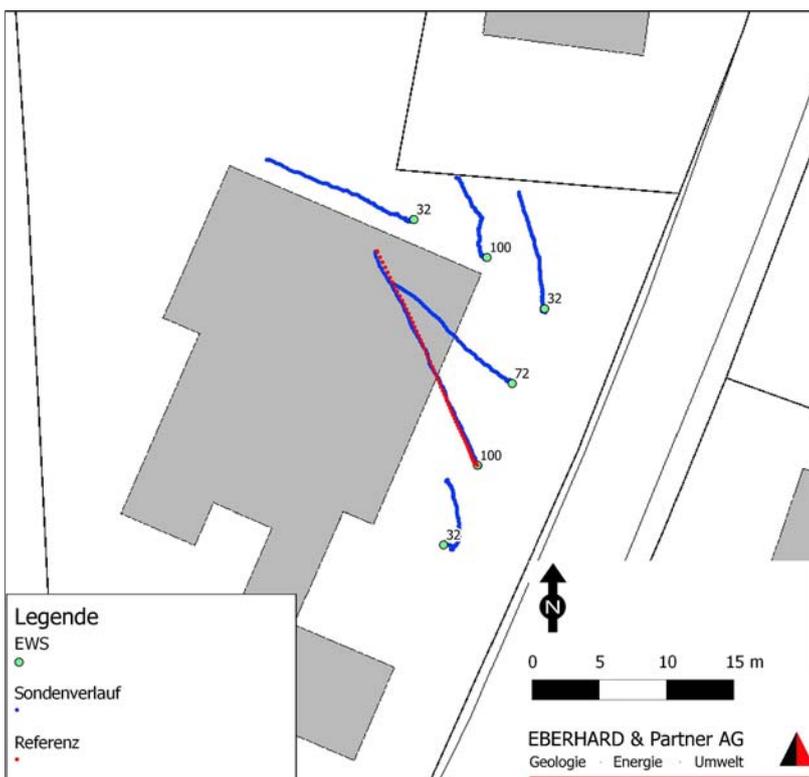


Abb. 2: Erwärmesonden-Feld in Frick, vgl. Beschreibung im Text und Animation unter www.eberhard-partner.ch > Aktuelles.

Qualitätsprüfung der EWS-Hinterfüllung

Neben der Ablenkung ist die Qualität der EWS-Hinterfüllung (meist ein Bentonit-Zement-Gemisch) von grosser Bedeutung für die thermische Leistungsfähigkeit der Sonde. Die Hinterfüllung übernimmt mehrere Aufgaben: einerseits stellt sie die Verbindung und damit die Wärmeübertragung zwischen Sondenrohr und Gestein her, andererseits verhindert sie eine mögliche vertikale Wasserzirkulation zwischen wasserführenden, porösen Gesteinsschichten oder Klüften. Häufig kann zur Qualität der EWS-Hinterfüllung nichts oder nur wenig ausgesagt werden. Der Zementanteil in der Hinterfüllung erreicht während seiner Abbindung nach rund 24 Stunden seine Maximaltemperatur. Anschliessend klingt die Temperaturkurve bis zur vollständigen Abbindung

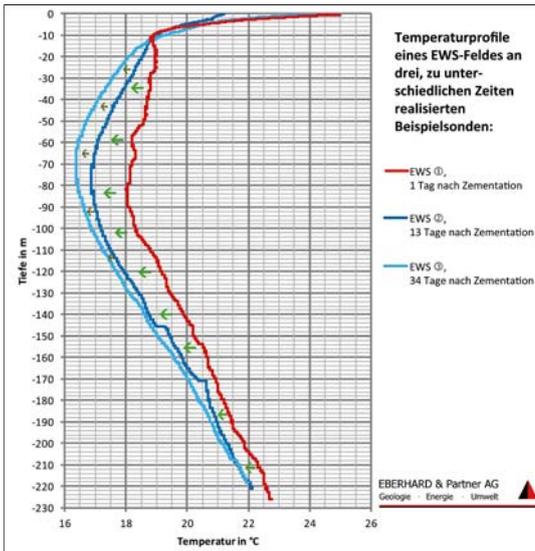


Abb. 4: Temperaturprofile von drei EWS eines grösseren EWS-Feldes. Die grünen Pfeile geben die erwartete Temperaturentwicklung im Laufe von vier Wochen wieder.

der Hinterfüllung im Laufe von vier Wochen sukzessive ab. Im Zuge der Realisierung mehrerer grosser EWS-Felder in Basel wurden nicht nur die Messwerte der räumlichen Vermessung, sondern auch die Temperaturdaten ausgewertet. **Abbildung 4** dokumentiert eine Zeit-

reihe von drei Sonden des gleichen EWS-Feldes. Der geologische Kontext ist bei allen drei EWS derselbe, d.h. die Temperaturentwicklung wird vom Abbindevorgang des beigemischten Zementes bestimmt. Aufgrund des, während des Betrachtungszeitraums kontinuierlich rückläufigen, Temperaturverlaufs (keine positiven oder negativen Temperaturanomalien) kann auf eine gleichmässige Hinterfüllung und somit eine effiziente Wärmeübertragung zwischen dem Erdreich und der Sonde geschlossen werden. Hierzu werden noch weitere Studien folgen.

Die Vorteile der neuen Messtechnik

Für eine möglichst effiziente Wärmeversorgung mittels Erdwärmesonden ist der, durch die neue Messtechnik mögliche, EWS-Qualitätsnachweis ein wesentlicher Fortschritt.

Die genaue Lagekenntnis der Sonden führt für zukünftige EWS-Projekte in städtischen Gebieten mit einer hohen Dichte an geothermischen EWS-Anlagen zu einer guten Planungs- und Projektierungssicherheit.

Bei der Realisierung der Sonden kann durch Zwischenmessungen Einfluss auf

die weiteren Bohrungen genommen werden, indem bei stark abdriftenden Sondenverläufen eine an die vorliegende Geologie angepasste Bohrtechnik eingesetzt wird (z.B. tiefere Verrohrung oder geringerer Bohrvorschub etc.). Bei neu realisierten EWS können Angaben zur Qualität der Hinterfüllung gemacht werden.

www.eberhard-partner.ch

*Autoren: Dr. Mark Eberhard (Dipl. Natw. ETH/CHGEOL^{Cert}) und Dr. Oliver Sachs (Dipl. Geol./CHGEOL^{Cert}/EuroGeol), beide bei Eberhard & Partner AG, CH-5000 Aarau, www.eberhard-partner.ch, www.info-geothermie.ch

Auf sicherem Boden wird heimische Energie gefördert und umweltbewusst gehandelt

Ingenieurgeologie • Geothermie • Altlasten

Baugrunduntersuchung
Baugrubensicherung
Bodendurchlässigkeiten
Erdwärmesonden
Grundwasser-Wärmepumpen
Tiefbohrungen

Hydrogeologie
Gebäudeschadstoffe
Forschung Geothermie
Beratung, Untersuchung
Kostenermittlung
Sanierung



Unser Forschungs-Erdwärmesondenfeld wärmt und kühlt das 1000 m² grosse Bürogebäude des Hauptsitzes der EBERHARD & Partner AG.

General-Guisan-Strasse 2
5000 Aarau
Tel. 062 834 40 60
www.eberhard-partner.ch

EBERHARD & Partner AG
 Geologie • Energie • Umwelt

