

Verlaufsmessungen von Erdwärmesonden

Oliver Genoni | Abteilung für Umwelt | 062 835 33 60

Eine 2010 in Baden durchgeführte Erdsondenbohrung brachte eine überraschende Erkenntnis: Der Endpunkt der Bohrung lag rund 100 Meter nördlich des Ansatzpunktes. Bei einer Bohrstrecke von 225 Metern bedeutet dies eine erreichte Bohrtiefe von lediglich 200 Metern und eine Abweichung von rund 50 Prozent. Basierend auf dieser Erfahrung verlangt das im März 2013 verabschiedete Bergregalgesetz mit einer Änderung des Umweltrechts, dass Bohrungen in ihrem dreidimensionalen Verlauf vermessen werden müssen. Daten von rund 200 Bohrungen zeigen, dass die mittlere Abweichung von 4 Prozent bzw. 9 Metern in der erwarteten Grössenordnung liegt, jedoch dürfte bei diesen Ablenkungen der Sondenfuss oftmals bis unter das Nachbargrundstück reichen.

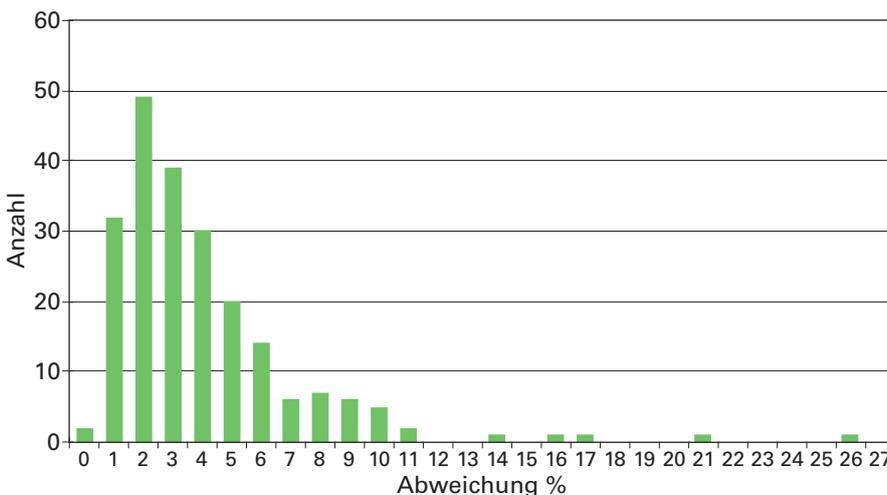
Übergangsphase wurden Messungen bei Bohrungen über 200 Meter Tiefe eingefordert. Dies abweichend vom eigentlichen Gesetzestext, der den Bohrverlauf bereits ab 100 Meter Tiefe verlangt. Dieser in der sogenannten Testphase gewonnene Datensatz sollte erste Erkenntnisse über die Bandbreite der Ablenkungen sowie deren geografische Verteilung liefern.

Abweichung aus der Vertikalen

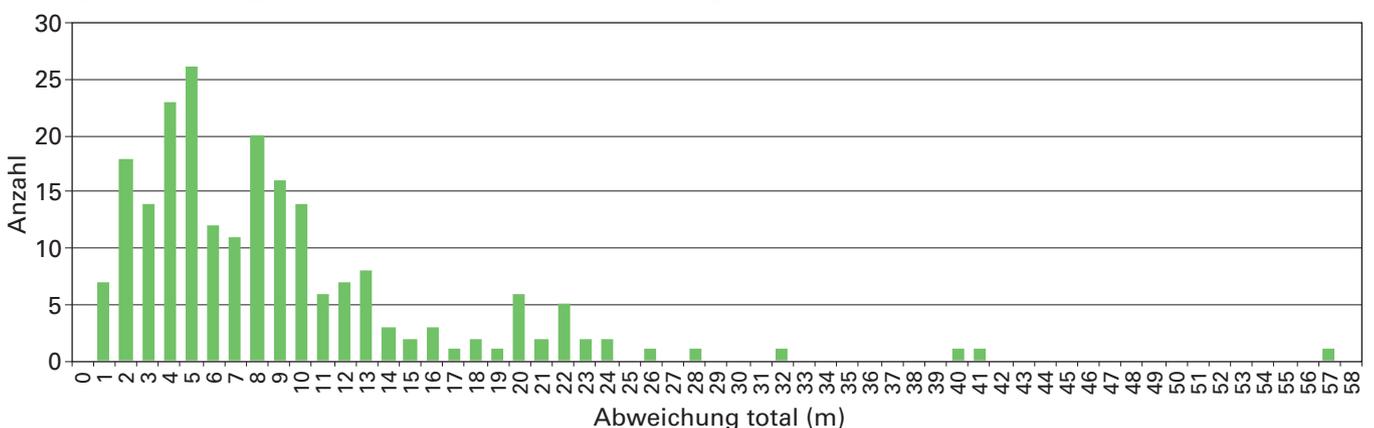
EWS-Bohrungen sind in der Regel vertikal auszuführen. Dies fordert auch die Norm SIA 384/6 «Erdwärmesonden». Abweichungen aus der Vertikalen sind jedoch aus bohrtechnischen, operationellen oder geologischen Begebenheiten nicht zu vermeiden. In der Testphase wurden 218 einzelne Bohrungen an 98 Standorten (bzw. Bauprojekten) vermessen. Die mittlere Abweichung beträgt 4 Prozent, ein Wert, der die bisherigen vereinzelt Erfahrungen bestätigt. Bei einer mittleren Bohrlochtiefe von 227 Metern bedeuten 4 Prozent dennoch eine absolute maximale Ablenkung von fast 9 Metern. Interessant ist auch die räumliche Verteilung der beobachteten Ablenkungen mit Bezug auf die Geologie. Die grössten Ablenkungen (> 10 Prozent) finden sich im Faltenjura bzw. am Jura-

Die gesetzliche Pflicht zur Erfassung des räumlichen Verlaufs von Erdwärmesonden (EWS) ist eine Neuerung. Der Kanton Aargau kennt als einziger Kanton diese Bestimmung. Während einer knapp zwei Jahre andauernden

Häufigkeitsverteilung der maximalen Abweichung in Prozent zur Bohrtiefe

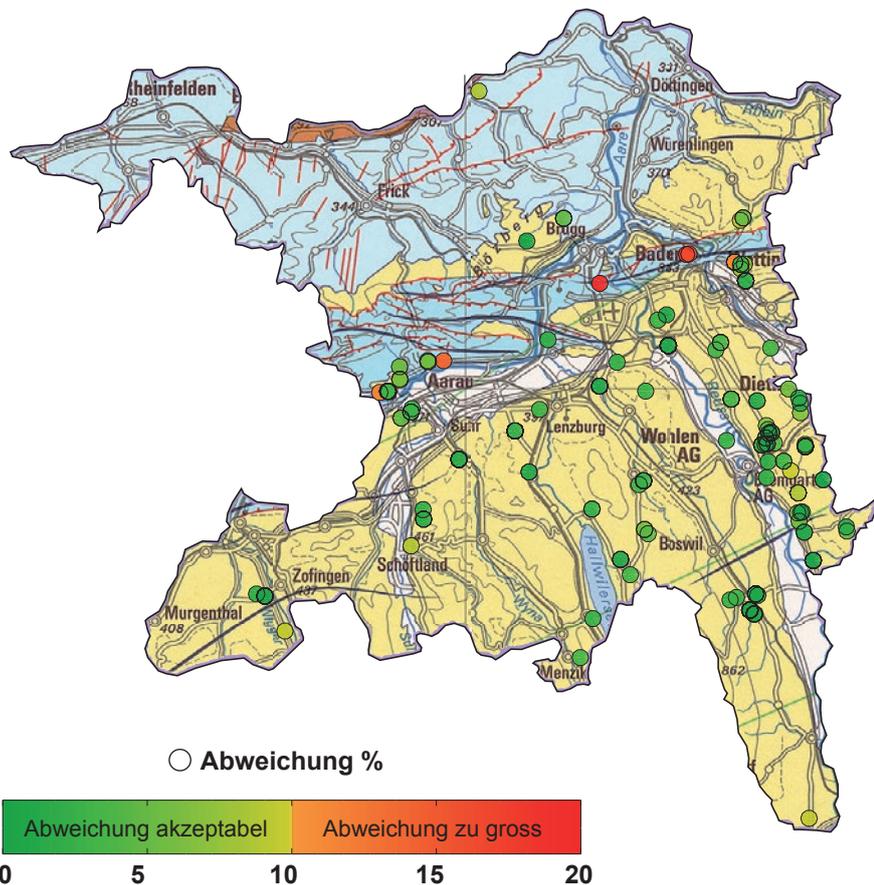


Häufigkeitsverteilung der maximalen absoluten Abweichung in Metern



Die mittlere Abweichung der 218 untersuchten Bohrungen beträgt rund 4 Prozent. Bei einer mittleren Bohrlochtiefe von 227 Metern ist dies eine Ablenkung von fast 9 Metern.

Energie Ressourcen



Darstellung der prozentualen Abweichungen im tektonischen Kontext: Die grossen Abweichungen (>10 Prozent) befinden sich ausnahmslos im Faltenjura/Jurasüdfuss. Dort sind die Gesteinsschichten oberflächennah verfaultet und steilgestellt, was zu grösseren Abweichungen führt. Die Farbgebung (grün für akzeptabel und orange-rot für zu grosse Abweichung) spiegelt die in §15 Abs.3 EG UWR gegebenen 10 Prozent wider: Bei einer seitlichen Abweichung von mehr als 10 Prozent der Bohrtiefe entscheidet die kantonale Fachstelle, ob die Bohrung genutzt werden kann oder verfüllt werden muss.

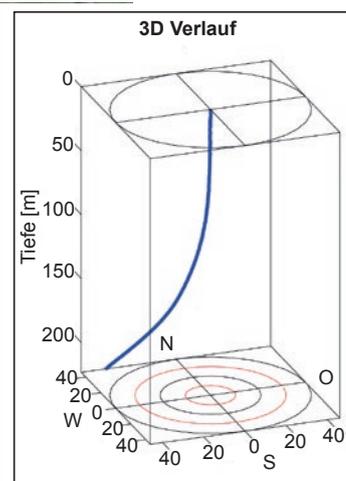
Grundlage: Tektonische Hintergrundkarte: ©swisstopo

Während der Testphase liegen keine Beobachtungen vor, in denen die Ablenkung zu einer Havarie geführt hat. Eine solche Havarie könnte beispielsweise das Anbohren einer bestehenden EWS sein oder das Erbohren einer grundwasserführenden Schicht, was mit einer vertikalen Bohrausführung hätte vermieden werden können.

Erfassung der Untergrundnutzungen
Zusammenfassend kann also gesagt werden:

- Der Grossteil der Abweichung liegt zwischen 0 und 6 Prozent der Bohrtiefe, grosse Abweichungen über 10 Prozent sind Ausnahmefälle.
- Ausnahmslos alle grossen Abweichungen über 10 Prozent liegen im Faltenjura bzw. im Jurasüdfuss und sind daher durch geologische Begebenheiten beeinflusst.
- Die Abweichungen sind in der Regel nicht kritisch, wenn es um Energieeffizienz oder Havarierisiken geht. Dennoch dürften bei der festgestellten mittleren Abweichung von 9 Metern etliche Bohrungen bis unter das Nachbargrundstück reichen. Für den Nachbarn ist dies – unabhängig allfälliger privatrechtlicher Ansprüche – von Interesse für die Planung eigener Bauvorhaben. Im Extremfall quert die Bohrung gleich mehrere Parzellen.

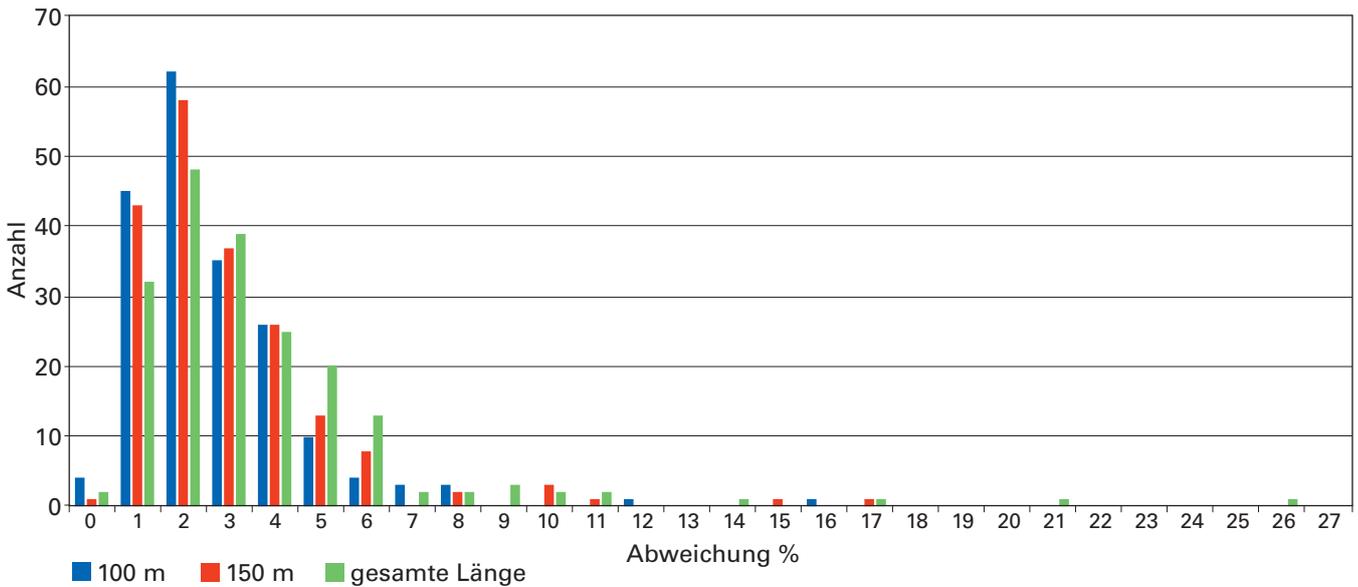
südfuss. Dies lässt sich mit dem an diesen Standorten zu durchbohrenden geologischen Schichtbau erklären. Dort herrschen die mesozoischen Gesteinsschichten – bedingt durch die letzte Phase der Alpenfaltung – verfaultet und steilgestellt oberflächennah oder an der Oberfläche vor. Bohrungen im südlich gelegenen Molassebecken zeigen keine extremen Abweichungen. Auffällig sind dort dennoch vereinzelte Ablenkungen in der Grössenordnung von 8 bis 9 Prozent in Regionen, in denen bereits mehrere Bohrungen mit kleinen Ablenkungen abgeteufelt wurden (beispielsweise Region Bremgarten). Es liegt die Vermutung nahe, dass dort nicht geologische, sondern bohrtechnische Begebenheiten zu diesen Ablenkungen geführt haben.



⊙ benachbarte Erdwärmesonden ohne Verlaufsmessung

Eine Bohrung von 240 Meter Tiefe mit einer Ablenkung aus der Vertikalen von rund 57 Metern querte gleich mehrere Nachbargrundstücke.

**Gegenüberstellung der maximalen Abweichungen in Prozent zur Bohrtiefe:
100 Meter, 150 Meter und gesamte Länge**



Die Balken sind bei 0), 1 und 2 Prozent Abweichung bei den verkürzten Bohrungen höher. Erst zwischen 3 und 4 Prozent gleichen sich die Werte den Abweichungen der vollen Sondenlänge an. Ab 5 und 6 Prozent sind die Abweichungen der vollen Länge grösser, ab 7 Prozent ist durch die kleine Anzahl Messwerte keine verlässliche Aussage mehr möglich. Die Vermutung liegt jedoch nahe, dass die prozentualen Abweichungen sich mit zunehmender Tiefe steigern. Dafür spricht auch die Tatsache, dass der 150-Meter-Wert jeweils zwischen dem 100-Meter-Wert und dem Wert der vollen Sondenlänge liegt.

Die Vermessung von Bauten ist nichts Aussergewöhnliches, sondern vielmehr die Regel. Ein hundert bis mehrere hundert Meter langes Leitungssystem wie eine Erdsonde kann ebenfalls als fix installierter (Untergrund-) Bau angesehen werden. Da die nachträgliche Vermessung nach Installation

und Eingraben der Sonde nur noch mit sehr grossem Aufwand durchgeführt werden kann, bietet es sich an, diese bereits während des Baus zu vermessen. Weiter ist anzunehmen, dass die Nutzung des Untergrundes für vielfältige Zwecke zunehmen wird. Die so entstehende Nutzungsdichte kann künftig zu vermehrten Konflikten führen. Es muss berücksichtigt werden, dass die Raumplanung den Untergrund derzeit noch nicht systematisch einbezieht. Aus diesem Grund ist der Kanton Aargau mit Einführung des Bergeregals 2013 auch verpflichtet, ein Verzeichnis von Bohrungen und deren Verlauf zu führen (§ 3 Abs. 3 GNB).

Die Suche nach der richtigen Tiefe

Das Gesetz schreibt momentan eine Bohrlochvermessung bei Bohrtiefen ab 100 Metern vor. Während der Testphase wurden nur Bohrungen ab 200 Meter Tiefe vermessen. Um sich ein Bild zu machen, wie sich die Ablenkungen bei flacheren Bohrungen verhalten hätten, wurden die bestehenden Bohrungen bei 100 Metern und versuchs-

weise bei 150 Metern «abgeschnitten». Damit wurde ein Datensatz von fiktiven 100-Meter- bzw. 150-Meter-Bohrungen erstellt. Ziel dieser Untersuchungen war die Prüfung, ob der momentan festgelegte Schwellenwert von 100 Metern durch eine neue Tiefe ersetzt werden kann, auf der die beobachteten Ablenkungen sprungweise steigen und so der Bohrverlauf erst an Interesse gewinnt. Da diese Vorgehensweise einen digitalen (Roh-)Datensatz voraussetzt, konnten nur 195 der 218 vermessenen Bohrungen bearbeitet werden.

Bei den 195 vermessenen Bohrungen mit durchschnittlich 225 Meter Sondenlänge bewegen sich die Ablenkungen auf den verschiedenen Bohrtiefen wie folgt:

- Mittlere Abweichung ganze Sondenlänge: 3,6 Prozent bzw. 8 Meter (die Abweichungen zum vorher dargelegten Wert von 4 Prozent ergeben sich aus der unterschiedlichen Anzahl Bohrungen und aufgrund des nicht mehr berücksichtigten Messsystems).

Bergregal 2013
Das Gesetz über die Nutzung des tiefen Untergrundes und die Gewinnung von Bodenschätzen (GNB) trat am 1. März 2013 in Kraft. Für allfällige Investoren, die den tiefen Untergrund nutzen wollen (beispielsweise für Geothermie) oder Bodenschätze suchen und gegebenenfalls abbauen wollen, sind damit die Rahmen- und Verfahrensbedingungen klar sowie die Verfahren transparent. Auch für die Beurteilung von Einwendungen und Beschwerden wird damit Rechtssicherheit geschaffen.

- Mittlere Abweichung 100-Meter-Bohrungen: 2,7 Prozent und 2,7 Meter
 - Mittlere Abweichung 150-Meter-Bohrungen: 3,0 Prozent bzw. 4,5 Meter
- Die prozentualen Abweichungen nehmen, wie erwartet, mit der Bohrtiefe also zu.

Eine Bohrtiefe, auf welcher die Abweichung sprunghaft steigt, ist aus den drei untersuchten Tiefen nicht möglich, sodass der bestehende Schwellenwert von 100 Metern seine Gültigkeit behält. Auffällig ist jedoch die Angleichung der prozentualen Abweichung der «gekürzten» Bohrungen mit der gesamten Sondenlänge bei rund 3 bis 4 Prozent. Dieser «Annäherungswert» gibt die prozentuale Ablenkung an, der statistisch gesehen auf allen untersuchten Tiefen gleich ist. Erstaunlicherweise findet sich die mittlere Ablenkung der gesamten Sondenlängen (3,6 Prozent), der unabhängig von den 100-Meter- und 150-Meter-Werten ist,

genau bei diesem «Annäherungspunkt». Möglicherweise wäre dieser Prozentwert eine tiefenunabhängige Richtgrösse für Ablenkungen von EWS-Bohrungen, welche zumindest repräsentativ für die hiesige Geologie ist. Trotzdem muss festgehalten werden, dass, wenn es eine Tiefe gibt, in welcher die Ablenkung sprunghaft steigt, diese lokal unterschiedlich und in einer gebietsübergreifenden Statistik dargestellt nicht ersichtlich sein wird.

Ende der Testphase

Die knapp zwei Jahre andauernde Testphase zur Erhebung von Erfahrungswerten hat gezeigt, dass sich die Ablenkungen im erwarteten Bereich von wenigen Prozenten bewegen. Grosse Ablenkungen von über 10 Prozent sind durch die Geologie bedingt, dort können jedoch auch Abweichungen von über 20 Prozent auftreten. Jedoch musste auch festgestellt werden, dass

seit Einführung der Testphase (sprich: die Einforderung der Daten ab 200 Metern statt 100 Metern Bohrtiefe) ein vermehrter Eingang von «199-Meter-Gesuchen» stattgefunden hat. Dimensionierungen von Heizanlagen um die gesetzlichen Bestimmungen herum sind einerseits nicht im Sinn des Umweltschutzes, da jede falsch ausgelegte Sonde ein grösseres Potenzial hat, zum Sanierungsfall zu werden. Andererseits sind solch dimensionierte Anlagen, abgesehen von der Einsparung durch die umgangenen Vermessungskosten, wohl auch nicht im Sinn der Bauherrschaft.

Aus bautechnischen und raumplanerischen Aspekten wird weiterhin an der Vermessungspflicht festgehalten, sodass künftig alle Bohrungen, nicht nur EWS, ab 100 Metern in ihrem dreidimensionalen Verlauf vermessen werden müssen.