



Freitag, 3. März 2023, 12.15 Uhr  
Baden Arena Kongress 2 - Oberflächennahe Geothermie

*Friday, 3 March 2023, 12.15 pm*  
*Baden Arena congress 2 - Shallow Geothermal Energy*

## **Wie kam es zu den Anforderungen eines Bohrdurchmessers von 150 mm im Zusammenhang mit einer Erdwärmesondenbohrung?**

*How did the requirements of a drilling diameter of 150 mm come about in connection with a borehole heat exchanger?*

### **Simone Walker-Hertkorn, tewag GmbH**

In den meisten Bundesländern, mit Ausnahme von Baden-Württemberg, wird die Forderung nach einem allseitigen Ringraum von „Sondenbündel + 60 mm“ gefordert. Die Frage die wir uns dabei aktuell stellen ist, gibt es überhaupt einen Zusammenhang zwischen der Ringraumabdichtung einer Erdwärmesondenbohrung und dem Bohrdurchmesser? Ist dies aus heutiger Sicht, und mit den heutigen Kenntnissen noch richtig? Wie kam es zu dieser Forderung, und steht diese Forderung nicht der Umsetzung von tieferen Erdwärmesondenbohrungen mit Tiefen größer 140 m und Einbau einer 40er Doppel-U-Sonde entgegen.

Da es im Zusammenhang mit Erdwärmesondenbohrungen im Zeitraum 2001 keine Richtlinie gab, die das Thema Bohrdurchmesser aufgegriffen hätte, befasste sich zuerst der „Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden“, des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg im Jahr 2001 damit. Hier findet sich im Kapitel 6 „Hinweise zur Bauausführung“ folgende Formulierung: „Um die sichere Abdichtung bautechnisch durchführen zu können, ist der Bohrdurchmesser ausreichend groß zu wählen und die Sonde zentrisch einzubringen.“ Nach Baden-Württemberg wurde dann im Jahr 2003 der „Leitfaden Erdwärmesonden in Bayern“ veröffentlicht, der in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz und mit dem Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie entstand. Hier wird in der Anlage 2 Standardleistungen zum ersten Mal folgendes formuliert:

*„Um die sichere Abdichtung bautechnisch durchführen zu können, ist der Bohrdurchmesser ausreichend groß zu wählen (Bohrdurchmesser  $\geq$  Sondendurchmesser + 60 mm) und die Sonde zentrisch einzubringen. Die Verwendung von geeigneten Zentriereinrichtungen wird empfohlen.“* Damit war zum ersten Mal der Enddurchmesser einer 32er Doppel-U-Erdwärmesonde mit 150 mm „geboren“. Diesen Ansatz übernahmen dann die staatlichen geologischen Dienste bei der Neufassung oder Überarbeitung diverser länderspezifischer Erdwärmesonden-Leitfäden. Somit war dann ein Endbohrdurchmesser mit 150 mm manifestiert.

Da es für Erdwärmesondenbohrungen in den Jahren 2000 – 2003 keine regelwerkstechnischen Vorgaben diesbezüglich gab, wurden im Rahmen der Einführung und Entwicklung der ersten Länderleitfäden das Thema Bohrdurchmesser aufgegriffen und diesbezüglich eine Ableitung aus den Brunnenbau-Regelwerken hergeführt.

Doch Erdwärmesondenbauwerke sind keine Brunnenbauwerke, dabei gibt es ganz andere Anforderungen und Systembedingungen zu erfüllen.



Im Fachbuch „Arbeitshilfen Geothermie – Grundlagen für Bohr- und Ausbauarbeiten zur Sicherstellung eines hohen Qualitätsstandards“ ist dem Thema Bohrdurchmesser ein eigenes Kapitel gewidmet. Dabei wird u.a. aufgeführt, dass:

*„Bohrungen für Erdwärmesonden müssen vor allem schnell hergestellt werden können. Trotzdem wird an sie eine Reihe von Anforderungen gestellt:*

- *Sie müssen sicher auf Teufe gebracht werden*
- *Der notwendige Bohrdurchmesser muss bis zum Ausbau erhalten bleiben*
- *Die notwendige Bohrlochgeometrie muss erreicht werden. Hierzu zählen:*
  - *Vertikalität*
  - *Gerader Verlauf*
  - *Kalibergerechtigkeit*

*Bevor die Entscheidung über das anzuwendende Bohrverfahren getroffen wird, muss über den notwendigen Bohrdurchmesser gesprochen werden. Aus Kostengründen, der schnelleren Bohrgeschwindigkeit, geringerer Einsatz von Verfüllmaterial und geringerer Aufwand der Bohrgutentsorgung ist das Ziel, den Bohrdurchmesser so gering wie möglich zu halten. Er muss auf jeden Fall sicherstellen, dass:*

- *die Sonde sicher auf Tiefe gebracht werden kann*
- *die einzelnen PE-Rohre nicht beschädigt werden*
- *die Verfüllung des Hohlraumes lückenlos erfolgen kann*
- *eine mögl. optimale thermische Anbindung an den Untergrund erfolgen kann.*

*So ergeben sich in Abhängigkeit von der Rohrdimension der Erdwärmesonde, der Bohrtiefe, dem angewendeten Bohrverfahren und dem zu durchteufenden Untergrund.*

*So sind bei Bohrungen in den steinigten Böden oder Geschiebemergel im Norden, bei recht homogener geologischer Abfolge größere Bohrdurchmesser zu empfehlen. Dagegen in Südwestdeutschland, speziell in Baden-Württemberg, werden stockwerksübergreifend vorwiegend im Festgestein, trotz hoher Anforderungen an die Qualitätssicherung, kleinere Bohrdurchmesser bevorzugt. Die Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden (LQS EWS Baden-Württemberg 12/2019) stellen seit 2011, die mit Abstand umfassendste Qualitätsanforderungen aus genehmigungsrechtlicher Sicht, beim Bau und Betrieb einer Erdwärmesondenanlage dar.*

*In allen Fällen gilt: Hauptsache die Sonde geht beschädigungsfrei auf Tiefe. Sorgen um eine unzureichende Abdichtung der Erdwärmesonden sind unbegründet. Bei den heute eingesetzten hochwertigen Abdichtungsmaterialien und Verfülltechniken werden bei ordnungsgemäßer Verarbeitung auch kleinste Zwickel zwischen den Sondenrohren abgedichtet. Hier ist eher festzustellen, je schlanker die Bohrung umso homogener ist die Verfüllsäule.*

Vergleich zum Brunnensystem:

Dies verhält sich bei einer Brunnenbohrung anders. Im Brunnenbaubereich werden seit je her Empfehlungen zum Bohrdurchmesser formuliert, die u.a. vorgeben, dass „**ein allseitiger Ringraumspalt** von jeweils 80 mm sollte in der Regel nicht unterschritten werden“. Es wird auch ausgeführt, dass „weiterhin ist auf ein geeignetes Verhältnis zwischen Bohrdurchmesser und Ausbaudurchmesser zu achten“. Allerdings sind aus heutiger Sicht an ein Brunnenbauwerk andere Anforderungen zu stellen, als im Vergleich zu einem Erdwärmesonden-Bauwerk. (DVGW-Regelwerk 123 Bau und Ausbau von Vertikalfilterbrunnen (09/2001), Seite 9 Kapitel 5.2.2



Bohrdurchmesser; hier wird ein 1,5 bis 2-facher Bohrdurchmesser im Vergleich zum Filterrohrdurchmesser empfohlen; DVGW Arbeitsblatt W 115 Bohrungen zur Erkundung, Gewinnung und Beobachtung von Grundwasser (03/2001))

Ein allseitiger Ringraum für die Abdichtung ist bei einem Brunnenbauwerk schlüssig, da bei einem Brunnenbauwerk die Abdichtung bzw. Verfüllung des Ringraumes von oben mit Kies oder Tonpellets geschüttet wird und nicht wie bei einer Erdwärmesondenbohrung, ein pumpbarer Baustoff von unten nach oben eingebracht wird.

Auch der Brunnenausbau ist nicht mit dem einer Erdwärmesondenanlage vergleichbar. Ein Brunnenbauwerk wird meist nicht so tief errichtet, ist mehr oder weniger lotrecht, da vertikale Steigleitungen eingebaut werden. Auch werden in den Steig- und Injektionsleitungen Zentrierungen eingebunden, damit eine Unterwassermotorpumpe senkrecht im Bohrloch positioniert werden kann und auch der Filterausbau zentrisch im Bohrloch eingebunden ist.

Bei einem Erdwärmesonden-Bauwerk wird ein Rohrbündel in die Tiefe gelassen, das als Endlos-Rohr extrudiert wird und im Zuge des Herstellprozesses auf einer Rolle aufgewickelt wird. Das bedeutet beim Abwickeln der Sondenrohre ins Bohrloch werden die Rohre spiralförmig ins Bohrloch eingebaut, somit liegen die Rohrstränge chaotisch und nicht vertikal ausgerichtet im Bohrloch (Siehe Untersuchungsberichte EWSplus, Vorträge Matthieu Rieger/ Riegger, M. (2013): Das Forschungsprojekt EWSplus – Untersuchungen zur Qualitätssicherung von Erdwärmesonden, Vortrag und Bericht im Rahmen des Otti-Kolleg 2013).

Auch die Erdwärmesondenbohrung ist nicht gerichtet/ lotrecht und weicht i.d.R. aus der vertikalen ab. Weiterhin sind die Anforderungen an die Systemdichtigkeit bei der Abdichtung einer Erdwärmesonde als Bauwerk höher. Es werden in den meisten Fällen größere Tiefen erreicht, wodurch der Bohrdurchmesser bei einer Erdwärmesondenbohrung in Abhängigkeit des eingebauten Sondenbündels (einschließlich Verfüllrohr) und den vorzufindenden geologischen, hydrogeologischen Verhältnissen letztlich für den sicheren Sondereinbau bis Endteufe von Bedeutung ist.

In Baden-Württemberg wurde weder im ersten Leitfaden Erdwärmesonde im Jahr 2001 noch mit der Einführung der Leitlinien Qualitätssicherung LQS am 07. Oktober 2011 eine Anforderung an den Mindestbohrdurchmesser gestellt. Und dies obwohl der Abdichtungsthematik aufgrund von Schadensfällen in Baden-Württemberg ein enorm hoher Stellenwert beigemessen wird. Auch die Erkenntnisse der letzten Jahre aus der automatischen Füllstandskontrollmessung, die Eingang in den Bohrungsablauf genommen hat, lassen keine Abhängigkeiten zwischen Bohrdurchmesser und Ringraumabdichtung einer Erdwärmesonde erkennen.

Zusammenfassend sind daher Bedenken bezüglich einer unzureichenden Abdichtung der Erdwärmesondenbohrung bei „kleinen Bohrdurchmessern“ unbegründet. Anders formuliert, der Bohrdurchmesser hat keinen Einfluss auf die Qualität der Ringraumabdichtung einer Erdwärmesondenbohrung. Und da das Bohrloch mehrfach befahren wird, und der Bohrstrang rotiert, ist das Bohrloch ohnehin größer als der Meißeldurchmesser.

Um Erdwärmesondenbohrungen tiefer als 150 m in Deutschland marktfähig zu machen, müsste der Zusammenhang mit der dann eingesetzten 40er Doppel-U-Sonde (Sondendurchmesser etwa 110mm) und einem allseitigen Ringspalt mit 60 mm aufgehoben werden, damit auch tiefere Erdwärmesondenbohrungen mit einer auf Endteufe 150 mm großen Bohrung mit den in Deutschland üblichen Bohrequipment errichtet werden kann.



Daher unser Fazit: Die Abstimmung des Bohrverfahrens und Bohrwerkzeuges auf den Untergrund, liegt in der Verantwortung der ausführenden Bohrunternehmen. Bei den heute eingesetzten hochwertigen Abdichtungsmaterialien und Verfülltechniken werden bei ordnungsgemäßer Verarbeitung auch kleinste Zwickel zwischen den Sondenrohren abgedichtet. Es wurde durch Forschungsvorhaben festgestellt, je schlanker die Bohrung, und wenn keine Einbauten wie Zentrierungen oder Abstandshalter eingebaut sind, umso homogener ist die Verfüllsäule.

#### Quellen:

Arbeitshilfen für den Brunnenbauer - Brunnenausbau- und Brunnenbetriebstechniken, Tholen, M (06/2012). 2te überarbeitete Auflage, wvgw Verlag, Kompetenz Energie & Wasser, Bonn

Arbeitshilfen Geothermie – Grundlagen für Bohr- und Ausbauarbeiten zur Sicherstellung eines hohen Qualitätsstandards“, Tholen, M.; Tougiannidis, N. & Walker-Hertkorn, S. (2022) 2te überarbeitete Auflage, wvgw Verlag, Kompetenz Energie & Wasser, Bonn

DVGW Arbeitsblatt W 115 Bohrungen zur Erkundung, Gewinnung und Beobachtung von Grundwasser (03/2001)

DVGW Arbeitsblatt W 121 Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen (07/2003)

DVGW Arbeitsblatt W 123 Bau und Ausbau von Vertikalfilterbrunnen (09/2001)

Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden (07/2001): Herausgeber: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg.

Leitfaden Erdwärmesonden in Bayern, 3te überarbeitete Auflage 11/2003; Herausgegeben vom Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V. in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz und dem Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie

Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden (LQS EWS Baden-Württemberg), Einführung am 07. Oktober 2011, überarbeitet im Jahr 2015, 2018 und 2019. Herausgegeben vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Riegger, M. (2013): EWSplus - Untersuchungen zur Qualitätssicherung von Erdwärmesonden (Weiterentwicklung der Erdwärmesonden-Technik), Abschlussbericht des Forschungsvorhabens EWSplus, Solites, Stuttgart

Riegger, M., Rolker, J., Steger, H., Stober, I., Haist, M., Eckhardt, J.-D., Schlager, P., Zemann, M., Zorn, R., Huttenloch, P. (2016): EWS-tech: Weiterentwicklung der Erdwärmesonden-Technologie, Abschlussbericht des Forschungsvorhabens EWS-tech, Förderkennzeichen L75 13004 bis L75 13007, Solites, Stuttgart

Riegger, M., et. al. (2020): EWS-tech II: Entwicklung überprüfbarer Kriterien für Erdwärmesonden-Verfüllungen unter realitätsnahen Randbedingungen, Abschlußbericht des Forschungsvorhabens EWS-tech II, Förderkennzeichen L75 16008 bis L75 16011, Solites, Stuttgart