

Erdwärmesonden

Michael Menzl / Alfons Ebnöther*

Heizen und Kühlen von Gebäuden mit Erdwärmesondenrohrsystemen

Die Natur stellt die geothermische Energie bedarfsgerecht zur Verfügung. Dank technischen Entwicklungen werden zunehmend zukunftsweisende und wirtschaftliche Lösungen realisiert. Damit steht der breiten Anwendung und Nutzung im privaten, öffentlichen und industriellen Bereich nichts mehr im Wege. Im Segment der neu erstellten Einfamilienhäuser erreicht der Anteil der umweltfreundlichen Wärmepumpen bereits einen Anteil von 60 % (gemäss FWS), wovon zirka die Hälfte die oberflächennahe Geothermie nutzt.

Wärme und Kälte aus der Tiefe

Es gibt unzählige Möglichkeiten, die Erdwärme zu nutzen. Die meisten Systeme benutzen zur Erhöhung des Temperaturniveaus eine Wärmepumpe. In diesem Beitrag wird auf die gängigen Sole/Wasser-Systeme eingegangen, bei welchen Rohre aus Polyethylen (PE) und entsprechende Verbindungskomponenten zum Einsatz kommen. Grundsätzlich können dabei horizontale und vertikale Systeme unterschieden werden. Durch das verwendete Material und die entsprechende Qualitätssicherung soll eine Lebensdauer von über 100 Jahren erreicht werden.

Die Systeme mit vertikalen Erdwärmesonden und die horizontalen Erdreichkollektoren haben eine breite Anwendung gefunden. In der Schweiz werden aus Platzgründen vorwiegend die vertikalen Erdwärmesonden eingesetzt.

Diese geschlossenen Systeme, die im Primärkreis mit einem Gemisch aus Wasser/Glykol betrieben werden, erreichen mit der entsprechenden Wärmepumpe einen COP (Coefficient of Performance) von zirka 4.5, was bedeutet, dass aus 100 % elektrischem Strom 450 % Wärme erzeugt werden kann.

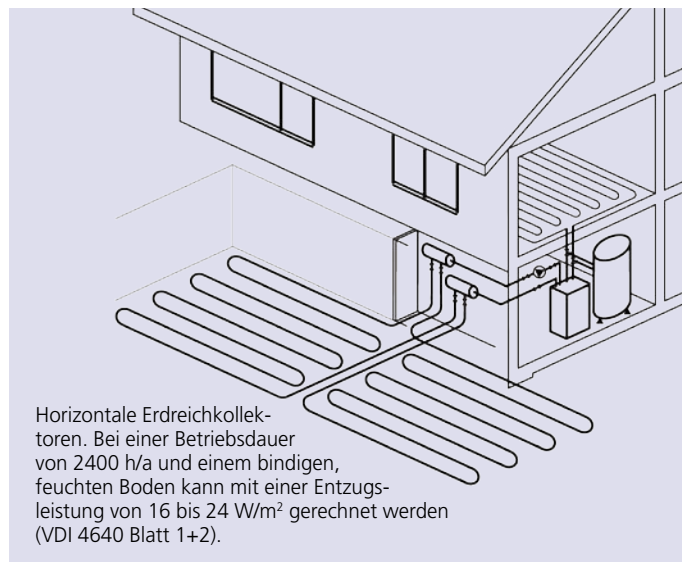
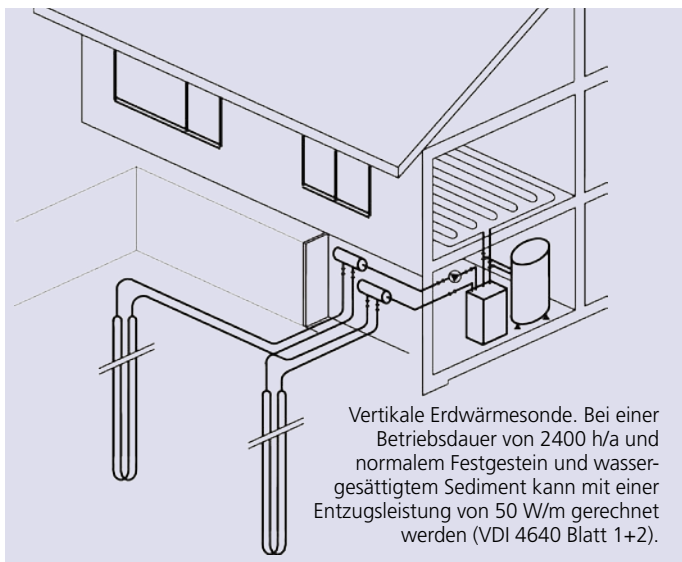
Anwendung / Nutzung

● **Heizen:** Am häufigsten wird die Erdwärmesonde in der Schweiz für den reinen Heizzweck eingesetzt. Dies ist nicht weiter verwunderlich, da die grosse Menge an EWS ihren Einsatz in Ein- und Zweifamilienhäusern finden. Dabei werden Sondenlängen von 70 m bis 350 m eingesetzt. Je nach Länge kommt ein anderer Rohrquerschnitt zum Einsatz, um den Druckverlust im System niedrig zu halten.

● **Warmwassererzeugung:** Die modernen Systeme können neben dem Heizen auch für Warmwassererzeugung verwendet werden. Dadurch können der Energieverbrauch zusätzlich reduziert und zusätzliche Kosten gespart werden, besonders wenn man den Boiler mit dem Niedertarif aufheizt.

● **Kühlen:** Erdwärmesonden, die lediglich zum Kühlen verwendet werden, sind heute noch relativ selten. Das Potenzial ist jedoch nicht zu unterschätzen: Neben der Kühlung von Gebäuden kann das System auch zur Prozesskühlung eingesetzt werden. Versuchsanlagen für die Nutzung von «Erdkühle» zur Abführung der Prozesswärme wurden schon in den Neunzigerjahren gebaut und über mehrere Jahre ausgemessen. Erste produktive Anlagen zur Prozesskühlung wurden in Deutschland im Jahr 2002 erstellt. Die Geologie spielt bei dieser Anwendung eine wichtige Rolle. Fließendes Wasser führende Schichten bringen eine bessere Leistung, da die Wärme von der EWS abtransportiert wird. In solchen Anlagen werden grundsätzlich kurze Erdwärmesonden – also bis etwa 100 Meter – eingesetzt.

● **Heizen/Kühlen:** Die Doppelnutzung von Erdwärmesonden zum Heizen und Kühlen – also zum Klimatisieren – erfreut sich immer grösserer Beliebtheit. Gerade bei Bürogebäuden wird die Heizlast durch den Einsatz von Computer, Drucker, Kopierer, Beleuchtung usw. immer kleiner. Die Kühllast – die zusätzlich durch Glasfassaden erhöht wird – ist jedoch nicht zu unterschätzen. Durch die Doppelnutzung der Erdwärmesonde können hier kostengünstige Lösungen realisiert werden. Der Heizbetrieb wird über eine Wärmepumpe abgewickelt, und für das Kühlen wird in erster Linie das «free cooling»-Verfahren angewendet. Erst wenn dies nicht mehr ausreicht, wird eine reversible Wärmepumpe eingesetzt. Dadurch kann der Verbrauch an Primärenergie so niedrig wie möglich gehalten werden. Bereits profitieren viele Objekte von einer Klimatisierung über Erdwärme. Stellvertretend werden zwei Objekte vorgestellt.



Erdwärmesonde Büro- und Verwaltungsgebäude in St. Gallen

Büro- und Verwaltungsgebäude an der Vadianstrasse, St. Gallen. Ausführung: Foralith /KWT. Erdwärmesonden: 20 Stück à 152 Meter; Wärmeleistung: 234 kW; Kälteleistung: 188 kW. Die Erdwärmesonden befinden sich unter der Bodenplatte und werden mit isolierten Verlängerungsrohren an die Verteiler/Sammler angeschlossen.

Energiepfähle am Beispiel des unique Airport Zurich

Das Dock E Midfield, ein 500 m langer Neubau für die Ausbautetappe des Flughafens Zürich, musste aufgrund des schlechten Baugrunds auf über 350 Pfählen fundiert werden, welche in die Grundmoräne in rund 30 Metern Tiefe reichen. Zur Energiegewinnung wurde vorgesehen, die Fundationspfähle als Energiepfähle zu nutzen.

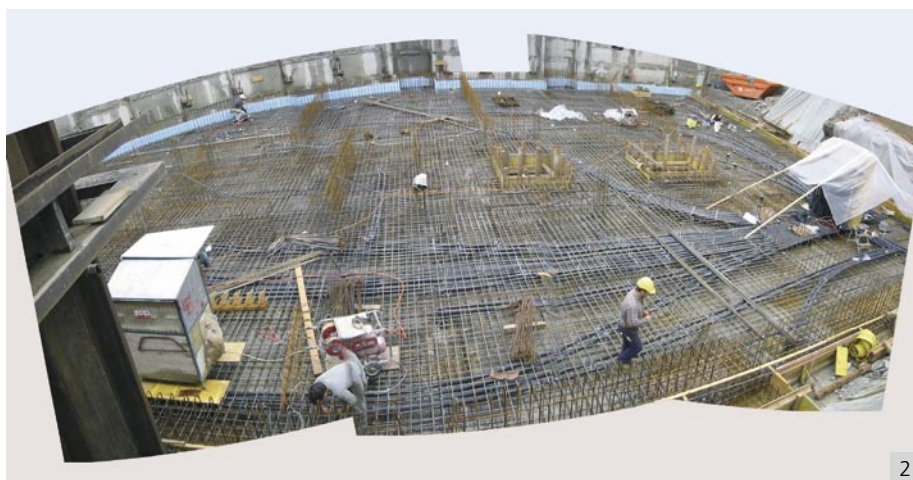
Die Pfähle wurden mit je 10 am Umfang der Armierungskörbe befestigten PE-Rohren ausgerüstet. Mit den 314 Energiepfählen kann die interne Abwärme im Sommer im Untergrund gespeichert und im Winter zu Heizzwecken genutzt werden. Dadurch werden jährlich etwa 1100 MWh Wärmeenergie aus dem Boden gewonnen und mit einer Wärmepumpe genutzt. Jeder einzelne Pfahl ist mit je 10 auf seinem Mantel verteilten PE-Rohren ausgerüstet. Die wirksame Pfahllänge beträgt im Mittel 28 m. Insgesamt gelingt es mit den vorgesehenen Massnahmen, 65 % des Wärmebedarfs und 70 % des Kältebedarfs mit regenerativer Energie zu decken.

Abgestimmtes System

Der Wärme- und Kältebedarf eines Gebäudes oder eines industriellen Prozesses ist die Basis für die Dimensionierung des gesamten Systems zur Nutzung der Erdwärme. Danach erfolgt die Selektion der Wärmepumpen und Kältemaschinen und die Auslegung der geothermischen Anlage. Die geothermische Anlage muss als abgestimmtes System (Primärkreis) so ausgelegt werden, damit eine optimale Nutzung möglich ist. Insbesondere ist darauf zu achten, dass die Gewinnung der geothermischen Wärme- respektive Kälteleistung und der Transport bis zur Wärmepumpe optimal abgestimmt werden muss. Für die Gewinnung ist die Wärmeleitfähigkeit und die Reaktionszeit des gesamten Systems zu beachten. Für den Transport der Energie ist die Flüssigkeitsmenge und -zusammensetzung zu beachten. Nicht zu vernachlässigen ist auch der hydraulische Druckabfall im System, der den Gesamtwirkungsgrad entscheidend beeinflussen kann. Die Erfahrung hat gezeigt, dass eine *grosszügigere Auslegung einen höheren Gesamtwirkungsgrad* ergibt. Es empfiehlt sich, insbesondere bei grösseren Anlagen, Spezialisten zu fragen. Zu empfehlen ist auch www.geothermal-energy.ch



1



2



3

1 und 2 Das Büro- und Verwaltungsgebäude mit Tiefgarage in St.Gallen entspricht dem Minergie-Standard. Die Erdwärmesonden befinden sich unter der Bodenplatte. (Bild: Haka.Gerodur AG)

3 Dock E unique Airport Zürich. Der 500 m lange Bau musste aufgrund des schlechten Baugrunds auf über 350 Pfählen fundiert werden. (Bild: unique)

4 Die Pfähle wurden mit je 10 am Umfang der Armierungskörbe befestigten PE-Rohren ausgerüstet. (Bild: Haka.Gerodur AG)



4

Qualität

Die Verwendung von geeigneten Komponenten ergibt eine hohe Zuverlässigkeit und Lebensdauer der Anlage. Die Zuverlässigkeit/Qualität wird durch das schwächste Glied in der Kette bestimmt, und deshalb gilt besondere Aufmerksamkeit den Systemteilen, die nach der Bauphase nicht mehr zugänglich sind (zum Beispiel Erdwärmesonden, Erdreichkollektoren und Energiepfähle).

Ausserdem ist zu beachten, dass Metallteile im System durch die elektrochemische Korrosion in relativ kurzer Zeit schadhaft werden und ersetzt werden müssen. Vollkunststoffsysteme aus Polyethylen (PE) haben sich bewährt, vor allem dank der grosszügigen Auslegung von 100 Jahren Betriebszeit.

Industriell vorgefertigte und konfektionierte Systeme ergeben einen hohen Qualitätsstandard und bieten gegenüber Baustellenschweissung zusätzlich den Vorteil schneller Montage.

Die professionelle Inbetriebsetzung mit Schlussprüfung und Zertifizierung bietet Gewähr für eine gute Qualität des gesamten Systems.



Beispiel für GEROtherm®-Verteiler und Sammler für die Erdwärmesonden.
(Bild: KWT AG)
GEROtherm®-Erdwärmesonden Ø 32 mm und Ø 40 mm.
(Bild: Haka.Gerodur AG)

Wirtschaftliche Aspekte

Die stetige Zunahme der Nutzung der Geothermie zeigt, dass es technisch ausgereifte Lösungen gibt, die auch wirtschaftlich interessant geworden sind. Anlagen, die die Energie aus der Luft beziehen, benötigen durchschnittlich 25 % mehr Energie (Quelle: Feldstudie FWS). Weitere Angaben: www.fws.ch. Für grosse Anlagen wird auch Grundwasser/ Seewasser verwendet, wobei bei diesen offenen Systemen die Wartung (unter anderem Verschmutzung) zu beachten ist. *Erdwärmesonden und Erdreichkollektoren in Kombination mit Sole/Wasser-Wärmepumpen bieten sich als wirtschaftliche Lösung für die Heizung und Warmwasseraufbereitung an, wobei zusätzlich und praktisch ohne Zusatzkosten im Sommer das energetisch ausgesprochen interessante «Freecooling» möglich ist.* ●

* Michael Menzl, Betr.-oek. FH, Haka.Gerodur AG, m.menzl@hakagerodur.ch; Alfons Ebnöther, Ing. HTL/Wirtschaftsingenieur STV, Haka.Gerodur AG, a.ebnoether@hakagerodur.ch

Weitere Informationen:
Haka.Gerodur AG, Giessenstrasse 3
8717 Benken, Tel. 055 293 25 25
Fax 055 293 25 26, www.hakagerodur.ch