

Ganzheitliche Ansätze des modernen Regenwassermanagements

Karl-Heinz Kramer, Wavin GmbH, Twist

Wärme aus Wasser und Erde

Erdwärme ist gespeicherte und erneuerbare „Energie von der Sonne“ mit einem unerschöpflichen Energiepotenzial. Sie ist ideal nutzbar für die Raumheizung und Warmwasserbereitung.

Angesichts drastisch steigender Energiepreise und begrenzter Ressourcen von fossilen Energien ist die Nutzung von Erdwärme besonders interessant und zukunftsweisend.

Wavin hat ein Wasser-Wärme-System entwickelt, das Erdwärmennutzung mit Regenwasser-Bewirtschaftung kombiniert und dadurch die Nutzung der Erdwärme optimiert: Die AquaGeoThermie. Dieses innovative System funktioniert mittels eines Erdkollektors und einer Wärmepumpe.

Zum besseren Verständnis seien nachfolgend einige grundsätzliche Zusammenhänge im wärmespeichernden Medium, dem Erdreich, beschrieben.

Das Erdreich stellt im Prinzip einen Wärmespeicher dar, der im wiederkehrenden Jahreszyklus entweder Wärme aufnimmt oder Wärme verliert. Durch die Speicherwirkung des Erdreichs entsteht eine Art Phasenverschiebung zwischen Außentemperatur und Temperatur im Erdreich. Die Menge der gespeicherten Wärmeenergie ergibt sich zum größten Teil aus der eingestrahnten Sonnenenergie und zum kleinen Teil auch aus Niederschlägen. Der Einfluss von Außentemperatur und Sonnenstrahlung macht sich bis zu einer Tiefe von ca. 1,50 – 1,80 m in Form von gespeicherter Energie bemerkbar. Man verwendet hierfür den Begriff der oberflächennahen Geothermie.

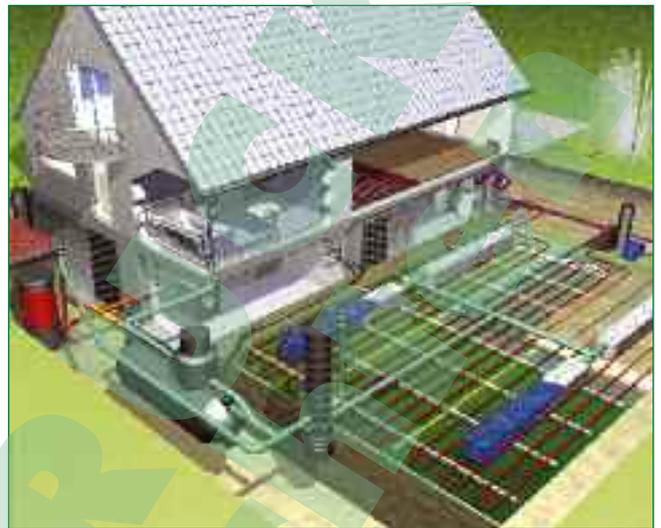


Bild 1: Übersichtsgrafik AquaGeoKollektor

Die Bodentemperatur resultiert aus dem Zusammenspiel von Wärmezufuhr und Wärmeverlust:

Die Wärmezufuhr vollzieht sich in Abhängigkeit von geographischer Lage, Witterung, Jahres- und Tageszeit, Bodenart, Bodenfarbe, Bodenbedeckung.

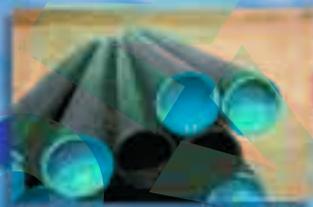
Die Wärmeverluste resultieren aus Wärmeabstrahlung von der Bodenoberfläche. Schwankungen ergeben sich im Tages- und Jahresverlauf sowie in Abhängigkeit vom Wasserzustand des Bodens und der Bodenbedeckung.

Als maßgebende physikalische Größen sind die Wärmekapazität und die Wärmeleitfähigkeit zu nennen. Die Wärme-

pumpenboese – Ihr Komplettanbieter



ROHRTECHNIK



DEPONIETECHNIK



BRUNNENTECHNIK



BOHRTECHNIK



GEOthermie



PUMPENTECHNIK



Unternehmensgruppe GWE
German Water and Energy GmbH

Moorbeerenweg 1 · 31228 Peine
Tel. 05171 294-0
www.gwe-gruppe.de

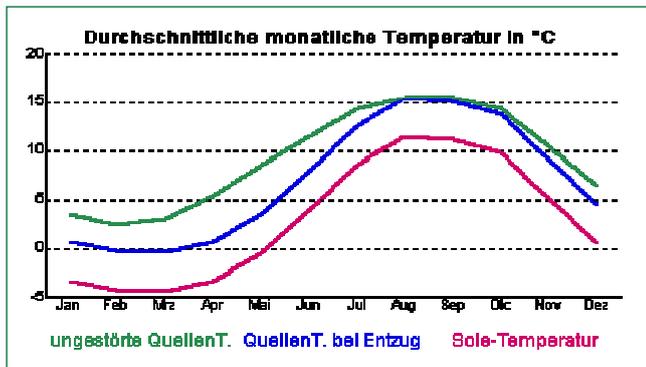


Bild 2: Bodentemperatur im Jahreszyklus mit und ohne Wärmeentzug

kapazität gilt als Produkt aus spezifischer Wärme und Rauminhalt des Bodens (kJ/kg·K).

Die Wärmekapazität ist stark abhängig vom Wassergehalt, da die Wärmekapazität von Wasser höher als die von Luft ist. Eine wichtige Rolle spielt außerdem die Bodenart und Zusammensetzung, d.h. das Vorhandensein und der Gehalt an mineralischen und organischen Substanzen.

Die Wärmeleitfähigkeit ist eine Materialeigenschaft die beschreibt, welche Wärmemenge pro Entfernung, Zeit und Temperaturunterschied transportiert wird (W/m·K). Sie ist abhängig von den einzelnen Stoffkomponenten und ihren Bestandteilen. Da Luft ein schlechter Wärmeleiter ist, erfolgt die Wärmeleitfähigkeit praktisch allein über feste und flüssige Bodenbestandteile.

Zusammenfassend gelten die folgenden Regeln:

Trockene Böden:

- ▶ schnellere Erwärmung
- ▶ weniger gute Speichereigenschaften
- ▶ und damit rasche Wärmeabgabe

Feuchte Böden

- ▶ langsamere Erwärmung, da Wasser Energie bindet
- ▶ bessere Speichereigenschaften
- ▶ im Vergleich langsamere Wärmeabgabe

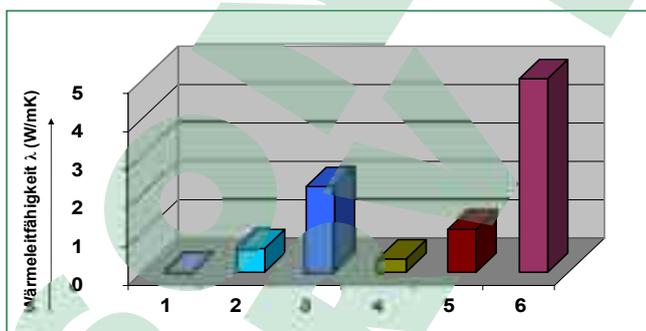


Bild 3: Wärmeleitfähigkeit verschiedener Stoffe:
1: Luft, 2: Wasser, 3: Eis, 4: trockener Sand, 5: nasser Sand, 6: gesättigter Sand

In der VDI-Richtlinie 4640 „Thermische Nutzung des Untergrunds – Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen“ werden

die möglichen spezifischen Entzugsleistungen je nach vorgefundener Bodenart am Einbauort wie folgt beschrieben:

trockene, nicht bindige Böden $q_E = 10-15 \text{ W/m}^2$

feuchte, bindige Böden $q_E = 15-20 \text{ W/m}^2$

wassergesättigter Sand/Kies $q_E = 40 \text{ W/m}^2$

Funktionsprinzip des AquaGeoKollektors:

Die spezifische Entzugsleistung von Erdwärmekollektoren steht also in engem Zusammenhang mit der Bodenbeschaffenheit. So wird die höchste Entzugsleistung von Erdwärmekollektoren bei wassergesättigten Böden erreicht.

Der AquaGeoKollektor besteht aus horizontal verlegten Kollektorrohren, die in einer Tiefe von 1,20 bis 1,50 m und mit einem Rohrabstand von 0,4 bis 0,5 m verlegt werden. Je nach benötigter Wärmeentzugsleistung werden (ähnlich wie bei einer Fußbodenheizung) mehrere Kollektorkreise über einen Verteiler zur Wärmepumpe geführt.

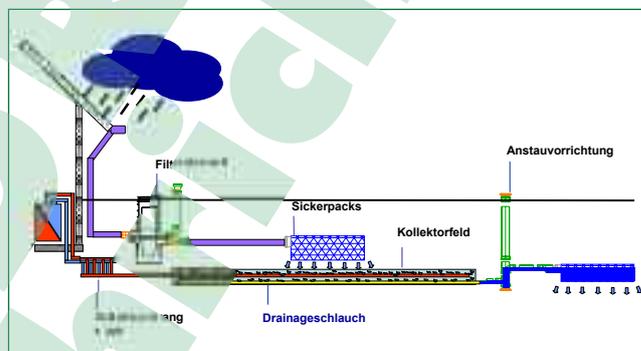


Bild 4: Funktionsprinzip AquaGeoKollektor

Die Wirkungsweise des AquaGeoKollektors nutzt die Tatsache der Leistungssteigerung durch feuchte Böden konsequent aus. Durch Zuführung von Regenwasser wird das Erdreich im Bereich des Kollektorfeldes permanent feucht gehalten. Dazu wird Dach- oder auch Oberflächenwasser über ein Filtersystem einem speziellen Versickerungssystem zugeführt. Die für diesen Anwendungszweck entwickelten Sickermodule (Wavinbloc) sorgen durch eine hohe Wasseraufnahme für Retention und eine darauf folgende gleichmäßige Wasser-Verteilung im gesamten Kollektorfeld.

Durch ein allseitig umgebendes Geotextil geschützt, kann kein Bodeneintrag in die Sickermodule erfolgen, was eine dauerhafte Funktion garantiert. Die Durchfeuchtung des Erdreichs bis zur Vollsättigung wird durch eine quasi unterirdische wasserdichte Kollektorwanne gewährleistet. Innerhalb dieser Wanne mit wassergesättigtem Boden befinden sich die Kollektorstränge für den Entzug der Erdwärme.

Ein dem Prinzip der „kommunizierenden Röhren“ folgendes Drainagesystem sorgt für den Abfluss des durch Wärmeentzug bereits abgekühlten Wassers aus dem Kollektorfeld. Überschüssiges, nicht verwertbares Regenwasser tritt über den Rand der Kollektorwanne und versickert im angrenzenden Erdreich. Bei nicht sickerfähigen Böden erfolgt eine Wasser-ableitung über einen zwischengeschalteten Bypass in die Kanalisation oder den Vorfluter.

Durch diese Anwendung der Technik können höhere spezifische Entzugsleistungen erzielt werden. Außerdem sorgt die Kapillarwirkung des Erdreichs für eine begrenzte Durchfeuchtung der Bodenschichten oberhalb der Kollektorwanne bis hin zur Erdoberfläche. Durch die kapillaren Aufstiegsvorgänge von Feuchtigkeit in Richtung Oberfläche entwickelt sich eine insgesamt deutlich erhöhte Wärmeleitfähigkeit zwischen Erdoberfläche und Kollektorniveau. Hierdurch ergibt sich eine vergleichbar schnelle und permanente Regeneration des Kollektorfelds.

Einem Einsatz von Flächenkollektoren im Erdreich stand in der Vergangenheit oft der relativ große Platzbedarf des Kollektorfelds gegenüber. Durch Verwendung des AquaGeo-Kollektors verkleinert sich die erforderliche Grundfläche auf Grund der hohen spezifischen Entzugsleistung erheblich.

Das Funktionsprinzip der Wärmepumpe

Der Transport und die Verwertung der dem Erdreich entzogenen Wärmeenergie erfolgt über die Wärmepumpe.

Das Prinzip einer Wärmepumpe gleicht dem eines Kühlschranks, jedoch mit umgekehrter Wirkrichtung. Ein wichtiger Bestandteil der Wärmepumpe ist das Arbeitsmedium. Je nach Art und Einsatzzweck hat ein Kältemittel die Eigenschaft, bereits bei niedrigen Temperaturen zu verdampfen. Es durchläuft einen ständigen Kreislauf von Verdampfung, Verdichtung, Verflüssigung, Expansion und Entspannung. In diesem Prozess wird das Kältemittel mit Hilfe von Erdwärme zum Verdampfen gebracht. Dies vollzieht sich in einem Wärmeaustauscher (Verdampfer), in dem das Kältemittel der Wärmequelle die Wärme entzieht und auf Grund der niedrigen Verdampfungstemperatur vom flüssigen in den gasförmigen Zustand überführt wird. Das Kältemittel wird nun von einem Kompressor (Verdichter) angesaugt und zusammengepresst.

Dabei erhöhen sich der Druck und die Temperatur, d.h., das Kältemittel wird von einem niedrigen auf ein höheres Temperaturniveau „gepumpt“. Für den Antrieb des Verdichters ist ein begrenzter Teil an elektrischer Energie erforderlich. Nach Beaufschlagung mit Druck und Temperatur durchfließt das

jetzt gasförmige Kältemittel einen weiteren Wärmeaustauscher, den Verflüssiger. Hier wird die im Kältemittel enthaltene Energie an das Heiz- oder Warmwassersystem übertragen.

Das noch immer unter hohem Druck stehende Kältemittel wird nun durch ein Expansionsventil entspannt und mit geringem Druck sowie niedriger Temperatur dem Verdampfer wieder zugeführt. Der Kreislauf beginnt dann von vorne.

Kollektorausführung

Für den Entzug der Erdwärme werden Polyethylen-Rohre hoher Dichte (PE-HD) eingesetzt. Bei AquaGeoKollektoren wird ein Durchmesser von 25 x 2,3 mm verwendet. Zum Einsatz kommen Ringbunde von je 100 m als Maximallänge eines Strangs. Die Maximallänge ist durch hydraulische Gesetzmäßigkeiten begründet. Je nach erforderlicher Heizlast bzw. Kollektorgröße ergibt sich so die benötigte Stranganzahl (z.B.: Kollektor AGK 5 = 3 Stränge, Kollektor AGK 13 = 8 Stränge).



Bild 6: AquaGeoKollektor der Baugröße 5

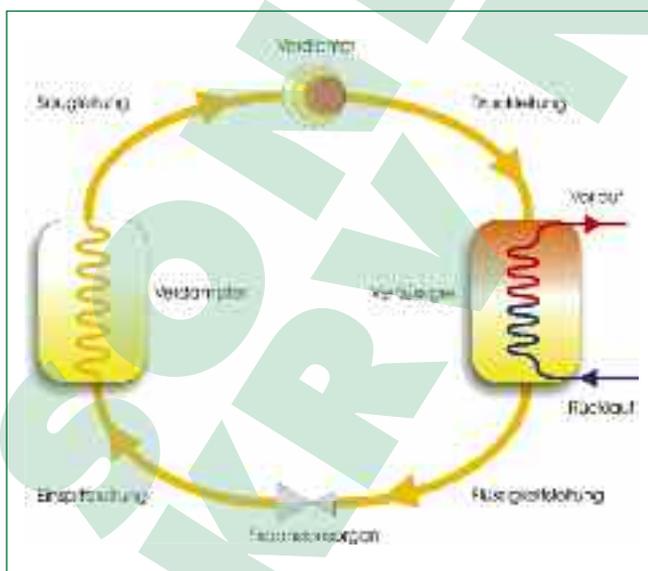


Bild 5: Funktionsprinzip der Wärmepumpe

Flächenbedarf und Leistungen

Die Ermittlung der erforderlichen Kollektorfläche basiert auf der zu erbringenden Heizlast des Gebäudes. In Anlehnung an VDI 4640 beträgt die spezifische Entzugsleistung des AquaGeoKollektors ca. 40W/m² Bodenfläche.

Typ	Abmessung	Fläche	Entzugsleistung
AGK 5	13,5 x 8,1 m	109 m ²	4360 W
AGK 7	12,0 x 12,3 m	148 m ²	5920 W
AGK 10	16,2 x 11,5 m	186 m ²	7440 W
AGK 13	20,4 x 12,0 m	245 m ²	9800 W

Tabelle: Typenübersicht AquaGeoKollektoren

Für die Verwendung im Ein- bis Zweifamilienhausbereich sind die oben aufgeführten vier Standardgrößen verfügbar. Neben diesem Standard können AquaGeoKollektoren auch mit objektbezogenen Abmessungen gefertigt werden. Eine Größeneinschränkung besteht grundsätzlich nicht und ergibt sich einzig aus der Grundstücksgröße.

Montageabfolge des AquaGeoKollektors



Bild 7: Einbringen der Kollektorwanne



Bild 8: Fertiggestelltes Kollektorfeld



Bild 9: Teilverfüllung des Kollektorfelds



Bild 10: Montage und Verrohrung der Sickermodule

Fazit

Der AquaGeoKollektor entzieht dem Erdreich sehr effektiv Wärme mit Hilfe einer Wärmepumpe auf Sole-/Wasserbasis. Die daraus entstehende Energie und das Temperaturniveau eignen sich ideal zur Raumbeheizung durch eine Niedertemperatur-Flächenheizung. Auch die Warmwasserbereitung ist über die Kombination AquaGeoKollektor/Wärmepumpe das ganze Jahr über gesichert. Der AquaGeoKollektor bietet weiter auf Grund seiner Konzeption als Teil einer naturnahen Regenwasser-Bewirtschaftung einige Vorzüge gegenüber anderen Systemen:

- ▶ Hohe Entzugsleistung durch gezielte Zufuhr von Feuchtigkeit
- ▶ Schnellere Regeneration des Erdreichs durch kontinuierlichen Wassereintrag
- ▶ Kombination mit einer Regenwassernutzung möglich
- ▶ Nur ein Bruchteil der herkömmlicher Kollektorfläche erforderlich
- ▶ Heizleistung der Wärmepumpe im Jahresverlauf sehr konstant
- ▶ Einbau auch unter versiegelten Flächen möglich (z.B. Hofauffahrten)
- ▶ Gleichzeitige Nutzung des Kollektorfelds als Regenwasser-Sickeranlage (je nach Bodenverhältnissen)
- ▶ Unbegrenzte Lebensdauer
- ▶ Absolut wartungsfrei
- ▶ Komplettsystem, einfache und schnelle Verlegung
- ▶ Eigenleistung des Bauherrn möglich
- ▶ Genehmigungsfrei

Besuchen Sie den
Kunststoffrohrverband im Internet:

www.krv.de

Informieren Sie sich über die Welt
der Kunststoffrohre!