



Prinzip einer AZV-Sonde zur Wärme- und Kältegewinnung

Bei der Nutzung geothermischer Energie über Sonden ist der Wärmestrom abhängig von der Temperaturdifferenz ihrer Oberfläche zu dem sie umgebenden Untergrund. Große Entzugsleistungen erfordern daher niedrige Sondentemperaturen. Klassische U-Sonden werden mittels pumpengetriebener Zirkulation von Sole durchströmt. Die typische Temperaturdifferenz zwischen Sole und Untergrund beträgt dabei lediglich 8 bis 12 K.

### Hoher Temperaturgradient

Beim Ammoniak-Zirkulationsverfahren (AZV) wird diese Temperaturdifferenz auf 30 bis 38 K gesteigert. An der inneren Wandung der Sonde fließt ein dünner Ammoniak-Flüssigkeitsfilm nach unten und verdampft durch die Aufnahme von Erdwärme. Für das Verfahren wird Ammoniak bevorzugt, weil es neben einer hohen Verdampfungsenthalpie mit einer deutlichen Änderung der Verdampfungstemperatur bei kleinen Druckänderungen reagiert.

Durch die Filmverdampfung kommt es zu einer Gleichtemperierung der Sonde über der gesamten Länge und zur Nutzung des örtlich maximalen Temperaturgradienten. Dieser kann bei der Abkühlung der Sondenumgebung durch die druckgesteuerte Nachführung der Sondentemperatur konstant gehalten werden, um die geothermisch zu gewinnende Wärmemenge zu gewährleisten.

### Eisspeicher für Klimakälte

Durch das niedrige Temperaturniveau wird auch die Kristallisationswärme des Wassers in den oberen Schichten genutzt. Aus der Eisbildung von einem Liter Wasser wird so viel Wärme gewonnen wie aus der

## Eisbildung verbessert geothermische Nutzung Ammoniak-Zirkulation

Beim Ammoniak-Zirkulationsverfahren bildet sich um die Erdsonde durch Wasserkristallisation ein Eismantel, der die Wärmeleitung zur Sonde erheblich verbessert und gleichzeitig als lang anhaltender Kältespeicher zur Klimatisierung im Sommer genutzt werden kann.

Abkühlung von ca. 330 kg Gebirgsmaterial um 1 K. Weiterhin wird das geologische Bohrrisiko minimiert, weil sich die Wärmeleiteseigenschaften verbessern und bei Locker- und Festgesteinen im gefrorenen Zustand praktisch nicht mehr unterscheiden.

Zusätzlich kann die Sonde zur Kältegewinnung benutzt werden. Im Inneren der Erdsonde liegt ein zweites geschlossenes Rohrsystem, in dem eine frostsichere Flüssigkeit zirkuliert und im Heizbetrieb die Erdwärme an das Ammoniak überträgt. Parallel zum Heizbetrieb oder in Phasen, in denen nicht geheizt wird, kann aus diesem Kreislauf Kälte entnommen werden. Im Sommer wird der Eismantel genutzt, der sich in der Heizperiode durchschnittlich bis zu 3 m um die Sonde herum gebildet hat. Durch die Ergänzung eines Rückkühlers kann die Wärmepumpe zusätzlich Spitzenlastkälte liefern.

Weil die Entzugsleistung bis zu fünfmal höher als bei einer normalen U-Sonde ist, verringert sich der Bohraufwand auf bis zu 20%. AZV-Anlagen größerer Leistung arbeiten mit Verdichtern, die von Verbrennungsmotoren angetrieben werden. Die Motorabwärme wird ebenfalls genutzt, die Vorlauftemperatur beträgt dadurch 55 °C. Bei den bisher errichteten Anlagen liegen die spezifischen Wärme- bzw. Kältekosten zwischen 5 und 7 ct/kWh einschließlich Investition, 6% Verzinsung, Instandhaltung, Verbrauch von Betriebs- und Hilfsstoffen, sowie Betriebsführung. Voc ←

Quelle: Wissenschaftliche Fachtagung Energie- und Gebäudetechnik, 17. und 18. Juni an der HTWK Leipzig, Fachbereich Maschinenbau- und Energietechnik, „Die unerschöpfliche geothermische Energie universell und wirtschaftlich nutzen“, Dr.-Ing. Jochen Hamann, AmoTherm AG