

NUTZUNG VON ERDWÄRME

Energie unter der Grasnarbe

Geothermie scheint zu einem Zauberwort für die sichere Energieversorgung von Wohnhäusern der Zukunft geworden zu sein. Was ist dran? Wärme ohne Ende, oder ein Ende ohne Wärme?



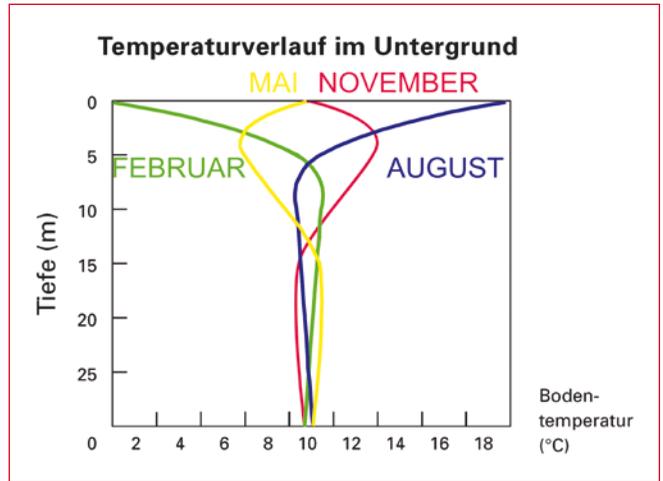
Erdwärme im Überfluss zeigt sich auf Island:
Ein Geysir mit beginnender Eruption

Ehrlich, ich höre Sie schon, die Kollegen, wie sie sich aufregen über diese erste Ankündigung und die ketzerische Frage. Daher möchte ich in diesem Bericht meine Überlegungen kurz zu Ende denken und letztlich nur sachlich informieren. Nebenbei sei schon mal verraten: Ich bin ein Fan dieser Technik, wenn das Gesamtkunstwerk „Heizen mit Erdwärme“ passt.

OBEN HAT DIE SONNE EINFLUSS

Das, was für den Anlagenmechaniker ein „Heizen mit Erdwärme“ beschreibt, soll erstmal kurz umrissen werden. Es handelt sich dabei nämlich nur um die oberflächennahe Geothermie. Und diese Oberflächennähe bis vielleicht 150 Meter Tiefe hat zur Folge, dass zur endgültigen Beheizung mit dieser Energie immer eine Wärmepumpe bemüht werden muss.

Dies ist ein entscheidender Unterschied beispielsweise zu einem Geysir. Dessen Temperatur ergibt sich aus noch tieferen Schichten der Erdkruste. Die Temperaturen sind daher auch sehr viel höher als in den oberflächennahen Bereichen. Ein solcher Geysir spuckt Wasser mit etwa 90 Grad Celsius. Wie wir alle wissen haben wir solche Temperaturen nicht in 1,5 Metern, kurz unter dem Fliederbusch im Garten. Im Gegensatz zum Geysir auf Island werden oberflächennahe Schichten auf den ersten Metern in erheblichem Maße durch die Sonne beeinflusst. Die Grafik zum „Temperaturverlauf im Untergrund“ (rechts) zeigt dies deutlich. Je nach Jahreszeit und der entsprechenden Durchschnittstemperatur verändert sich die Temperatur im Boden. Allen Jahreszeiten gemein ist jedoch der Trend in Richtung 10 Grad Celsius, je tiefer man wandert. Ab ungefähr 20 Metern Tiefe verschwindet der Einfluss der Oberfläche und damit der Einfluss der Sonne gänzlich.



Nur auf den ersten Metern werden die Temperaturen im Erdreich durch die Sonne beeinflusst

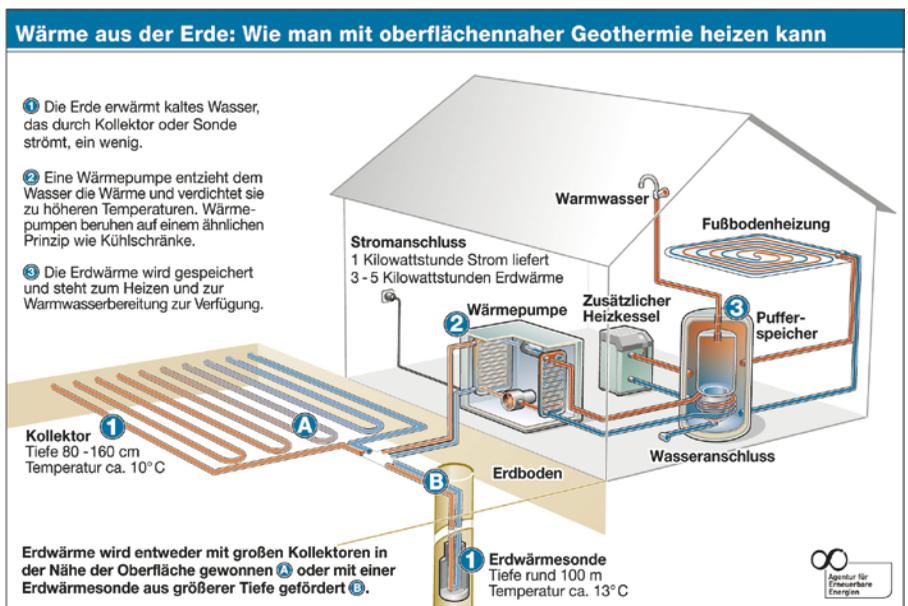
DIE ERDE – EINE GANZ HEISSE KISTE

Ab dieser Tiefe nimmt die Temperatur langsam zu. Geysir und Erdwärme werden nun den gleichen Einwirkungen ausgesetzt. Für die ersten 100 Meter findet eine Temperaturerhöhung um rund drei Grad statt. Danach geht es in immer größeren Schritten weiter. Auf dem Weg in Richtung Erdmittelpunkt steigt die Temperatur dann bis zu 6000 Grad Celsius an. Ein Hühnerei würde nicht nur gebraten, sondern verdampft. Immerhin sind 99% unseres Planeten heißer als 1000°C. Das restliche eine Prozent ist zum größten Teil immer noch heißer als 100°C. Verblüffend, aber leider nicht so ohne Weiteres nutzbar, liegt also eine für menschliche Begriffe unerschöpfliche Wärmequelle unter unseren Füßen. Zu einem kleinen Teil stammt diese Hitze wohl noch aus der Entstehungsgeschichte unserer Erde. Der größere Teil dieser Energie stammt, nach wissenschaftlichen Erkenntnissen, aber aus dem radioaktiven Zerfall verschiedener Elemente, wie Uran oder Thorium. Rein äußerlich, auf der hauchdünnen Schale, regiert bis zu einer Tiefe von rund 20 Metern also die Sonne, tiefere Regionen werden durch ein urzeitliches Kernkraftwerk auf Temperatur gehalten. Und wir berühren mit unseren Erdwärme-Anlagen nur die hauchdünne Schicht. Ausgehend von 10°C als Durchschnittstemperatur, dürfte klar sein, dass man dieses Temperaturniveau nicht zur Beheizung eines 20°C warmen Raumes nutzen kann. Es wird die schon er-

wähnte Wärmepumpe dazwischengeschaltet. Die entscheidende Energieaufnahme erfolgt aus dem Erdreich, die entscheidende Temperaturzunahme erfolgt in der Wärmepumpe.

WÄRME SAMMELN AUF ZWEI WEGEN

Erdkollektoren und Erdsonden sind für oberflächennahe Nutzung von Erdwärme die am häufigsten genutzten Techniken. Beim Erdkollektor wird das Kollektorrohr in frostfreier Tiefe verlegt. Meist wird also eine bereits vorhandene Baugrube des Kellerneubaus erweitert und in 1 m bis 1,5 m Tiefe wird dann ein Kunststoffrohr verlegt. Dieses Rohr wird später wegen der Frostsicherheit von einem Glykolgemisch durchflossen. Abhängig von der Beschaffenheit des umschließenden Bodens



Bei der Erdwärmenutzung stellt die Sole/Wasser-Wärmepumpe den Mittelpunkt der Anlage dar



Quelle: Junkers

Bis 150 Meter geht's hier runter: Bohrarbeiten zur Einbringung einer Sonde

ergibt sich nun eine Entzugsleistung, die bei rund 20 Watt je Quadratmeter liegt. Für eine Leistung von 6 kW würde man also ca. 300 Quadratmeter Erdkollektorfläche im Garten verbuddeln. Klar ist, bei dieser geringen Tiefe spielt der glühend heiße Erdkern keine Rolle. Die Energie für den Erdkollektor stammt fast ausschließlich von der Sonne. Der Einsatz eines



DICTIONARY

Bohrloch	=	bore hole
Kollektor	=	collector
oberflächennahe Geothermie	=	near-surface geothermal energy
Wärmepumpe	=	heat pump

Erdkollektors empfiehlt sich bei Neubauten und setzt entsprechend große Grundstücke voraus. Alternativ zum Kollektor kann eine Erdsonde auf dem Weg in Richtung Erdmittelpunkt geschoben werden. Zwischen 50 und 150 Metern tief wird zuerst gebohrt. Dann wird die Sonde mit einem Durchmesser von zehn bis 15 Zentimeter runtergelassen. Das bedeutet, man kann also nun ein Glykolgemisch, meist als Sole bezeichnet, in einem Kunststoffrohr, nennen wir es Vorlauf, zur Sonde runterschicken. Auf dem Weg nach unten erwärmt sich dieses Gemisch natürlich schon. An der Sonde angekommen wird das Flüssigkeitsgemisch wieder Richtung Erdoberfläche gejagt. Nun gewissermaßen im Rücklauf, nimmt es dabei weiterhin Erdwärme auf. Ein stofflicher Austausch mit Grundwasser oder ähnlichem findet nicht statt. Dieses Bohrloch mit der darin befindlichen Sonde, inklusive der Zuleitung, wird bestens verfüllt. Einmal, damit der Energietransport an Rohr und Sonde erfolgen kann. Aber auch, um eventuell gekreuzte Grundwasserschichten gegeneinander abzudichten. Wichtig ist, dass die zukünftige Entzugsleistung dauerhaft garantiert werden kann. Dies wird eben entweder durch entsprechende tiefe Bohrung oder durch eine entsprechende Anzahl an Bohrungen gewährleistet. Diese Methode empfiehlt sich ebenso für Neubauten wie auch für Bestandsgebäude. Da „nur“ punktuell eine Bohrung angelegt werden muss, ist die Beeinträchtigung für die häusliche Umgebung nicht ganz so gravierend, wie bei dem Bau eines Erdwärmekollektors.



FILM ZUM THEMA



So eine Sondenbohrung ist ganz schön aufwendig. Wer sich ansehen möchte, mit welchem Getöse so etwas vorstangeht, der kann das im Internet tun:

www.sbz-monteur.de → Das Heft → Lehrfilme zum Heft

UND WOZU DER GANZE AUFWAND?

Entscheidend für die energetische Ausbeute der Erdwärmennutzung ist das Temperaturniveau einerseits im Erdreich bei der Energieaufnahme, andererseits bei der Energieübergabe in dem jeweiligen Wohnhaus. Für das Wohnhaus unterstellt man im Idealfall eine Flächenheizung, wie klassischerweise die Fußbodenheizung oder auch die Wandheizung. Wichtig ist, dass die Raumtemperatur bei niedrigen Außentemperaturen auch mit relativ niedrigen Vorlauftemperaturen der Wärmepumpe funktioniert. Nehmen wir also an, dass bei einer Außentemperatur von minus 10°C eine Vorlauftemperatur für die Fußbodenheizung von 40°C notwendig wird.

Für Erdkollektor und Erdsonde gilt es nun gleichermaßen, aus dem Temperaturniveau der Erdkruste ausreichend Energie zu beziehen. Dies klappt bei diesen Bedingungen recht gut. Aber der bauliche und finanzielle Aufwand war ja auch für beide Erdwärme-Systeme sehr hoch. Geht es denn nicht auch mit weniger Aufwand und billiger? Klar: Mit einer Luft/Wasser-Wärmepumpe. Diese geht einen etwas anderen Weg. Sie nutzt den Energiegehalt der Außenluft, um ebenso wie bei Erdsonde und Erdkollektor einer Wärmepumpe entsprechend Energie zuzufächern. Nur, muss die Luft/Wasser-Wärmepumpe bei den soeben genannten Bedingungen mit einer Umgebungstemperatur von -10°C arbeiten während beide mit Erdwärme gefütterten Pumpen mit $+10$ Grad hantieren könnten. Diese 20 Grad Differenz ($10^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 20\text{ K}$) lassen die beiden Erdwärmepumpen effizienter arbeiten.

VON LEISTUNGSZAHL, COP UND JAZ

Einen wichtigen Ansatz zur Beurteilung einer Wärmepumpe bietet die sogenannte Leistungszahl, auch COP (Coefficient Of Performance) genannt. Diese ergibt sich aus dem Verhältnis der abgegebenen Heizenergie zur zugeführten elektrischen Energie. Moderne Sole/Wasser-Wärmepumpen liefern rund 4,5 kW an Wärmeleistung je Kilowatt an aufgenommener elektrischer Leistung. Und über genau diesen Typ, Sole/Wasser-Wärmepumpe, spricht man bei Sonde und Kollektor. Diese Leistungszahl ergibt sich aber nicht unter beliebigen Bedingungen. Die vom Hersteller ausgewiesene Zahl muss immer im Zusammenhang mit einer Quellentemperatur, hier also Erdreich, und einer Heizungsvorlauftemperatur angegeben werden. Ein COP von 4,5 ergibt sich bei modernen Wärmepumpen bei 0°C Temperatur der Sole und 35°C als Vorlauftemperatur der Heizung. Die Leistungszahl sinkt bei abnehmender Quellentemperatur oder höherer Heizungsvorlauftemperatur. Systembedingt sind die beiden hier beschriebenen Typen mit leicht unterschiedlichen Bedingungen unterwegs. Beispielsweise wird der Kollektor im Sommer und zu Beginn der Heizperiode mit höheren Quellentemperaturen arbeiten können als der Sonden-Typ. Die Sonde bleibt dagegen im Winter unbeeinflusst von tiefen Außentemperaturen. Da sich die Leistungszahl ständig ändert, ist eine Jahresarbeitszahl (JAZ) folglich sehr viel aussagekräftiger. Da wird der ausgekühlte Zustand der Energiequelle im Winter ebenso in die Bewertung einbezogen wie die Zeiten des durchgewärmten Gemüsebeets zu Beginn einer Heizperiode.



Die Jahresarbeitszahl moderner Sole/Wasser-Wärmepumpen in einem entsprechend angepassten Wohnhaus liegt bei 4,0. Und jetzt nochmals der Vergleich mit der Luft/Wasser-Wärmepumpe. Mit sehr viel weniger Aufwand attestiert man diesem Wärmepumpentyp unter guten Einsatzbedingungen eine Leistungszahl von um die 3,5.

Technisch ist also die Sole/Wasser-Wärmepumpe besser als die Luft/Wasser-Wärmepumpe. Bei dem hohen Aufwand zur Errichtung muss trotzdem genau hingesehen werden, ob die größere JAZ den Einbau der teureren Technik rechtfertigt. Rein rechnerisch ist $3,5/4,0 = 0,875$ – also 87,5%. Die Luft/Wasser-Wärmepumpe ist um gute 12,5 % schlechter als Kollektor und Sonde, wenn alle Anlagenkomponenten aufeinander abgestimmt sind.



AUTOR

Dipl.-Ing. (FH) Elmar Held ist Mitarbeiter der SBZ Monteur-Redaktion, betreibt ein Ingenieurbüro für technische Gebäu-



deausrüstung, ist Dozent bei der Handwerkskammer Dortmund und öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Sanitär- und Heizungstechnik
Telefon (0 23 89) 95 10 21
Telefax (0 23 89) 95 10 22
E-Mail: elmar.held@t-online.de,
Internet:
www.ingenieurbueroheld.de