

Hohe Leistungen aus der Tiefe des Untergrunds

Energie unter der Oberfläche (2): Für viele Endkunden und Planer stellt sich die Frage: Wenn ich eine Wärmepumpe einbaue, brauche ich einen Flächenerdwärmeabsorber oder Erdwärmesonden? Die tief reichenden Sonden liefern ihre Energie unabhängig von der Sonneneinstrahlung. Aber auch sie brauchen ausreichend Regeneration. Teil 2 unserer Serie über die korrekte Auslegung von Erdwärmepumpen.

Erdwärmesonden übertragen Wärme aus Bereichen unterhalb der neutralen Zone im Untergrund und führen diese an den Verdampfer der Wärmepumpe. Diese Wärmequellenanlage ist nicht vom Wärmeeintrag durch Niederschlag und Sonneneinstrahlung abhängig und kann überbaut werden. Denn das Nachladen dieses Wärmeakkumulators geschieht über den geothermischen Wärmefluss aus dem Inneren der Erde als natürliche Regeneration.

Sicherer Wärmefluss aus der Erde

Auch wenn wir uns nicht in diesen Regionen bewegen, herrschen in 99% der gesamten Masse unseres Planeten höhere Temperaturen als 1.000 °C. Der stetige Wärmefluss an die Erdkruste ist sicher. Im Sommer gleichermaßen wie im Winter. Bei Tag und bei Nacht. Alle 100 m Tiefe

steigt die Temperatur um etwa 3 K.

Die meisten Erdwärmesonden werden als Doppel-U-Rohrsonden ausgeführt. Diese bestehen aus je zwei Solekreisen, die unterhalb der Frostgrenze in horizontaler Leitungsführung zu einem Solevorlauf und einem Solerücklauf über so genannte Y-Stücke zusammengeführt werden. Die PE-Rohre sind zu schweißen und ebenso in Sand einzubetten wie die Absorberrohre des Flächenerdwärmeabsorbers. Die zusammengeführten Solekreise werden am Soleverteiler angeschlossen. Pro Erdwärmesonde sind somit ein Verteiler- und ein Sammleranschluss notwendig, obgleich es sich um zwei Solekreise handelt. In der Regel werden die Sonden gleich tief ausgeführt. Wenn sich aber große Abstände und Entfernungsdifferenzen der Sonden vom Verteilerschacht ergeben, da dieser nicht zentral positioniert werden konnte, sollte die dem Verteiler am nächsten liegende Sonde, die tiefste sein. Die am weitesten entfernte Sonde sollte die kürzeste sein. Was zählt ist die Aufteilung von gleichen Rohrinhalten und Volumenströmen auf jede einzelne Sonde. Diese sollte ausgewogen sein und kann sodann einen hydraulischen Abgleich am Soleverteiler überflüssig machen.

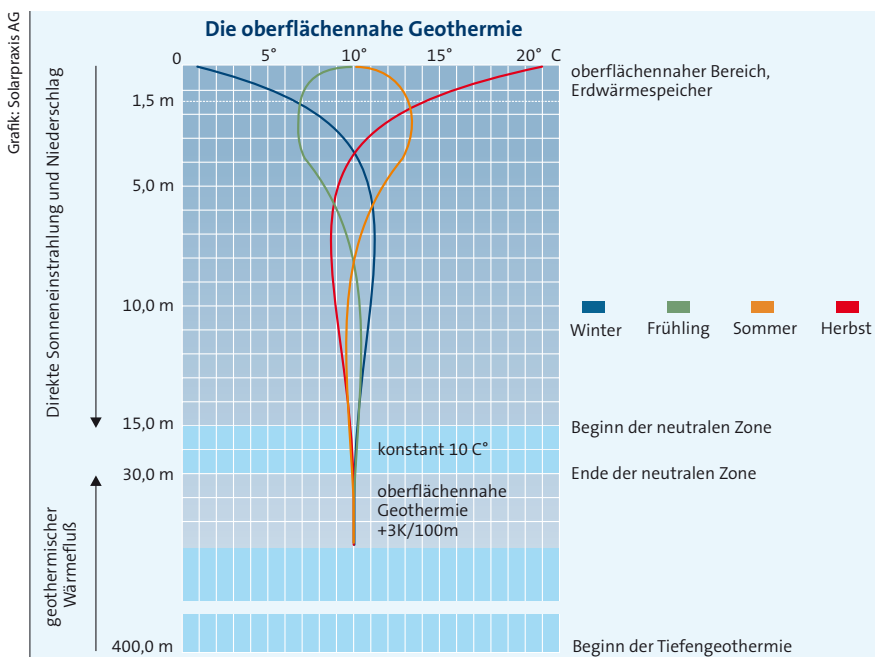
niert werden konnte, sollte die dem Verteiler am nächsten liegende Sonde, die tiefste sein. Die am weitesten entfernte Sonde sollte die kürzeste sein. Was zählt ist die Aufteilung von gleichen Rohrinhalten und Volumenströmen auf jede einzelne Sonde. Diese sollte ausgewogen sein und kann sodann einen hydraulischen Abgleich am Soleverteiler überflüssig machen.

Nicht zu nah beieinander

Es gilt, einen gleichmäßigen Volumenstrom sicherzustellen. Die einzelnen Sonden dürfen nicht zu nah beieinander positioniert sein, um sich nicht gegenseitig thermisch zu beeinflussen. Der Abstand zwischen zwei Erdwärmesonden sollte mindestens 10% der Sondentiefe ausmachen. Also im unten genannten Beispiel mindestens 6 m. Durch das Verpressmaterial müssen die Hohlräume zwischen Sondenrohren und Bohrloch vollständig ausgefüllt werden. Um einen Lufteinchluss (der die Wärmeübertragung verschlechtern würde) auszuschließen, wird das Material über ein Füllrohr von unten nach oben eingebracht. Nach dem Aushärten entsteht ein fester Wärmeübertragungszyylinder, der mitten in die beiden vertikalen Solekreise der Erdwärmesonde führt.

Genehmigung und Qualität

Die Herstellung einer Erdwärmesondenanlage darf nur durch einen qualifizierten und zugelassenen Bohrunternehmer erfolgen, der nach DVGW-Arbeitsblatt W 120 zertifiziert ist. Ein weiteres Qualitätsmerkmal ist das D-A-CH-Gütesiegel. Es steht für „geprüfte Erdsondenqualität“ und stellt besondere Anforderungen an die Bohrunternehmer, die dieses Zertifikat tragen. Notwendig ist zudem ein



Temperaturen im Untergrund.

Genehmigungsverfahren, welches über die örtlichen Behörden zu stellen ist. Für dieses Genehmigungsverfahren ist die Planung der Erdwärmesondenanlage nachzuweisen. Dazu gehört ein zu erwartendes Schichtenprofil, Ausbauvorschläge in zeichnerischer Form mit Schichtenverhältnissen im Untergrund, Positionierung der Erdwärmesonden, Unbedenklichkeitsnachweis des Verpressungsmaterial und des Glykols sowie leistungsbezogene Angaben zur Wärmepumpenanlage und Herstellererklärungen.

Behörden dürfen kontrollieren

Nach Prüfung durch einen Sachverständigen wird die Genehmigung mit entsprechenden Auflagen zur Durchführung erteilt. Voraussetzung: Die Dokumentation lässt den Schluss zu, dass die ausführende Firma den fachlichen Anforderungen gerecht wird. Die Behörde behält sich das Recht vor, die Bohrstelle zu kontrollieren, und erhält nach Abschluss der Herstellungsarbeiten einen Bericht inklusive Dokumentation.

Wichtig für die Erstellung einer Erdwärmesondenanlage ist die Erfüllung der definierten Entzugsleistung in kW unabhängig von etwaigen Sondenmetern bzw. von der Anzahl an Erdwärmesonden.

Das Leistungsverzeichnis für den Bohrunternehmer muss die notwendige Entzugsleistung in kW fordern. Ebenso ist der Bohrunternehmer für die Dichtheit

und Funktion der Wärmequellenanlage verantwortlich. Als Schnittstelle zum Heizungsbauer empfiehlt sich der Soleverteiler. Wie bei jeder Wärmequellenanlage kommt eine großzügige Auslegung dem Gesamtsystem immer zugute. Für die überschlägige Ermittlung der Sondenlänge können 40 bis 50 W/m angenommen werden. Doch allein das Spektrum der VDI 4640, die für die Planung der Wärmequellenanlage bis zu einer Heizwärmeleistung von 30 kW gilt, kann zu großen Abweichungen führen.

Bei wechselnden Schichten kann der mögliche Wärmeentzug sehr variieren. Die tatsächliche Entzugsleistung ist über ein zu erwartendes Schichtenprofil zu ermitteln. Steiniger Untergrund besitzt eine bessere Wärmespeicherkapazität als Erdreich. Natürlich spielen auch Wasserführende Schichten und die Wärmeleitfähigkeit verschiedener Materialien im Untergrund eine Rolle.

Ein Beispiel zur Dimensionierung

Um die notwendige Entzugsleistung aus dem Untergrund zu ermitteln, ist es notwendig zu wissen, welche Wärmepumpe eingebaut werden soll. Aus den technischen Daten der Hersteller sind die Leistungsangaben wie folgt zu entnehmen:

Nennwärmeleistung (B5/W35): 14,2 kW
elektrisch zugeführte Leistung: 2,7 kW
Nennwärmeleistung (B5/W45): 13,4 kW
elektrisch zugeführte Leistung: 3,39 kW
Umweltwärmeanteil: 10,01-11,50 kW
Auslegung Erdwärmesonde: 12 kW
Wärmeentzug: 40 W/m
Sondenlänge: 300 m

Bei einem Wärmeentzug aus dem Untergrund von 12 kW ist eine gesamte Sondenlänge von 300 m notwendig, um das Temperaturverhältnis im Untergrund nicht wesentlich zu beeinträchtigen. Wichtig ist, dass nur so viel Wärme dem

DIE SERIE

Der Beitrag ist der zweite Teil einer Serie über erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen. Bisher erschienen:

Teil 1: **Erdwärme nutzen mit solegeführten Wärmequellenanlagen**
(erschien in NW3 am 9.5.2008)

In der kommenden Ausgabe erscheint:

Teil 3: **Auslegung und Montage von Flächenerdwärmeabsorbern**
(erscheint in NW5 am 8.8.2008)

www.neuwaerme.eu

Untergrund entzogen wird, wie zeitnah durch den geothermischen Wärmefluss dem Entzugsbereich der Sonde wieder zugeführt wird. Dies kann nur durch eine ausgeglichene natürliche Regeneration erreicht werden.

Nur wenn dies der Fall ist, kann eine langfristig konstante Wärmequellentemperatur erwartet werden. Die Anzahl der einzelnen Erdwärmesonden ergibt sich aus der zulässigen Bohrtiefe, da häufig die zweite wasserführende Schicht nicht durchteuft werden darf. Ab einer Tiefe von 100 m ist ein zusätzliches Genehmigungsverfahren notwendig. Mit der Ausnutzung der jeweiligen Bohrtiefe von beispielsweise 60 m entsteht in obigem Beispiel ein Sondenfeld mit fünf Erdwärmesonden zu je 60 m.

Die VDI 4640 empfiehlt

Entsprechende Planungssicherheit bietet ein Schichtenprofil, aus dem die unterschiedlichen Wärmeentzugsleistungen entsprechend den anzutreffenden Schichten angegeben sind. Diese Leistungsangaben müssen stets im Verhältnis zu den Jahresbetriebsstunden stehen.

Eine diesbezügliche Empfehlung nennt die VDI 4640 mit 1.800 bzw. 2.400 Jahresbetriebsstunden. Die Anzahl der Jahres-

GÜTESIEGEL D-A-CH

Die Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz (FWS), die Leistungsgemeinschaft Wärmepumpe Austria (LGW-A), der Bundesverband Wärmepumpe Austria (BWP-A) und der deutsche Bundesverband Wärmepumpe (BWP) haben gemeinsam ein Gütesiegel entwickelt. Das Siegel D-A-CH verlangt verschiedene Maßnahmen zur Qualitätssicherung. Sie werden von den zertifizierten Unternehmen per Herstellererklärung nachgewiesen. Gemeinsam mit der Geothermischen Vereinigung wurde auch ein Gütesiegel „geprüfte Erdsondenqualität“ geschaffen. Weitere Informationen unter:

www.arsenal.ac.at

www.waermepumpe.de

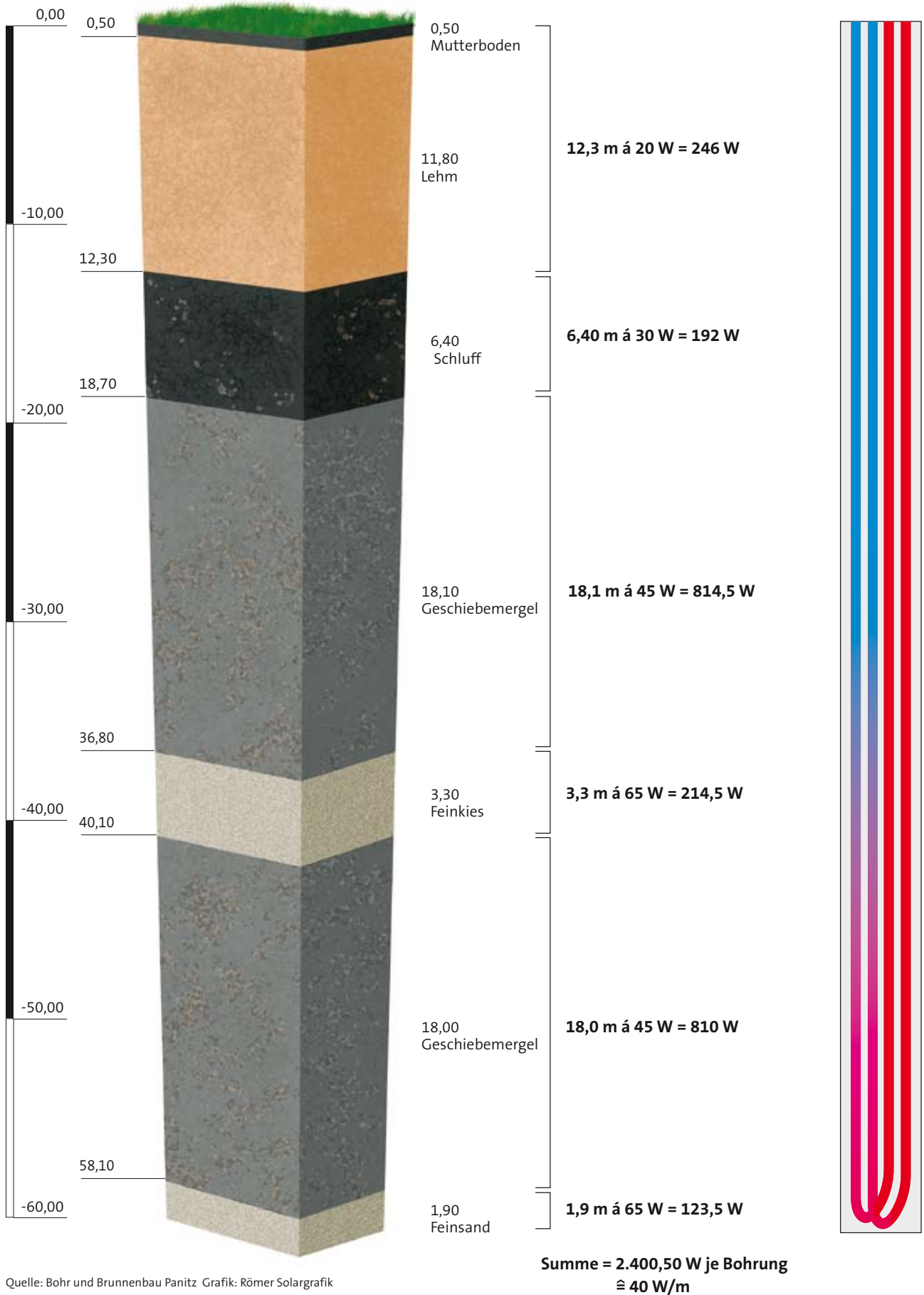
www.forum-wohnenenergie.de

www.geothermie.de

	Spezifische Entzugsleistung nach Betriebsstunden	
Untergrund	1.800 h	2.400 h
Schlechter Untergrund, trockenes Sediment	25 W/m	20 W/m
Normaler Festgesteinsuntergrund und wassergesättigtes Sediment	60 W/m	50 W/m
Festgestein mit hoher Wärmeleitfähigkeit	85 W/m	70 W/m

Tabelle zur Dimensionierung einer Erdwärmesonde nach VDI 4640.

Schichtenprofil im Untergrund



Quelle: Bohr und Brunnenbau Panitz Grafik: Römer Solargrafik



Vorbereitungen zur Sondenbohrung.

betriebsstunden ist gleich den Betriebsstunden der Wärmepumpe. Nach obigen Dimensionierungsbeispielen werden bei 2.000 Betriebsstunden im Jahr etwa 24.000 kWh Wärme aus dem Untergrund entzogen.

Das Ergebnis: JAZ = 4,0

Die zugeführte elektrische Leistung entspricht für den Arbeitsprozess des Kompressors im Mittel etwa 6.100 kWh zuzüglich etwa 800 kWh für die Umwälzpumpe und für die Sole, also insgesamt 6.900 kWh. Im Verhältnis zum Anteil der Umweltwärme entspricht dies einer rechnerischen Jahresarbeitszahl von 4,0 bei einer Nennwärmeleistung von etwa 13,8 kW. Das würde den Anforderungen der BAFA-Richtlinien zur Förderung von energieeffizienten Wärmepumpen entsprechen, obgleich diese bislang (nach VDI 4650) nur den Heizwärmebedarf berücksichtigen bzw. nur dieser in diesem Jahr nachzuweisen ist.

Genaue Berechnung nicht möglich

Eine genaue Berechnung der Jahresarbeitszahl ist definitiv nicht möglich, da der Warmwasserbedarf nutzerabhängig ist und letztendlich das Zünglein an der Waage sein kann. Für eine überschlägige Ermittlung empfiehlt sich das Ansetzen von gemittelten Werten aus Heizwärme-


bedarf und Trinkwarmwasserbedarf. Der notwendige Warmwasserbedarf kann zur Bewertung im Vorfeld nur verbrauchsorientiert angenommen werden. Die Jahresarbeitszahl kann nach wie vor nur gemessen werden. Daher sind aussagekräftige Ergebnisse besonders bei Neubauten erst nach der zweiten oder dritten Heizperiode zu erwarten, wenn das Gebäude vollständig ausgetrocknet ist.

Im August: Flächenabsorber

In der nächsten Ausgabe wenden wir uns den Flächenabsorbern zu. In Neue Wärme 5/2008 (erscheint am 8. August 2008) stellen wir vor, wie man die Flächenabsorber korrekt auslegt, und welche Probleme bei der Dimensionierung beziehungsweise Montage lauern. ♦ Frank Hartmann

ZUM WEITERLESEN

Im Solarpraxis Verlag erschien von Frank Hartmann 2007 das „Beratungspaket Wärmepumpen“, ISBN: 978-3-934595-76-7. Der rund 160 Seiten starke Beratungsordner wird durch eine CD-ROM mit anspruchsvollen Grafiken und Checklisten ergänzt. Preis: 49 Euro.

 www.solarpraxis.de

AEROLINE®
TUBE SYSTEMS
BAUMANN GMBH

SCHNELLEVERROHRUNGSSYSTEME



inter solar 2008
HALLE C1 . STAND 275

www.isiclick.com

**AEROLINE TUBE SYSTEMS
BAUMANN GMBH**

IM LEHRER FELD 30
89081 ULM
+49 - 7 31 - 9 32 92 50