

Leistungsberechnung mit Geothermal-Response-Test für Erdwärmebohrungen



Abb. 1



Abb. 2

KEINE GENERELLE DURCHFÜHRUNGSPFLICHT

Der GRT wird laut VDI-Richtlinie 4640 empfohlen bei: einer Heizleistung von > 30 kW, einer Vielzahl von Kleinanlagen an einem Standort, bei Auslastung mit mehr als 2400 Vollnutzstunden und Anlagen für

den Heiz- und Kühlbetrieb. In einigen Bundesländern ist er bereits ab einer vorgegebenen Leistungsgröße Pflicht (z.B. in Berlin ab 30 kW Heizleistung der Wärmepumpe). Bis zu einer Bohrtiefe von 100 m ist die untere Wasserbehörde zuständige Genehmigungsstelle, bei größeren Tiefen muss das Bergamt mit einbezogen werden. In der Regel beauftragt der Bauherr die Erlaubnis zur Nutzung von Erdwärme. Rechtzeitige Antragstellung und ein positiver Bescheid sind dabei Voraussetzung für den Bohrbeginn. Auf seiten des Unternehmens besteht offiziell kein Berechtigungsnachweis zur Durchführung eines Geothermal-Response-Tests. Jedoch bescheinigt eine Zertifizierung über das Deutsche Akkreditierungssystem Prüfwesen (DAP) einen fachlich und sachlich nachvollziehbaren Ablauf des Testes. Erste Versuche, die effektiven Wärmeleitfähigkeiten geologischer Schichten vor Ort zu beurteilen, gehen in die 50er Jahre zurück. In Deutschland werden professionelle GRT seit ungefähr zehn Jahren durchgeführt - mit deutlich steigender Tendenz.

Der Geothermal-Response-Test (GRT) wird zur Erfassung bemessungsrelevanter thermophysikalischer Parameter des Untergrundes vorgenommen. Zu diesem Zweck wird eine vollständig nachnutzbare Testerdwärmesonde im Standardbohrverfahren erstellt. Nach einer Ruhezeit zur Abbindung des Verpressmittels wird ein mobiles GRT-Gerät an die Sonde angeschlossen. Das Gerät besteht aus einem Heizaggregat sowie einer Steuerung zur Regelung und Aufzeichnung der Temperaturen. Diese werden am Vor- und Rücklauf der Erdwärmesonde gemessen. Zusätzlich können Temperaturfühler in vorher definierten Tiefen angeordnet werden, was eine teufenspezifische Auswertung ermöglicht. Die so gemessenen Werte dienen zur Leistungsberechnung von mittleren und großen Anlagen bei Nutzung oberflächennaher Geothermie. Zudem werden durch den Test die effektive Wärmeleitfähigkeit und der thermische Bohrloch-widerstand ermittelt. Bei Durchführung eines GRT kann die Wärmequelle genau dimensioniert und auf Sicherheitszuschläge bei der Bemessung der Anlage verzichtet werden. Der Vorteil: Im Gegensatz zu Laboruntersuchungen von einzelnen Bodenproben bewerten diese die komplett erschlossene Bohrtiefe bei ungestörten Untergrundverhältnissen.

Abb. 1: Firma Marl bei der Durchführung der aus dem Response-Test resultierenden 15 Bohrungen von Erdwärmesonden mit einer Tiefe von 99 m.

Abb. 2: Notwendige Einstellungen am Datenlogger vor Testbeginn garantieren verwertbare Ergebnisse.

DIE PRAKTISCHE ANWENDUNG

Beim Projekt des Speditionsunternehmens Wackler in Wilsdruff bei Dresden handelte es sich um das Bürogebäude eines Logistikzentrums mit ca. 2000 m² Fläche. Die erforderliche Heizlast liegt bei 70 kW, die Kühllast bei 40 kW. Heiz- und Kühlleistung sowie die Warmwasserbereitung für einige Duschen sollten über erdgekoppelte Wärmepumpentechnik realisiert werden. Zum Einsatz kamen zwei Wärmepumpen Typ TTF 40 GM von Tecalor in Kaskadenschaltung und mit einer Gesamtleistung von 80 kW. Notwendige Speicher und Wärmetauscher zur passiven und aktiven Kühlung sind auf die Anlagengröße abgestimmt. Die Wärmeverteilung erfolgt über eine Fußbodenheizung, die im Sommer auch zur Kühlung dient.

Dabei kann ein Wärmetauscher in der Lüftungsanlage Heizung und Kühlung unterstützen. Die komplette Anlagenplanung erfolgte in enger Zusammenarbeit von Tecalor und dem Planungsbüro Ame-lung + Reydt, Witten.

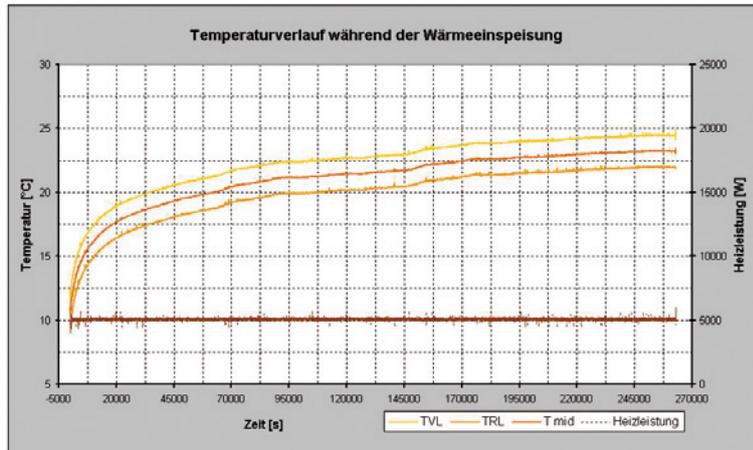


Abb.3: Temperaturverlauf

Grafik: H.S.W.GmbH, Rostock

ABLAUF UND AUSWERTUNG

Vor Beginn wurde das Feld festgelegt und eine Testerdwärme-sonde (Doppel-U-Rohr, 32x2,9 mm) auf 99m abgeteuft und verpresst. Nach ausreichender Zeit zur Abbin- dung des Verpressmittels konnte das mobile GRT-Gerät angeschlossen werden. Zuerst erfolgte die Positionierung der Tempera- turföhler in Vor- und Rücklauf der Sonden sowie in den definierten Tiefenbereichen von 26, 46, 66 und 86 Metern. Während des GRT wurde über einen Zeitraum von 72 Stunden eine konstante Wärmeinspei- sung von 5kW sichergestellt. Der Verlauf der Temperatur konnte nach ca. 12 Stunden als etwa linear betrachtet werden, Abb.3. Nach dem GRT im März 2008 (ausführendes Un- ternehmen: Fa. H.S.W., Rostock) war die Testerdwärme-sonde vollständig nach- nutzbar und wurde in die gesamte geother- mische Quellenanlage integriert.

Durch die Ergebnisse des Response-Tests konnten die effektive Wärmeleitfähigkeit mit $1,9 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ und der thermische Bohr- lochwiderstand mit $0,08 \text{ K}/(\text{W}/\text{m})$ berechnet werden. Dadurch war eine detaillierte Nach- bemessung des Erdwärmesondenfeldes mit spezieller analytischer Fachsoftware möglich. In deren Folge wurde unter anderem die spezifische Entzugsleistung von $37 \text{ W}/\text{m}$ („peak heat“) ermittelt und das in der Vorpla- nung bereits festgelegte Erdwärmesonden- feld bezüglich der notwendigen Abstände, Tiefen und der Anzahl der Erdwärmesonden überprüft. Beim Bauvorhaben wurden 15 Erdwärmesonden (Rechteckanordnung mit 3×5 Sonden) der Einheitstiefe 99m mit einem Abstand von 10m festgelegt. Die Heizleistung von 70kW sowie die erwarteten 1600 Vollnutzstunden der Wärme- pumpeanlage für den Heizbetrieb wurden vom Planungsbüro vorgegeben.

FAZIT

Aus Sicht von Tecalor als Hersteller und Planer von Großwärmepumpenanlagen ist ein GRT bei Heizleistungen der Wärme- pumpe von größer 30kW grundsätz- lich zu empfehlen. Hierdurch können Sicherheitszuschläge bei der Dimensio- nierung der Wärmequellenanlage entfallen bzw. der angenommene spezifische Wert bestä- tigt werden. Dadurch ist ein nachhaltiger und effektiver Betrieb der Erdwärmeanlage sichergestellt. Eine Unterdimensionierung der Wärmequellen hat zwangsläufig eine unsachgemäße Auskühlung des Erdreichs zur Folge. Dies schadet der Umwelt sowie der Anlagentechnik und beeinflusst letztlich die Wirtschaftlichkeit.

Autor

Dennis Merker, Brandmanager

Tecalor, Holzminden

Fotos: Tecalor

www.tecalor.de

Normen

- VDI 4640, Blatt 1 - Blatt 5
Thermische Nutzung des Untergrundes
- WHG (Gesetz zur Ordnung des Wasser- haushaltes)
- BBergG (BundesBergGesetz)
- EN ISO 14688: Benennung und Beschreibung von Boden und Fels in Deutschland (früher DIN 4022)