

ET 262

Erdwärmesonde mit Heatpipe-Prinzip



Beschreibung

- **transparente Bauteile bieten Einblick in die Zustandsänderung des Wärmeträgermediums**
- **Betrieb mit niedrigsiedendem Wärmeträgermedium**

Bei der oberflächennahen Geothermie wird die unter der Erdoberfläche gespeicherte thermische Energie für Heizzwecke genutzt.

Mit ET 262 wird der Betrieb einer Erdwärmesonde mit Heatpipe-Prinzip demonstriert. Der transparente Versuchsaufbau bietet Einblick in den geschlossenen Kreislauf der Wärmeübertragung: die Verdampfung in der Heatpipe, die Kondensation im Sondenkopf und der Rückfluss des Wärmeträgermediums an der Innenwandung der Heatpipe können gut beobachtet werden. Außerdem werden die grundlegenden Methoden zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit des umgebenen Erdreichs einer Erdwärmesonde angewendet.

Das Kernelement des Versuchsaufbaus bildet die transparente Heatpipe, deren Betriebsverhalten untersucht wird. Die Heatpipe enthält ein niedrigsiedendes Wärmeträgermedium. Über einen Temperiermantel mit Heizkreislauf wird der Wärmeeintrag aus dem Erdreich simuliert. Im Sondenkopf wird die Wärme des Wärmeträgermediums an ein Arbeitsmedium übertragen. Aufnehmer erfassen Temperaturen und Durchfluss des Arbeitsmediums

im Wärmeübertrager. Aus den Messwerten wird die übertragene thermische Leistung ermittelt. Mit Hilfe der Messwerte wird in der GUNT-Software die Energiebilanz einer angebundenen Wärmepumpe simuliert.

Eine Methode, um die Wärmeleitfähigkeit des umgebenen Erdreichs zu ermitteln, ist der Thermal Response Test. Konstant beheiztes Wasser wird im Kreislauf durch eine in Sand eingelassene U-Rohr-Erdwärmesonde gepumpt. Ein- und Austrittstemperaturen, Durchfluss und Heizleistung der Erdwärmesonde werden erfasst. Aus den Messwerten wird die Wärmeleitfähigkeit berechnet.

In einem weiteren Versuch wird ein Sandzylinder mit einer zylindrischen Wärmequelle beheizt. Das sich radial ausbreitende Temperaturprofil in der Sandprobe wird erfasst und die Wärmeleitfähigkeit der Sandprobe berechnet. Die Ergebnisse beider Methoden werden verglichen.

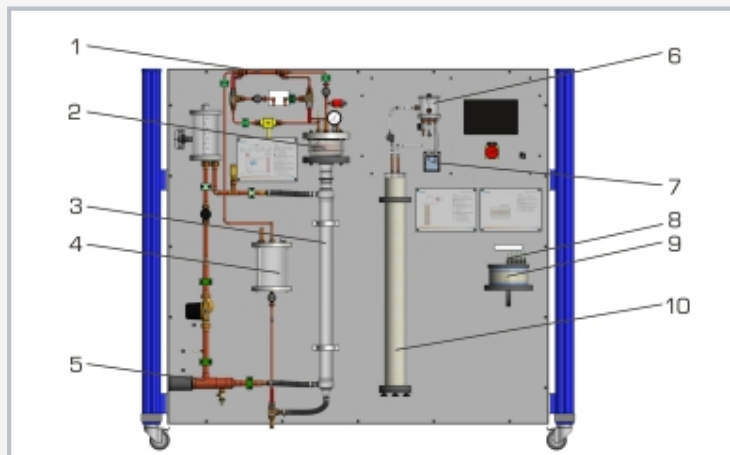
Die Messwerte werden über USB direkt auf einen PC übertragen und dort mit Hilfe der mitgelieferten Software ausgewertet.

Lerninhalte / Übungen

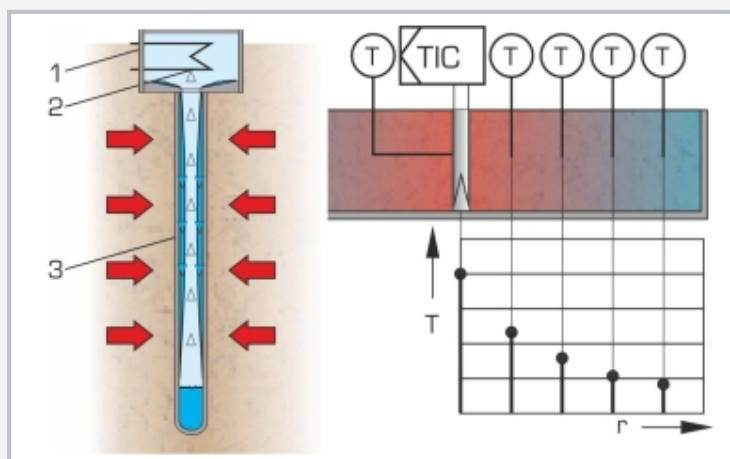
- Grundlagen der Geothermie
- Betriebsverhalten einer Erdwärmesonde mit Heatpipe-Prinzip
- Bestimmung der abführbaren Wärmemenge der Heatpipe bei Variation der thermischen Last
- Variation der Füllmenge des enthaltenen Wärmeträgermediums
- Untersuchung des radialen Temperaturprofils in einer Sandprobe und Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit
- Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Sand mittels Thermal Response Test
- Grundlagen und Energiebilanz einer Wärmepumpe

ET 262

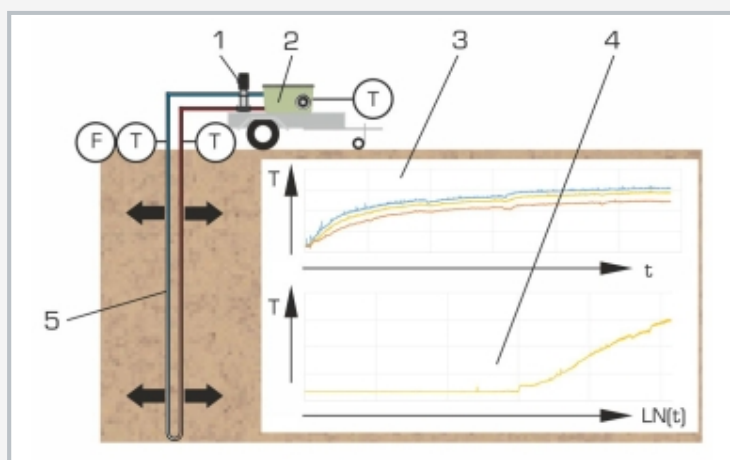
Erdwärmesonde mit Heatpipe-Prinzip



1 Kondensatsabscheider, 2 Wärmeübertrager, 3 Heatpipe mit Temperiermantel, 4 Vorratsbehälter für Wärmeträgermedium, 5 Heizer im Heizkreislauf, 6 Wasserbehälter mit Heizelement, 7 Pumpe, 8 Heizelement, 9 Sandzylinder, 10 U-Rohr-Erdwärmesonde



Links: Erdwärmesonde mit Heatpipe-Prinzip: 1 Sondenkopf, 2 Wärmeübertrager, 3 Heatpipe, blau: Wärmeträgermedium flüssig, hellblau: Wärmeträgermedium gasförmig, roter Pfeil: Erdwärme; rechts: radiale Wärmeleitung in einer Sandprobe: T Temperatur, TIC Temperaturregler des Heizers, r Radius



Thermal Response Test: 1 Pumpe, 2 Wasserbehälter mit Heizelement, 3 Zeitverlauf der gemessenen Temperaturen, 4 logarithmischer Zeitverlauf der mittleren Wassertemperatur, 5 U-Rohr-Erdwärmesonde; T Temperatur, F Durchfluss, t Zeit, LN(t) natürlicher Logarithmus der Zeit

Spezifikation

- [1] Demonstration des Betriebes einer Erdwärmesonde mit Heatpipe-Prinzip
- [2] Heatpipe aus Glas mit transparentem Temperiermantel
- [3] Wasser als Arbeitsmedium zur Wärmeabfuhr im Wärmeübertrager
- [4] Zufuhr des Arbeitsmediums über Labornetz oder über Kaltwassererzeuger WL 110.20 zur Sicherstellung einer max. Wassertemperatur von 16°C
- [5] Simulation der Energiebilanz einer Wärmepumpe in GUNT-Software
- [6] Kältemittel R1233zd, GWP: 1
- [7] GUNT-Software zur Datenerfassung über USB unter Windows 10

Technische Daten

Heatpipe

- Länge: ca. 1000mm
- Ø Heatpipe außen: ca. 56mm
- Ø Temperiermantel außen: ca. 80mm

Heizer im Heizkreislauf

- Leistung: 2kW

Pumpe im Heizkreislauf

- max. Förderstrom: 1,9m³/h
- Leistungsaufnahme: 58W

U-Rohr-Erdwärmesonde aus Kupfer

- Länge: ca. 1000mm

Pumpe im Thermal Response Test

- Förderstrom: 4,8...28,2L/h
- Leistungsaufnahme: max. 60W

Heizelement Wasserbehälter

- Leistung: 100W

Heizelement Sandbehälter

- Leistung: 50W

Kältemittel: R1233zd, GWP: 1

- Füllmenge: 2,3kg
- CO₂-Äquivalent: 0t

Messbereiche

- Temperatur Heizelement in Sandprobe: 0...250°C
- Durchfluss: 0,4...6L/min

230V, 50Hz, 1 Phase

230V, 60Hz, 1 Phase; 120V, 60Hz, 1 Phase

UL/CSA optional

LxBxH: 2170x790x1900mm

Gewicht: ca. 250kg

Für den Betrieb erforderlich

Wasseranschluss (min. 360L/h, Wassertemperatur max. 16°C), Abfluss oder WL 110.20
PC mit Windows

Lieferumfang

- 1 Versuchsstand
- 1 Gebinde Sand (25kg; 1...2mm Korngröße)
- 1 GUNT-Software + USB-Kabel
- 1 Satz didaktisches Begleitmaterial

ET 262

Erdwärmesonde mit Heatpipe-Prinzip

Optionales Zubehör

WL 110.20 Kaltwassererzeuger