

(19)



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 407 796 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1694/93
(22) Anmeldetag: 23.08.1993
(42) Beginn der Patentdauer: 15.10.2000
(45) Ausgabetag: 25.06.2001

(51) Int. Cl.⁷: **F24J 3/08**

(30) Priorität:
13.10.1992 CH 3200/92 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
US 5135053A

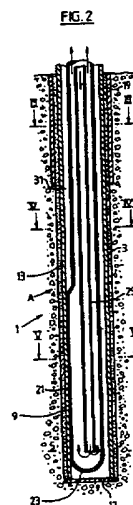
(73) Patentinhaber:
FORALITH AG
CH-9202 GOSSAU SG (CH).

(72) Erfinder:
BERLI STEFAN
ST.GALLEN (CH).
PINGEL REINHARD
DORMAGEN (DE).

(54) ERDWÄRMETAUSCHER

AT 407 796 B

(57) Der Erdwärmetauscher (1) für die Wärmegewinnung in großer Tiefe wird in eine Verrohrung (13) eingebracht, die in ein Bohrloch (3) eingeführt ist und mit der Wandung des Bohrloches (3) in innigem, gut wärmeleitfähigem Kontakt steht. In das Innere der Verrohrung (13) wird ein Schlauch (21) von geringerem Durchmesser eingeführt. Durch die Einleitung von Wärmeübertragungsflüssigkeit oder Heissdampf in den Schlauch (21) dehnt sich dieser im unteren Bereich des Bohrloches (3) aus und legt sich satt an die Innenwand der Verrohrung (13) an. Es wird eine optimale Wärmeleitfähigkeit zwischen dem Erdreich (5) und dem Schlauch (21) erreicht. Der Übergangsbereich (A) zwischen dem an der Verrohrung (13) anliegenden Teil des Schlauches (21) und dem nicht anliegenden Teil wird durch Einbringen der Wärmeträgerflüssigkeit verschlossen.



Gegenstand der Erfindung ist ein Erdwärmetauscher gemäß Oberbegriff des Anspruches 1.

Erdwärmetauscher, in manchen Ländern auch Erdsonden oder Erdwärmesonden genannt, werden eingesetzt um dem Erdreich Wärme zu entziehen und diese mit Hilfe einer Wärmepumpe auf ein höheres Energieniveau zu bringen.

5 Erdwärmetauscher für die Gewinnung von Erdwärme für die Erwärmung von Brauchwasser oder für Heizzwecke in Wohn- und Geschäftshäusern reichen üblicherweise in eine Tiefe von 50 bis 150 m. Zu diesem Zweck werden vertikale Bohrlöcher im Erdreich erstellt und darin koaxial ausgebildete Rohre für die Zuführung und Entnahme von Wärmetauschflüssigkeit, im allgemeinen Wasser, eingebaut. Anstelle von koaxialen Rohren können auch haarnadelförmig ausgebildete
10 Rohre direkt in das Bohrloch eingelegt werden.

Aus der DE-A1-2928414 ist ein Erdwärmetauscher bekannt, der aus zwei koaxial angeordneten Rohren besteht. Das äussere Rohr steht über eine Zementation (mit/oder ohne Beischlagstoffe) in direktem Kontakt mit dem Erdreich und ist unten durch Dichtmittel wie Zementpfropfen, einen Zementationsschuh verschlossen. Das innere Rohr endet in einem Abstand zum unteren
15 Verschluss des äusseren Rohres, so dass Wärmetauschflüssigkeit entweder durch das innere Rohr nach unten und im äusseren Rohr nach oben geleitet werden kann oder umgekehrt. Der Einbau solcher Koaxialsonden in kurze Bohrlöcher im Bereich von 50 bis maximal 150 m kann ohne grosse Probleme erfolgen, weil die Reibung des äusseren Rohres an der Wandung der Bohrung durch das hohe Eigengewicht des äusseren Rohres und mit entsprechenden Druckkräften über-
20 wunden werden kann. In losem Gestein ist es aber schwierig, ein Rohr in das Bohrloch einzuführen, dessen Durchmesser nur geringfügig kleiner ist als der Bohrl Lochdurchmesser.

Um eine grössere Entzugsleistung und damit einen besseren Wirkungsgrad der Anlage zu erlangen, ist es nötig, den Erdwärmetauscher wesentlich weiter, z.B. 500 m und tiefer in den Boden eindringen zu lassen.

25 Aus der US 5.135.053 A ist es bekannt, ein Bohrloch durch eine Verrohrung auszubauen und den äusseren Ringraum zwischen der Wand des Bohrloches und der Verrohrung mit einem Dichtmittel lückenlos aufzufüllen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Erdwärmetauscher zu schaffen, der einen optimalen Wärmeübergang zum umliegenden Erdreich ermöglicht und allen grundwasserschutztechnischen Forderungen entspricht sowie in große Tiefen eingebracht werden kann.

Die gestellte Aufgabe wird durch einen Erdwärmetauscher gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

Es gelingt durch den Einbau eines Schutzrohres, für die Abdichtung der Wärmeleitflüssigkeit einen elastisch oder plastisch dehnbaren Schlauch nachträglich in das Bohrloch einzuführen und
35 einen optimalen Wärmeübergang durch den satt anliegenden Schlauch zu erhalten. Zwischen die rauhe Bohrlochwand und das Schutzrohr kann in einfacher Weise ein gut wärmeleitendes Material eingespritzt werden.

Die Verwendung eines dehnungselastischen Schlauches als Aussenmantel des koaxial ausgebildeten Erdwärmetauschers erlaubt nicht nur, einen optimalen Wärmeübergang zum Stahlrohr zu schaffen, welches als Einführhilfe und Abstützung der Wandung des Bohrloches in dieses einge-
40 bracht worden ist, sondern der Schlauch lässt sich auch mühelos einführen. Die Ausnutzung des statischen Druckes der Wärmetauscherflüssigkeit oder der Druck von Heissdampf zur Aufweitung des äusseren koaxialen Rohres ermöglicht die vollständige Anlage der Schlauchoberfläche am Schutzrohr. Auch oberhalb des gedehnten Bereiches kann in einfacher Weise ein gut flüssiges oder festes wärmeleitendes Material zwischen das Schutzrohr und den Schlauch von oben einge-
45 führt werden. Das Material kann zugleich ein Korrosionsschutzmittel enthalten.

Die Schutzverrohrung kann aus einzelnen Abschnitten bestehen, welche nicht flüssigkeitsdicht miteinander verbunden sein müssen. Dies senkt die Kosten bei der Verlegung der Rohre. Der Schlauch kann, im Gegensatz zu einem Rohr, zusammengerollt mit geringem Transportvolumen auf die Baustelle gebracht werden. Ein aus Metall hergestelltes unteres Ende am Schlauch zieht diesen in die Verrohrung und schützt zudem vor Beschädigung durch Reibung an der Verrohrung.

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen: Figur 1 einen Koaxial-Erdwärmetauscher mit einem herkömmlichen Aufbau, Figur 2 einen Längsschnitt durch einen Erdwärmetauscher mit einem dehnbaren äusseren Sondenmantel; linke Hälfte ge-
55 dehnt, rechte Hälfte ungedehnt, Figur 3 einen Querschnitt durch den Erdwärmetauscher in Figur 2

im Bereich lockerer Erdschichten, längs Linie III - III in Figur 2, Figur 4 einen Querschnitt längs Linie IV - IV durch den Erdwärmetauscher in Figur 2 im mittleren Bereich (ungedehnter Mantel), Figur 5 einen Querschnitt längs Linie V - V in Figur 2 im gedehnten unteren Bereich.

Der in Figur 1 dargestellte Erdwärmetauscher 1, der den Stand der Technik darstellt, ist direkt in eine Bohrung 3 im Erdreich 5 eingeführt. Ein allenfalls zwischen der Wandung der Bohrung 3 und der äusseren Wand des Mantelrohres 7 des Erdwärmetauschers 1 vorliegender Zwischenraum 9 ist durch eine flüssig eingespritzte Zement- und/oder Bentonitlösung ausgefüllt, um einen optimalen Wärmeübergang zwischen dem Mantelrohr 7 und dem Erdreich 5 zu erlangen. Ein zweites Rohr 11, dessen Durchmesser kleiner ist als der Durchmesser des Mantelrohres 7, liegt coaxial zu letzterem und dessen unteres Ende in einem Abstand vom verschlossenen unteren Ende des Mantelrohres 7.

Im Betrieb wird entweder Wärmeträgerflüssigkeit (Wasser oder Wasser-Glykolegemisch) durch das zentrale Rohr 11 eingeleitet und steigt im Ringraum zwischen den beiden Rohren 7 und 11 wieder auf oder die Einleitung erfolgt im Ringraum und der Rückfluss im Rohr 11.

Der erfindungsgemässe Erdwärmetauscher 1, der geeignet ist, eine Wärmeträgerflüssigkeit bis in eine Tiefe von mehreren hundert Metern, z.B. 500 m und tiefer, hinunterzuführen, ist von einer Stahlverrohrung 13 umschlossen. Die Stahlverrohrung 13 weist bei einem Bohrlochdurchmesser von beispielsweise 8,5" einen Durchmesser von ca. 7" auf und besteht aus miteinander verschraubten oder verschweissten Rohrabschnitten, die nach dem Bohren des Bohrloches beispielsweise im "Rotary-Verfahren" in das Bohrloch eingeführt worden sind. Mit einem sogenannten Zementierschuh (nicht dargestellt), der am unteren Ende der Verrohrung 13 angebracht ist, kann der Zwischenraum zwischen dem Bohrloch 3 und der darin eingeführten Verrohrung 13 von unten nach oben mit Zementmasse ausgefüllt werden. Diese Zementmasse, die mit Zusatzmitteln (Bentonit, Beschleuniger oder Verzögerer, Quarzstaub) versetzt werden kann, füllt den gesamten Ringraum bis zutage, d.h. bis zum oberen Ende der Verrohrung 13. Sie bietet Gewähr für eine lückenlose Abdichtung von unerwünschten Zuflüssen wie Wasser, Gas etc.. Auf diese Weise gelingt es, den ursprünglichen geologischen und hydraulischen Zustand des durchbohrten Gebirges wieder herzustellen. Im weiteren ermöglicht die Zementmasse mit oder ohne Zuschlagsstoffe eine optimale Wärmeleitung zwischen dem Erdreich (Gebirge) und der Verrohrung 13.

Im oberen Bereich kann bzw. können im Bohrloch 3 zusätzlich ein oder mehrere Stützrohr(e) 19 eingelassen sein, welches (welche) verhindert (verhindern), dass lockeres Material in die Bohrung 3 eindringt und das Einführen der Verrohrung 13 verhindert oder erschwert.

In der leergepumpten Verrohrung 13 ist ein PE-Schlauch oder ein ähnlicher Kunststoffschlauch 21 eingesetzt, dessen unteres Ende durch ein Fussstück 23 dicht verschlossen ist.

Der Schlauch 21 kann ab Rolle "endlos" oder mittels Spiegelschweissungen von Einzelabschnitten in die gewünschte Einbaulänge gebracht werden. Um das Einführen des Schlauches 21 zu erleichtern, kann dieser vor dem Einführen mindestens teilweise mit Wasser angefüllt werden. Anstelle einer teilweisen Wasserfüllung kann der Schlauch 21 an seinem unteren Ende mit einem Stahlstück versehen werden, welches den Schlauch nach unten zieht. Dies hat den Vorteil, dass der Schlauch 21 durch die Wasserfüllung an seinem unteren Ende nicht gedehnt wird und dadurch keine grössere Reibung an der Stahlverrohrung 13 entstehen kann. Es kann auch ein sogenannter U-Liner eingesetzt werden. Solche U-Liner werden zur Sanierung von Kanalisationsrohren verwendet.

In das Innere des Schlauches 21 wird ein Zentralrohr 25 von geringerem Durchmesser, beispielsweise 50 - 70 mm, eingesetzt. Das Zentralrohr 25 endet in einem Abstand vom Fussstück 23. Alternativ kann anstelle eines gewöhnlichen Kunststoffrohres auch ein mit einer isolierenden Wand versehenes Steigrohr 25 eingesetzt sein. Das Zentralrohr 25 kann mittels Zentrierungen zentriert werden.

Nach dem Einführen des Schlauches 21 und des Zentralrohres 25 in die Verrohrung 13 wird der Schlauch 21 mit Wärmeträgerflüssigkeit, z.B. Wasser oder Wasser-Glykolegemisch, gefüllt. Der mit zunehmender Tiefe steigende statische Druck im Schlauch 21, er beträgt auf 500 m Tiefe immerhin 50 bar - bewirkt eine radiale Dehnung des Schlauches 21, bis dessen Mantel vollständig in Anlage mit der Verrohrung 13 gelangt. Der zuvor dort vorgelegene mittlere Ringraum 31 wird dadurch vollständig geschlossen und ein inniger, wärmeleitender Kontakt zwischen dem Schlauch 21 und der Verrohrung 13 bewirkt. Selbstverständlich muss bei der Materialwahl des Schlauches

21 darauf geachtet werden, dass dieser die geplante Dehnung schadlos übersteht. Anstelle der Füllung mit Flüssigkeit kann auch ein entsprechender Schlauch 21, z.B. ein U-Liner-Schlauch, mittels Heissdampf oder Heisswasser analog gedehnt werden.

5 Ab einer bestimmten Tiefe verringert sich der von innen auf den Schlauch 21 wirkende statische Druck soweit, dass nur noch eine geringe Dehnung erfolgt und keine Berührung mit der Verrohrung 13 mehr zustande kommen kann. Der Ringraum 31 wird später durch eine Wärmeträger-Rostschutzflüssigkeit aufgefüllt. Bei Verwendung eines durch Wärme irreversibel gedehnten Schlauches 21 ist das Einbringen von Wärmeträger-/Rostschutzflüssigkeit nicht notwendig.

10 Die Wärmeübertragungsflüssigkeit kann durch das Zentralrohr 25 von oben nach unten geleitet und im Ringraum zwischen dem Zentralrohr 25 und dem Schlauch 21 nach oben aufsteigen. Beim Aufsteigen wird der Umgebung (Erdreich, Gebirge) Wärme entzogen. Selbstverständlich kann auch in umgekehrter Weise verfahren werden und das eingeleitete Wasser im inneren Ringraum 32 nach unten gepumpt und durch das Zentralrohr 25 nach oben zurückfließen.

15 Die erwärmte Wärmeträgerflüssigkeit, z.B. Wasser, wird einer Wärmepumpe (nicht dargestellt) zugeleitet und von dort nach Entzug eines Teils der Wärme wieder in den Erdwärmetauscher 1 eingeführt.

PATENTANSPRÜCHE:

20

1. Erdwärmetauscher für den Entzug von Erdwärme aus einem vertikalen Bohrloch, mit einem in Kontakt mit dem Erdreich oder Gebirge stehenden Mantel und einem im Mantel eingesetzten Zentralrohr, dadurch gekennzeichnet, daß der Mantel als elastisch dehnbarer, an seinem unten im Bohrloch (3) zu liegen kommenden Ende verschlossener Schlauch (21) ausgebildet ist, der mit einer wärmeleitenden Flüssigkeit gefüllt, im unteren Bereich durch den statischen Druck der Wassersäule der wärmeleitenden Flüssigkeit oder durch Einbringen von Heißdampf ballonartig aufgedehnt an der Wandung des Bohrloches (3) anliegt.
- 25 2. Erdwärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Wandung (4) des Bohrloches (3) und dem Schlauch (21) eine Verrohrung (13) eingesetzt ist und der zwischen der Verrohrung (13) und der Wand (4) gebildete äußere Ringraum (9) mit einem wärmeleitenden Dichtmittel aufgefüllt ist.
- 30 3. Erdwärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Ringraum (31) zwischen dem Schlauch (21) und der Verrohrung (13) oberhalb des ballonartig ausgedehnten Bereiches (A) mit einem Material, beispielsweise Zement- und/oder Bentonitlösung, aufgefüllt ist.
- 35 4. Erdwärmetauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Material mit Rostschutzmittel versetzt ist.
- 40 5. Erdwärmetauscher nach Anspruch 2 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verrohrung (13) unten verschlossen ist und aus einem einzigen oder aus mehreren zusammengesetzten Rohrabschnitten besteht.
6. Erdwärmetauscher nach Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlauch (21) aus einem einzigen Stück oder aus stirnseitig geschweißten (gespiegelten) Schlauchabschnitten besteht.
- 45 7. Erdwärmetauscher nach Anspruch 2 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß am unteren Ende des Schlauches (21) ein Fußstück (23) aus Metall befestigt ist.

50

HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN

55

