

①



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ **CH 689 402 A5**

⑤① Int. Cl.⁶: F 28 D 015/00
F 28 F 001/40
E 21 B 023/00
F 24 J 003/08

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

②① Gesuchsnummer: 03200/92

②② Anmeldungsdatum: 13.10.1992

②④ Patent erteilt: 31.03.1999

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 31.03.1999

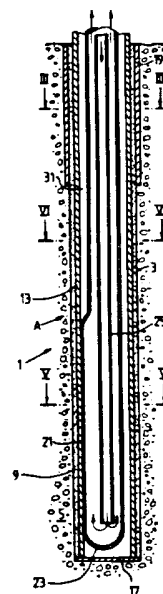
⑦③ Inhaber:
Foralith AG Bohr- und Bergbautechnik,
St. Galler Strasse 12, 9202 Gossau SG (CH)

⑦② Erfinder:
Berli, Stefan, St. Gallen (CH)
Pingel, Reinhard, Dormagen 1 (DE)

⑦④ Vertreter:
Hans Rudolf Gachnang Patentanwalt, Badstrasse 5,
Postfach, 8500 Frauenfeld (CH)

⑤④ **Verfahren zum Einbringen einer Erdsonde und Erdsonde.**

⑤⑦ Die Erdsonde (1) für die Wärmeengewinnung in grosser Tiefe wird in eine Verrohrung (13) eingebracht, die in ein Bohrloch (3) eingeführt ist und mit der Wandung (4) 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.



Beschreibung

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Einbringen einer Erdsonde gemäss Oberbegriff des Anspruches 1 und eine Erdsonde gemäss Patentanspruch 2.

Erdsonden werden eingesetzt um dem Erdreich Wärme zu entziehen und diese mit Hilfe einer Wärmepumpe auf ein höheres Energieniveau zu bringen.

Erdsonden 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 coaxial ausgebildete Rohre für die Zuführung und Entnahme von Wärmetauscherflüssigkeit, im allgemeinen Wasser, eingebaut. Anstelle von coaxialen Rohren können auch haarnadelförmig ausgebildete Rohre direkt in das Bohrloch eingelegt werden.

Aus der DE-A1 2 928 414 ist eine Erdwärmesonde bekannt, die aus zwei coaxial 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 untern Verschluss des äusseren Rohres, so dass Wärmetauscherflüssigkeit entweder durch das innere Rohr nach unten und im äusseren Rohr nach oben geleitet werden kann oder umgekehrt. Der Einbau solcher Coaxialsonden 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 überwunden werden kann. In losem Gestein ist 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, die Erdsonde wesentlich länger, z.B. 500 m und tiefer in den Boden eindringen zu lassen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zum Einbringen einer Erdsonde in grosse Tiefen zu schaffen. Der Erfindung liegt weiter die Aufgabe zu Grunde eine Erdsonde zu schaffen, die einen optimalen Wärmeübergang zum umliegenden Erdreich ermöglicht und allen grundwasserschutztechnischen Forderungen entspricht.

Die gestellte Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäss den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1 sowie eine Erdsonde gemäss Anspruch 2 gelöst.

Es gelingt durch die Verwendung eines dehnungselastischen Schlauches als Aussenmantel der coaxial ausgebildeten Erdsonde einen optimalen Wärmeübergang zum Stahlrohr zu schaffen, welches als Einführhilfe und Abstützung der Wandung des Bohrloches in dieses eingebracht worden ist.

Die Ausnutzung des statischen Druckes der Wärmetauscherflüssigkeit oder Heissdampf zur Aufweitung des äusseren coaxialen Rohres ermöglicht ein reibungsarmes Einführen desselben in das Stützrohr.

Die Erfindung wird anhand eines illustrierten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Coaxialerdsonde mit einem herkömmlichen Aufbau,

Fig. 2 eine Erdsonde mit einem dehnbaren äusseren Sondenmantel; linke Hälfte gedehnt, rechte Hälfte ungedehnt,

Fig. 3 einen Querschnitt durch die Erdsonde in Fig. 2 im Bereich lockerer Erdschichten, längs Linie III-III in Fig. 2,

Fig. 4 einen Querschnitt längs Linie IV-IV durch die Erdsonde in Fig. 2 im mittleren Bereich (ungedehnter Mantel),

Fig. 5 einen Querschnitt längs Linie V-V in Fig. 2 im gedehnten unteren Bereich.

Die in Fig. 1 dargestellte Erdsonde 1 aus dem Stand der Technik 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 der Erdsonde vorliegender Zwischenraum 9 ist durch eine flüssig eingespritzte Zement- und/oder Bentonitlösung ausgefüllt, um einen optimalen besseren 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-Glykolkemisch) 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.

Die erfindungsgemässe Erdsonde 1, die geeignet ist, eine Wärmeträgerflüssigkeit bis in eine Tiefe von mehreren hundert Metern, z.B. 500 m und tiefer, hinunter zu führen, ist von einer Stahlverrohrung 13 umschlossen. Die Stahlverrohrung 13 weist bei einem Bohrl Lochdurchmesser von beispielsweise 21,6 cm einen Durchmesser von ca. 17,8 cm 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 ausgefüllt werden. Diese Zementmasse, die mit Zusatzmitteln (Bentonit, Beschleuniger oder Verzögerer, Quarzstaub) versetzt werden kann, füllt den gesamten Ringraum bis zu Tage, 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 ursprüng-

lichen 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 im Bohrloch 3 zusätzlich ein oder mehrere Stützrohr(e) 19 eingelassen sein, welches verhindert, 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 eine sogenannte U-Liner eingesetzt werden. Solche U-Liner werden zur Sanierung von Kanalisationsrohren verwendet.

In das Innere des Schlauches wird ein Zentralrohr 25 von geringerem, beispielsweise 50–70 mm, Durchmesser eingesetzt. Das Zentralrohr 25 endet in einem Abstand vom Fussstück 23. Alternativ kann anstelle eines gewöhnlichen Kunststoffrohres auch ein mit einer abschnittweisen Wandisolierung 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 Ringraum wird dadurch vollständig geschlossen und ein inniger, wärmeleitender Kontakt zwischen dem Schlauch 21 und der Verrohrung 13 bewirkt. Selbstverständlich wurde bei der Materialwahl des Schlauches 21 darauf geachtet, dass dieser die geplante Dehnung schadlos übersteht. Anstelle der Füllung mit Flüssigkeit kann auch ein entsprechender Schlauch, z.B. ein U-Liner-Schlauch, mittels Heissdampf oder Heisswasser analog gedehnt werden.

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-Rostschutzflüs-

sigkeit aufgefüllt. Bei Verwendung eines durch wärme irreversibel gedehnten Schlauches ist das Einbringen Wärmeträger-/Rostschutzflüssigkeit nicht notwendig.

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 Ringraum nach unten gepumpt und durch das Zentralrohr 25 nach oben zurückfliessen.

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

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einbringen einer Erdsonde (1) in ein Bohrloch (3), das durch eine Verrohrung (13) ausgebaut und bei dem der äussere Ringraum (9) zwischen der Wand (4) des Bohrloches (3) und der Verrohrung (13) mit einem gut leitenden Dichtmittel lückenlos aufgefüllt ist, dadurch gekennzeichnet, dass

– in die leere Verrohrung (13) ein an seinem unten zu liegen kommenden Ende verschlossener Schlauch (21) eingeführt wird,

– in den Schlauch (21) ein unten offenes Zentralrohr (25) eingelegt wird,

– der Schlauch (21) mindestens teilweise mit einer wärmeübertragenden Flüssigkeit aufgefüllt und durch den statischen Druck der Flüssigkeit der Schlauch (21) ballonartig gedehnt wird oder dass der Schlauch (21) mittels Heissdampf ballonartig gedehnt wird, bis eine innige Anlage an der Verrohrung (13) erfolgt,

– im Übergang vom gedehnten zum ungedehnten Schlauchbereich (A) der Ringraum mit gut wärmeleitendem flüssigem oder festem Material aufgefüllt wird.

2. Erdsonde für den Entzug von Erdwärme aus einem vertikalen Bohrloch, mit einer in Kontakt mit dem Erdreich oder Gebirge stehenden Verrohrung (13) und einem in der Verrohrung (13) eingesetzten Zentralrohr (25), gemäss Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in die Verrohrung (13) ein als elastisch dehnbarer, an seinem unten im Bohrloch (3) zu liegen kommenden Ende verschlossener Schlauch (21) eingelegt 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 der das Bohrloch (3) auskleidenden Verrohrung (13) anliegt.

3. Erdsonde nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Ringraum (31) zwischen dem Schlauch (21) und der Verrohrung (13) oberhalb des ballonartig ausgedehnten Bereiches (A) mit einem Material aufgefüllt ist.

4. Erdsonde nach Anspruch 3, dadurch gekenn-

zeichnet, dass das Material flüssig oder fest vorliegt und mit oder ohne Rostschutzmittel versetzt ist.

5. Erdsonde nach einem der Ansprüche 2 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Verrohrung (13) unten verschlossen ist und aus einem einzigen oder aus mehreren zusammengesetzten Rohrab-

5

schnitten besteht.
6. Erdsonde nach einem der Ansprüche 2 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlauch (21) aus einem einzigen Stück oder aus stirnseitig geschweissten Schlauchabschnitten besteht.

10

7. Erdsonde nach einem der Ansprüche 2 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass am unteren Ende des Schlauches (21) ein Fussstück (23) aus Metall befestigt ist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

4

FIG. 1

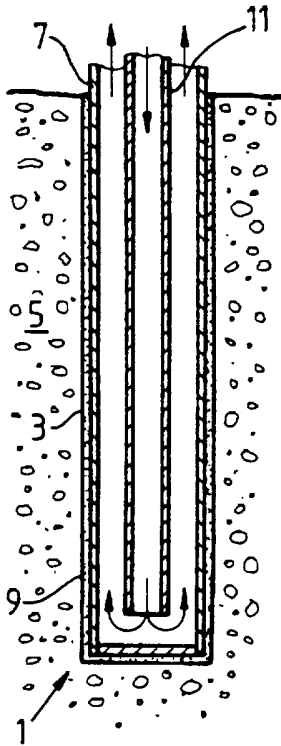


FIG. 2

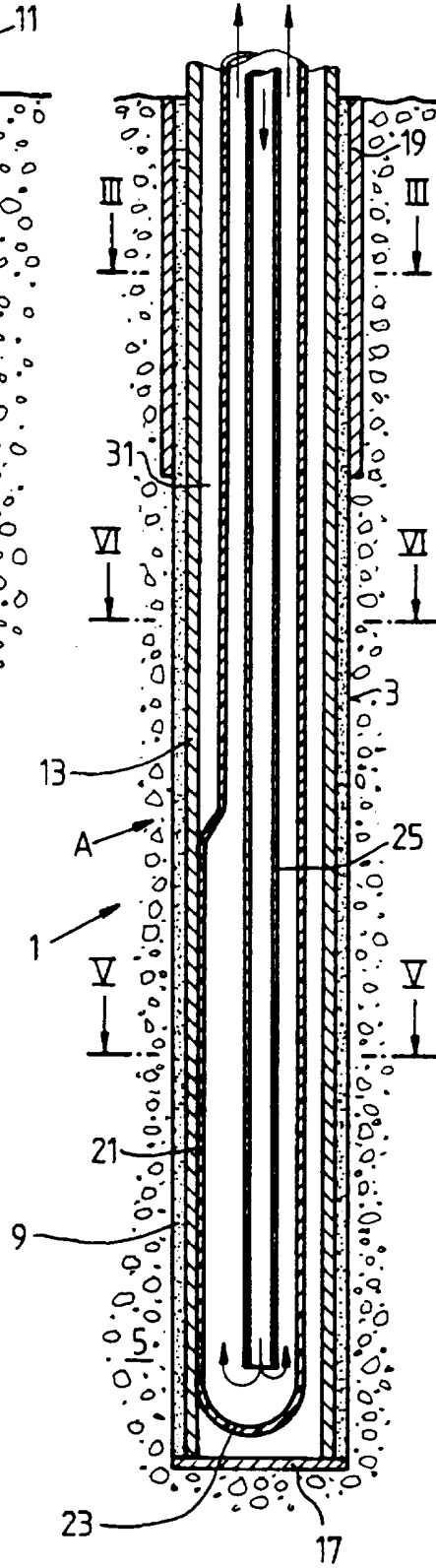


FIG. 3

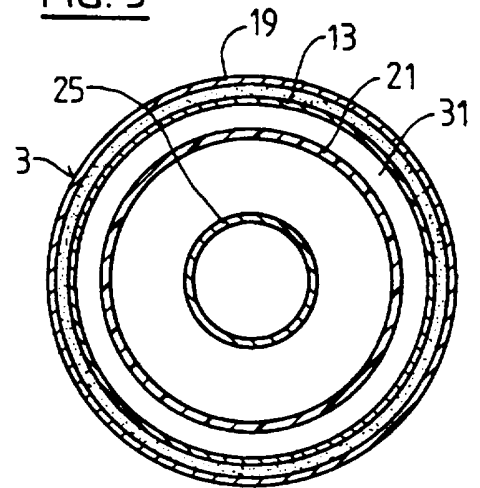


FIG. 4

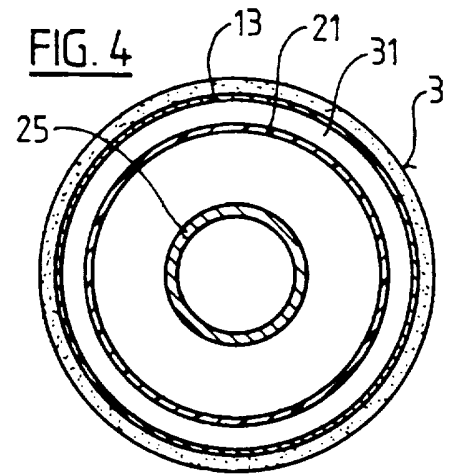


FIG. 5

