



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2005 036 472 B3 2006.09.07**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 036 472.1**  
 (22) Anmeldetag: **03.08.2005**  
 (43) Offenlegungstag: –  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **07.09.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F24J 3/08 (2006.01)**  
**E21B 7/04 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Wolff, Helmut, Dr.-Ing., 13595 Berlin, DE**

(72) Erfinder:  
**gleich Patentinhaber**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 43 93 857 C2**  
**DE 3 13 257 C**  
**DE 38 01 933 A1**  
**US 40 16 942**  
**US 35 18 840**  
**US 34 06 766**

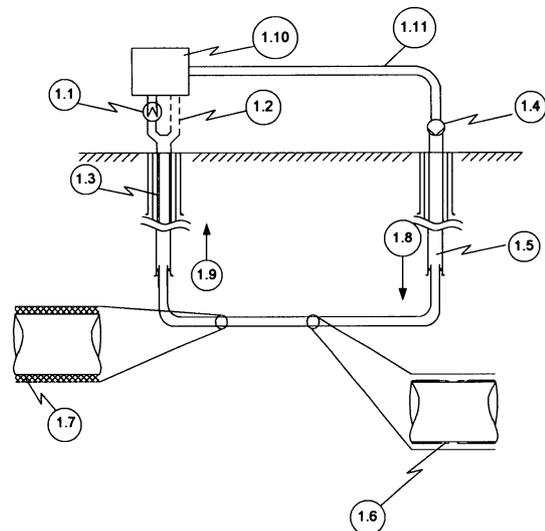
(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Erstellen eines untertätig geschlossenen geothermischen Wärmetauschers und Einrichtung zur Nutzung der Erdwärme aus großen Tiefen in einem geschlossenen Rohrsystem**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung ist dem Gebiet der Nutzung regenerativer Energien, speziell der Gewinnung und Nutzung von Erdwärme aus dem tiefen Untergrund zuzuordnen. Diese Nutzung von Erdwärme kann sowohl die direkte Nutzung der thermischen Energie als auch deren Umwandlung in mechanische oder elektrische Energie umfassen.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung zur Nutzung der Erdwärme aus großen Tiefen in einem geschlossenen Rohrsystem anzugeben, dass sich technisch und wirtschaftlich realisieren lässt. Diese Problem wird für ein Verfahren bzw. eine Einrichtung zur Nutzung der Erdwärme aus großen Tiefen in einem geschlossenen Rohrsystem dadurch gelöst, dass zwei Tiefbohrungen untertätig flüssigkeitsdicht ausgebaut und miteinander verbunden werden bzw. sind.

Vorteilhaft ausgeführt wird dies mit einem sich ausdehnenden Innenrohr (Expandable Liner 1.6) und durch den Einsatz wärmeleitfähigkeitssteigernder Zemente (1.7).

Ein derartiges untertätig geschlossenes geothermisches Wärmetauscher-System ist in der Erstellung und Unterhaltung wirtschaftlich kalkulierbar. Es ermöglicht eine innovative Nutzung der regenerativen Energie Erdwärme.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erstellen eines untertägig geschlossenen geothermischen Wärmetauschers und eine Einrichtung zur Nutzung der Erdwärme aus großen Tiefen in einem geschlossenen Rohrsystem.

## Stand der Technik

**[0002]** Ein Verfahren zur Aufnahme von Erdwärme durch einen untertägig geschlossenen geothermischen Wärmetauscher ist aus der Offenlegungsschrift DE 38 01 933 A1 bekannt. Eine entsprechende Einrichtung zur Entnahme von Kraft und Wärme aus dem Erdinnern ist der Patentschrift DE 313 257 C entnehmbar. Beide Druckschriften zeigen in den Zeichnungen ins Erdinnere geführte wassergefüllte, teils wärmeisolierte Rohre, welche unten durch nicht isolierte Rohre verbunden sind. Den jeweiligen Beschreibungen ist jedoch nicht zu entnehmen, wie derartige untertägig geschlossene geothermische Wärmetauscher erstellt werden, bzw. wie sie flüssigkeitsdicht ausgeführt werden können.

**[0003]** Aus den Druckschriften US 4,016,942 und US 3,406,766 sind Verfahren und Vorrichtungen zum untertägigen Aufeinanderzubohren von Tiefbohrlöchern bekannt. Des Weiteren ist der Druckschrift US 3,518,840 eine Abdichtung derartiger Verbindungen gegenüber der Gesteinsformation entnehmbar, wobei ein Verpressen mit Zement zur Verringerung der Durchlässigkeit des Gesteins vorgesehen ist. Ferner ist in der Patentschrift DE 43 93 857 C2 ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Abdichten einer Stoßstelle zwischen einem vertikalen und einem seitlichen Bohrloch beschrieben. Eine wiederverwendbare, aufblähbare Form wird hier zum Erstellen einer undurchlässigen Verbindung aus einem aushärtbaren oder festwerdenden Werkstoff (zum Beispiel Epoxide, andere Polymere oder Zement) benötigt.

## Aufgabenstellung

**[0004]** Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Verfahren zum Erstellen eines, untertägig geschlossenen geothermischen Wärmetauschers und eine Einrichtung zur Nutzung der Erdwärme aus großen Tiefen in einem geschlossenen Rohrsystem anzugeben, das bzw. die sich technisch und wirtschaftlich realisieren lässt.

**[0005]** Dieses Problem wird für ein Verfahren zum Erstellen eines untertägig geschlossenen geothermischen Wärmetauschers durch die Merkmale des Anspruchs 1 und für eine Einrichtung zur Nutzung der Erdwärme aus großen Tiefen in einem geschlossenen Rohrsystem durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils von Anspruchs 3 gelöst.

**[0006]** Vorteilhafte Ausführungsarten der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

## Ausführungsbeispiel

**[0007]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

**[0008]** Bild 1 eine Prinzipdarstellung einer Einrichtung zur Nutzung der Erdwärme aus großen Tiefen in einem geschlossenen Rohrsystem,

**[0009]** Bild 2 die Herstellung der untertägigen Verbindung,

**[0010]** Bild 3 eine Prinzipdarstellung des Bohrlochverlaufes,

**[0011]** Bild 4 Wirkung von Isolationssystemen an einem Beispiel,

**[0012]** Bild 5 Auskühlung des Gebirges um einen untertägig geschlossenen geothermischen Wärmetauscher für eine Beispiellokation und

**[0013]** Bild 6 Entwicklung der Wärmeträgerfluidtemperatur über die Betriebsdauer an einem Beispiel.

**[0014]** Die Erfindung beruht auf der Erschließung der Erdwärme eines Nutzhorizontes über zwei vertikale Bohrungen sowie deren Verbindung über eine oder mehrere Horizontalbohrungen mit langer Erstreckung. Die Horizontalstrecke wird aus den beiden Vertikalbohrungen durch Aufeinanderzufahren erstellt, verbunden und anschließend verrohrt, so dass ein fluiddichtes System aufgebaut werden kann. Daraufhin wird ein Wärmeträgerfluid **1.5** ohne Stoffaustausch mit dem umgebenden Gebirge in einem Kreislauf durch das System geführt. Dieses System schließt die herkömmlichen Risiken im Zusammenhang mit der Fündigkeit bei der hydrothermalen Energiegewinnung sowie das Austreten von Ausfällungs- bzw. Korrosionserscheinungen, wie allgemein beim laufenden Betrieb offener Systeme, aus. Die Bereitstellung von Grundlaststrom unter hoher Verfügbarkeit (~95%) erhöht insbesondere im Zusammenhang mit einer möglichen Wärmenutzung die Standortunabhängigkeit des Systems deutlich.

**[0015]** Die fluiddichte Verbindung beider Bohrstränge zu einem geschlossenen System wird über sogenannte Expandable Liner **1.6** hergestellt. Zur Erhöhung des Energieertrags kann die Zementation der Bohrung in den Bereichen der Wärmeübertragung mit wärmeleitfähigkeitsgesteigerten Zementen **1.7** erfolgen. Des Weiteren sollte eine Isolation **1.3** im Steigrohrbereich vorgesehen werden, um einen Energieverlust während der Förderung zu reduzieren.

**[0016]** Als Wärmeträgerfluid **1.5** kann jede Flüssig-

keit von Wasser bis hin zu flüssigen organischen Substanzen, wie zum Beispiel Isobutan, dienen. Auch mehrphasige Stoffgemische sind denkbar. Dies hängt ausschließlich von der anschließenden Nutzung der Wärmeenergie ab. Durch die Zirkulation in der Fließrichtung **1.8** und **1.9** durch die geschlossene Rohrleitung wird das Fluid im unteren Teil des Bohrloches erwärmt und, je nach Umgebungstemperatur, entweder direkt oder teilweise verdampft **1.2** bzw. als heiße Flüssigkeit einem Wärmetauscher **1.1** zugeführt. Dort kann die Nutzung der gewonnenen Energie entweder zur Erzeugung elektrischen Stroms oder mechanischer Energie durch geeignete Umwandlungen oder direkt zum Heizen von Gebäuden oder als Prozesswärme in einer Konversionsanlage **1.10** erfolgen. Zur Stromerzeugung eignen sich aufgrund der durch die Bohrtechnik realisierbaren Teufen und damit der entsprechenden Temperaturbereiche das ORC- bzw. Kalinaverfahren. Dort wird die Temperatur des zirkulierenden Primärmediums am Steigrohrkopf genutzt, um ein Sekundärmedium zu verdampfen und mit diesem Dampf eine Turbinen-Generator-Kombination zur Stromerzeugung zu betreiben. Die Rücklaufleitung **1.11** fördert, unterstützt von einer konventionellen über Tage installierten Pumpe **1.4**, das Wärmeträgerfluid **1.5** zurück in das Fallrohr.

**[0017]** Aufgrund der hohen Anforderungen, die das untertägig geschlossene geothermische Wärmetauscher-System an die Tiefbohrtechnik stellt, ist es notwendig, statt konventioneller Richtbohrsysteme automatisch steuernde Bohrsysteme zu verwenden. Die wesentlichen Vorteile dieser Werkzeuge liegen in der hohen Bohrlochqualität, der guten Steuerbarkeit und der Möglichkeit, von Übertage einen Steuervektor vorzugeben. Die Kombination zwischen einem solchen Richtbohrwerkzeug und einem Ortungsgerät ermöglicht das Aufeinanderzufahren und letztlich die Verbindung zweier Horizontalbohrungen zu einem fluiddichten System.

**[0018]** Die hier in Bild 2 dargestellte Zielbohrtechnik ist weitgehend aus der Kohlenwasserstofftechnik bekannt. Die beiden abgelenkten Bohrungen **2.1** werden bis in ihre jeweiligen Zielgebiete **2.2** abgeteuft (Bildteil „A“). Anschließend werden ein Sender **2.4** und ein Empfänger **2.3** in die jeweiligen Bohrungen **2.1** installiert (Bildteil „B“). Die Signalübermittlung ermöglicht die Berechnung der Länge der Verbindungsstrecke vs (Bildteil „C“). Anschließend ist mit den aus der Kohlenwasserstofftechnik bekannten Zielbohrgeräten **2.6** das präzise Bohren entlang des vorgegebenen Pfades möglich (Bildteil „D“). Während der Erstellung der Verbindung erfolgt die Übermittlung **2.7** der aktuellen Position der Zielbohrgarnitur, der Indikation der Verbindung sowie entgegengesetzt etwaiger Steuer- und Korrektursignale über die Spülungssäule mit Hilfe des (Measurement While Drilling) MWD-Verfahrens (Bildteil „E“). Zur Realisie-

rung einer fluiddichten Verbindung sollte die Verbindungsstelle „geglättet“ werden (Bildteil „F“), um das Hindurchfahren der Verrohrung nicht zu behindern. Die eigentliche Komplettierung der Verbindungsstelle erfolgt mit Hilfe eines Expandable Liner **2.8**, der durch Ausdehnung die beiden Verrohrungssegmente **2.9** der Bohrungen **2.1** flüssigkeitsdicht miteinander verbindet (Bildteil „G“). Zur mechanischen Stabilisierung und zur Herstellung eines festen Verbundes mit dem Gebirge wird der Ringraum zwischen Verrohrung und Bohrlochwand anschließend mit Zement **2.10** gefüllt. Um das Wegfließen in den unbenutzten Teil der unteren Bohrung **2.1** zu verhindern, kann ein Packer **2.11** gesetzt werden. Der Zementmantel stellt gleichzeitig eine wichtige Verbindung zwischen Gebirge und untertägig geschlossenem geothermischen Wärmetauscher dar, weil über diesen die Wärmeübertragung realisiert wird. Aus diesem Grunde erscheint die Anwendung wärmeleitfähigkeitssteigernder Zusätze zum Zement **2.10** sinnvoll.

**[0019]** Die Betriebsweise des geschlossenen Rohrsystems einschließlich der Druckverluste ist aufgrund der bekannten Verrohrungsgeometrie berechenbar. Dies stellt ebenfalls einen Vorteil dieser Technologie gegenüber offenen Systemen dar. Dort sind Förderaten und Druckverluste erst bestimmbar, wenn das gesamte System installiert ist. Außerdem können aufgrund von Ausfällungen Änderungen im Betriebsverhalten auftreten. Wie bereits erwähnt, findet kein Stoffaustausch zwischen dem geschlossenen Rohrsystem und der Formation statt. Es wird ausschließlich die Wärmeübertragung vom Gebirge durch die Zementation und Verrohrung auf den Wärmeträger genutzt.

**[0020]** Die mit Hilfe eines erfindungsgemäßen geschlossenen Systems gewinnbare Energie liegt im Bereich anderer geothermischer Systeme. Dies gilt insbesondere für die auskoppelbare spezifische elektrische Leistung bei der Stromerzeugung, jedoch ohne die sonst unvermeidlichen Risiken hinsichtlich der Fündigkeit und beim laufenden Betrieb. Die Nettoleistung einer erfindungsgemäßen Einzelanlage hängt im Wesentlichen ab von der örtlichen geothermischen Tiefenstufe, der Teufe bzw. der lateralen Erstreckung des Systems sowie der Wärmeleitfähigkeit des umgebenden Gesteins und kann bis zu 1 MW betragen. Aufgrund der geringen Korrosion und der fehlenden äußeren Hindernisse durch den vermiedenen Stoffaustausch kann mindestens mit einer Lebensdauer im Bereich derer von Kohlenwasserstoffspeichern (+30 Jahre) gerechnet werden.

**[0021]** Die praktische Ausführung eines geschlossenen Rohrsystems hinsichtlich der Auslegung der Bohrungsgeometrie hängt zunächst von den geologischen Randbedingungen ab. Darüber hinaus sind analog zur Bohrungsplanung in der Kohlenwasserstoffindustrie vielfältige Untersuchungen nötig, um ei-

nen optimalen Bohrlochverlauf (Bild 3) zu realisieren. Ein erfindungsgemäßes geschlossenes Rohrsystem ist bestimmt durch seine absolute vertikale Teufe  $t$  sowie die laterale Erstreckung  $l$ . Diese ergeben sich aus der Kombination der Auslegung der verschiedenen Bohrlochabschnitte, speziell aus der Länge des vertikalen Teils **3.1**, der Länge und Neigung des abgelenkten Teils **3.2**, der Teufe des Kick-Off-Points **3.5** von dem aus der tangentielle Teil **3.3** unter einem Tangentenwinkel  $\alpha$  bis zur Verbindung **3.4** erstellt wird. Wesentlich für die Optimierung des Energieertrags aus dem erfindungsgemäßen geschlossenen Rohrsystem ist die Auslegung des Tangentenwinkels  $\alpha$ , der gemeinsam mit der Länge des tangentialen Teils **3.3** die Durchfahrung des Untergrundbereiches mit der zu nutzenden Wärme darstellt. Bisher betrachtete und auf ihre technische Machbarkeit hin untersuchte Bohrpfade liegen im Teufenbereich von 3.000 bis circa 5.000 m bei lateralen Erstreckungen von 10 bis 20 km. Als Beispiel für die folgenden Ausführungen soll eine Bohrung betrachtet werden mit 14,7 km Länge und einer vertikalen Teufe von 3.471 m in einen Salzstock (Oberkante bei circa 450 m) hinein. Die Verrohrung erfolgt mit einer 20"-Standrohrtour im Bereich der Deckschichten (circa 50 m), einer durchgehenden 13 5/8"-Verrohrung in den Schichten über dem Salzstock (bis circa 270 m) sowie mit einer 9 5/8"-Verrohrung in den Salzstock hinein und einem 7" Liner zur Verbindung der beiden Bohrungen. Aufgrund der Geometrie und eines angenommenen geothermischen Gradienten von 3,5°C/100m Tiefe lässt sich eine Temperatur von 122,5°C im Gebirge erwarten. In Abhängigkeit von der Wärmeleitfähigkeit des Gesteins, des Zementmantels und der Verrohrung sowie vom Volumenstrom, mit dem das Wärmeträgerfluid durch den untertägig geschlossenen geothermischen Wärmetauscher zirkuliert, wird dieses aufgeheizt. Auf dem Weg von unter Tage zur Konversionsanlage kann je nach Gebirgsbeschaffenheit ein beträchtlicher Teil davon wieder verloren gehen. Deshalb ist der Einsatz von Isolationsmaterialien sinnvoll. Dies können entweder evakuierte Rohrtouren sein bzw. Zemente mit isolierenden Zusätzen. Dabei sind grundsätzlich drei Szenarien zu unterscheiden, deren Wirkung das Diagramm im Bild 4 zeigt. Ein unisolierter Rohrstrang verliert von seiner Maximaltemperatur im Untergrund (circa 107°C) etwa 5°C. Darüber hinaus ist bereits das Wärmeaufnahmevermögen eingeschränkt, weil mit einer Eingangstemperatur **4.1** gearbeitet wird, die größer ist als die des Gebirges im oberen Abschnitt der Bohrung. Dies führt zu einem Verlust von etwa 2 bis 3°C. Die Isolation des Steigrohrstranges setzt die Aufstiegsverluste deutlich herab und führt zu einer Steigrohrtemperatur **4.2**. Um ein Maximum der im Untergrund aufgenommenen Wärme mit einer Steigrohrtemperatur **4.3** nach über Tage zu fördern, müssen sowohl das Fall- als auch das Steigrohr isoliert werden. Die Isolation erfolgt sinnvoller Weise bis zu der Teufe, ab der bzw. in der das Gebirge gerade noch so warm ist wie das Wärmeträger-

fluid selbst. Im betrachteten Beispiel wird übertägig eine ORC-Anlage zur Umwandlung der Wärme in elektrischen Strom eingesetzt. Damit ist nach der optimalen Auslegung des Volumenstroms des Wärmeträgerfluids eine Nettoauskopplung von 128 kW erreichbar (ohne Isolierung bei einem ORC-Wirkungsgrad von circa 10%).

**[0022]** Um die Darstellung größerer Energiemengen zu erreichen, lässt sich das System mit mehreren Rohrsträngen (Loops) ausführen. Dabei ist darauf zu achten, dass diese sich nicht untereinander beeinflussen. Berechnungen für einen anderen Beispielfall haben ergeben, dass die Einflusslänge (Distanz zur Rohrachse) des Wärmeentzugs im Bereich von etwa 100 m liegt (siehe Bild 5). Daraus folgt, dass ein benachbarter Rohrstrang (Loop) im Untergrund circa 200 m vom ersten entfernt liegen müsste. Dies ist mit einer Abweichung der Bohransatzpunkte von circa 5 m an der Oberfläche mit Hilfe der Richt- und Zielbohrtechnik zu realisieren, so dass die Inanspruchnahme der Oberfläche gering bleibt.

**[0023]** Zur Betrachtung der möglichen Betriebsdauer einer erfindungsgemäßen untertägig geschlossenen geothermischen Wärmetauscher-Anlage wurde an einem weiteren Beispiel die Entwicklung der Wärmeträgerfluid-Temperatur über die Zeit simuliert (siehe Bild 6), um Aussagen zur Nutzungsdauer machen zu können. Auch hier zeigt sich eine asymptotische Annäherung an einen Betriebszustand, der dann lange Jahre (untersucht bis 60 Jahre) erhalten bleibt.

**[0024]** Mit der dargestellten Erfindung lassen sich zusammenfassend folgende Vorteile erzielen

1. Das Konzept eines untertägig geschlossenen Rohrsystems verhindert den Stoffaustausch mit dem Wärmeträgerhorizont. Damit wird die betriebliche Verfügbarkeit eines solchen Systems im Vergleich zu offenen Systemen erhöht.
2. Die Zirkulation des Wärmeträgerfluids durch einen geschlossenen Rohrstrang macht das System standortunabhängig, da keine natürlichen oder künstlichen Wegsamkeiten im Trägerhorizont benötigt werden. Damit kann die benötigte Energie dort erzeugt werden, wo die Versorgung notwendig ist, dass heißt keine Stromleitertrassen und Transportverluste.
3. Damit wird außerdem das bei offenen Systemen einzukalkulierende Fündigkeits- und Förderisiko eliminiert.
4. Die dargestellte Geometrie des untertägig geschlossenen Rohrsystems in Form eines großen U-Rohres (siehe Bild 1 und Bild 3) sichert eine ausreichend große Wärmetauscherfläche und verhindert gleichzeitig die Abkühlung des erwärmten Fluides durch einen isolierten Steigrohrstrang.

## Bezugszeichenliste

1.1	Wärmetauscher
1.2	Direktverdampfung
1.3	Förderrohr-Isolation
1.4	Pumpe
1.5	Wärmeträgerfluid
1.6	Expandable Liner
1.7	Wärmeleitfähigkeitsgesteigerter Zement
1.8	Fließrichtung des kalten Wärmeträgerfluids
1.9	Fließrichtung des erwärmten Wärmeträgerfluids
1.10	Konversionsanlage
1.11	Rücklaufleitung
2.1	Bohrungen
2.2	Zielgebiet
2.3	Empfänger
2.4	Sender
2.5	Verbindungsbohrung
2.6	Zielbohrgerät
2.7	Übermittlung der Signale durch die Spülung
2.8	Expandable Liner
2.9	Verrohrung
2.10	Zement
2.11	Packer
3.1	vertikaler Teil
3.2	geneigter Teil
3.3	tangentialer Teil
3.4	horizontale Verbindung
3.5	Kick-Off-Point
4.1	Fallrohrtemperatur, isoliertes Rohr
4.2	Steigrohrtemperatur, unisoliertes Rohr
4.3	Steigrohrtemperatur, isoliertes Rohr
vs	Länge der Verbindungsstrecke
l	laterale Erstreckung
t	vertikale Teufe
$\alpha$	Tangentenwinkel

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Erstellen eines untertägig geschlossenen geothermischen Wärmetauschers mit folgenden Merkmalen:

- Zwei abgelenkte Bohrungen (2.1) werden aufeinander zu bis in ihre jeweiligen Zielgebiete (2.2) abgeteuft;
- ein Sender (2.4) und ein Empfänger (2.3) werden zur exakten Lagebestimmung in den jeweiligen Bohrungen (2.1) installiert;
- die Länge und die Lage der Verbindungsstrecke (vs) werden berechnet;
- die Verbindungsbohrung (2.5) wird mit einem Zielbohrgerät (2.6) erstellt, wobei
- Steuer- und Korrektursignale (2.7) durch die Spülung erfolgen;
- die Verbindungsstelle wird geglättet;
- ein Expandable Liner (2.8) wird zwischen die beiden Verrohrungssegmente (2.9) der Bohrungen (2.1) gesetzt und der Ringraum zwischen Verrohrung und Bohrlochwand anschließend mit Zement (2.10) ge-

füllt.

2. Verfahren zum Erstellen eines Wärmetauschers nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in dem unbenutzten Teil einer Bohrung (2.1) ein Packer (2.11) gesetzt wird.

3. Einrichtung zur Nutzung der Erdwärme aus großen Tiefen in einem geschlossenen Rohrsystem, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Tiefbohrungen untertägig flüssigkeitsdicht ausgebaut und miteinander verbunden sind, dass zwei vertikale Bohrungen vorgesehen sind, deren Verbindung über zwei Horizontalbohrungen mit langer Erstreckung erfolgt, die über eine abgelenkte Verbindungsbohrung (2.5) miteinander verbunden sind, in die als Verbindungsstück ein Expandable Liner (1.6, 2.8) eingesetzt ist.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Bohrlochverlauf einen vertikalen, einen oder mehrere geneigte und einen horizontalen Teil (3.1, 3.2 und 3.4) aufweist.

5. Einrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Bohrung in den Bereichen der Wärmeübertragung mit wärmeleitfähigkeitsgesteigerten Zementen (1.7, 2.10) versehen ist.

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Steigrohrbereich der Bohrung eine Isolation (1.3) vorgesehen ist.

7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass im Fallrohrbereich der Bohrung eine Isolation vorgesehen ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

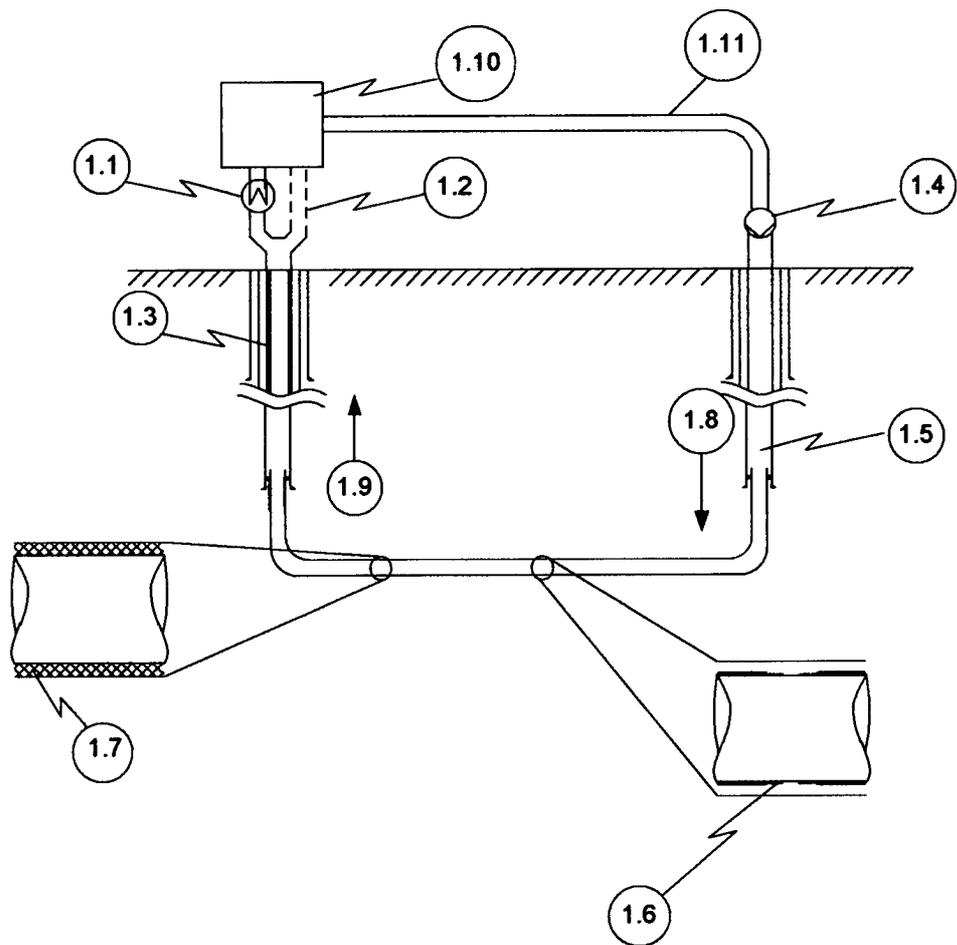


Bild 1

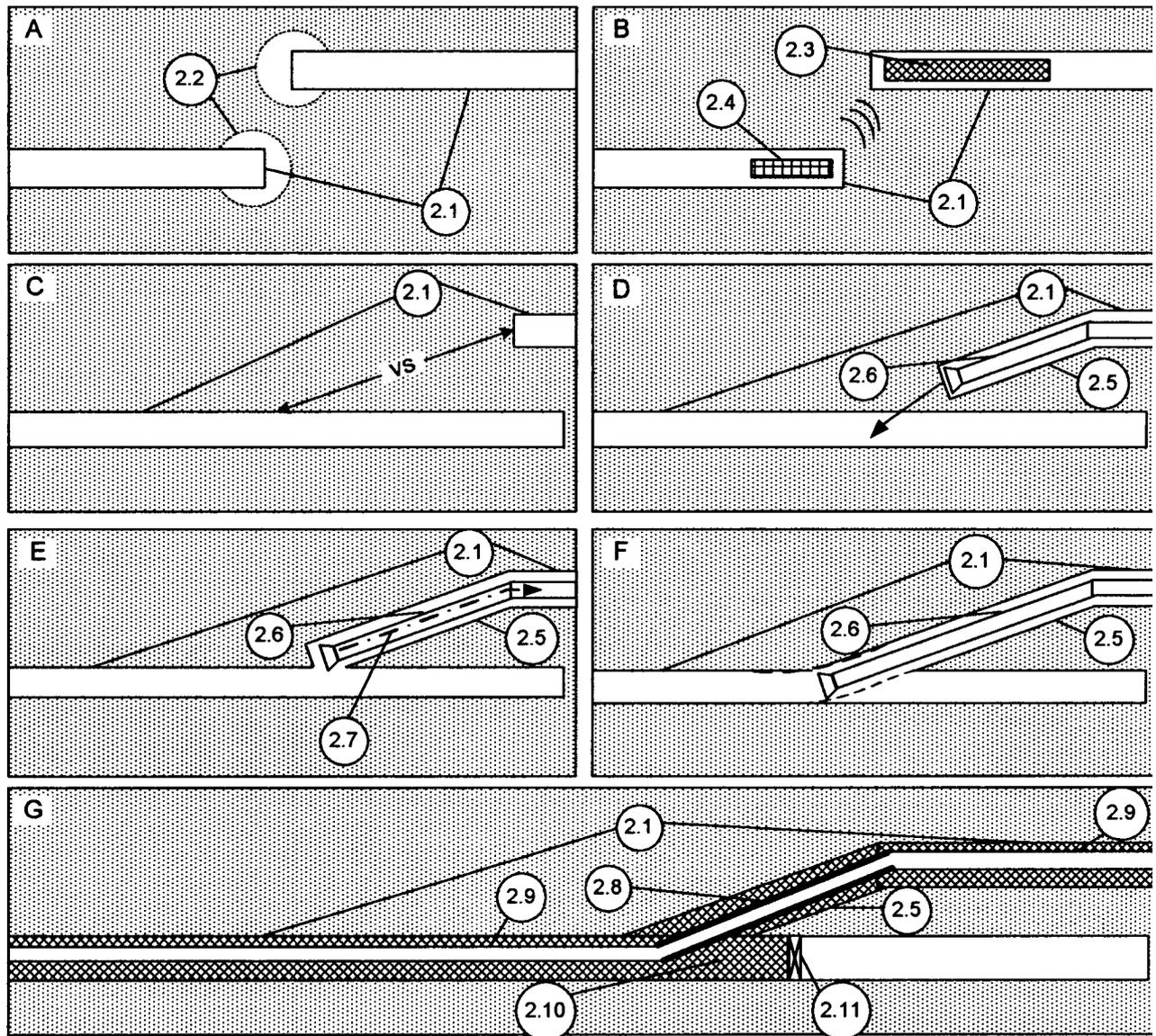


Bild 2

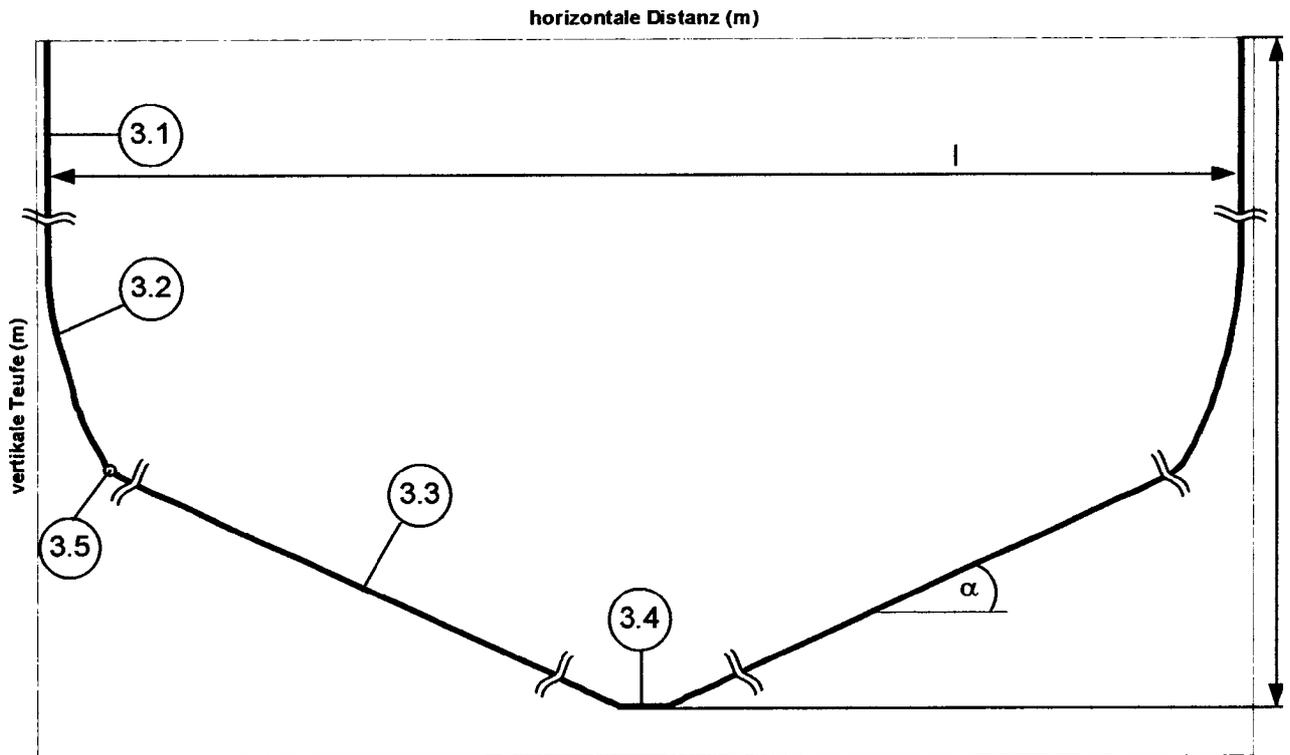


Bild 3

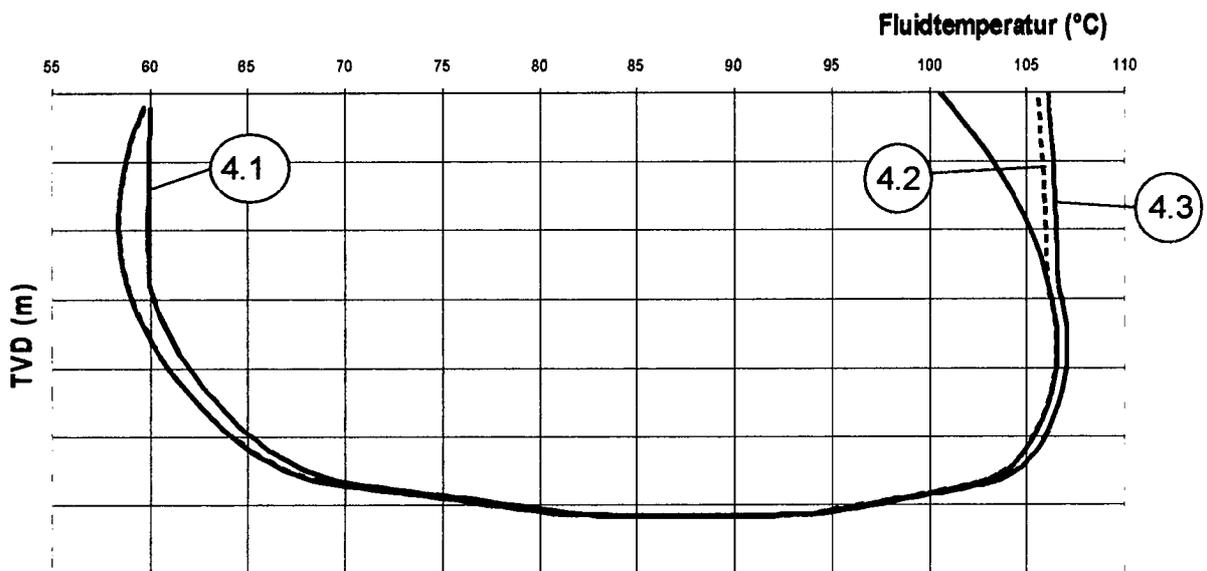


Bild 4

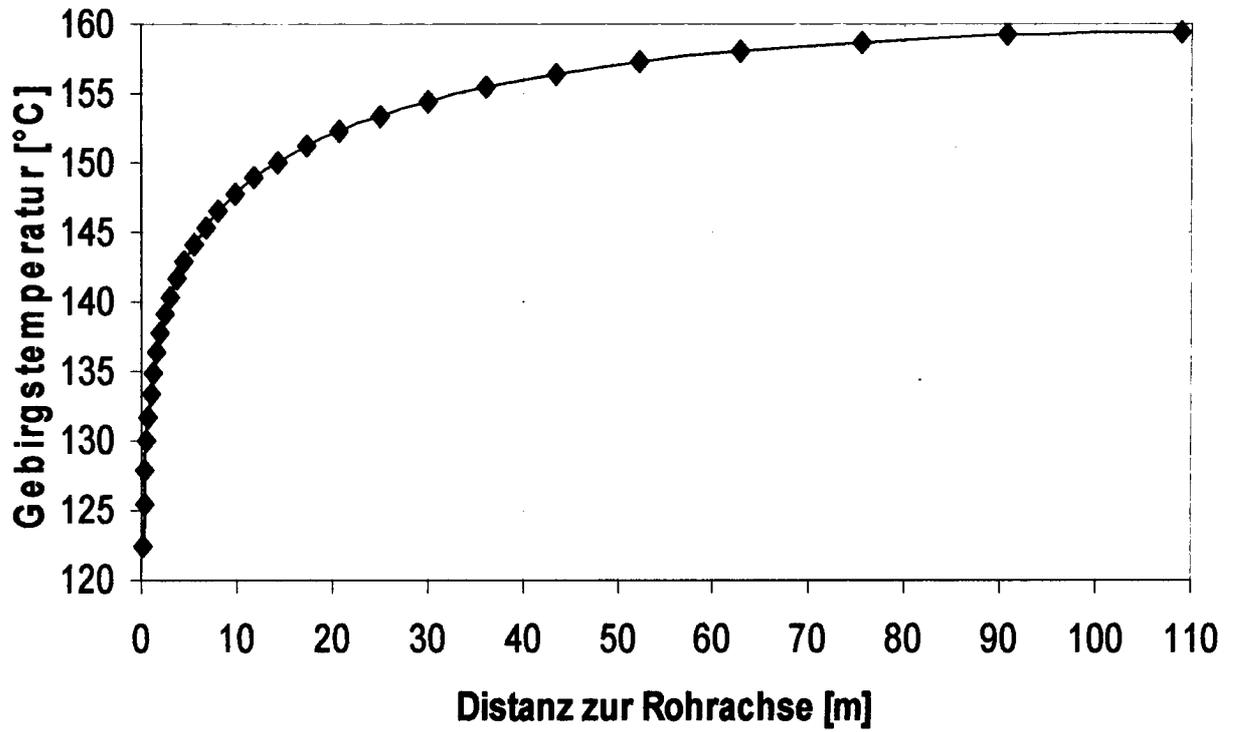


Bild 5

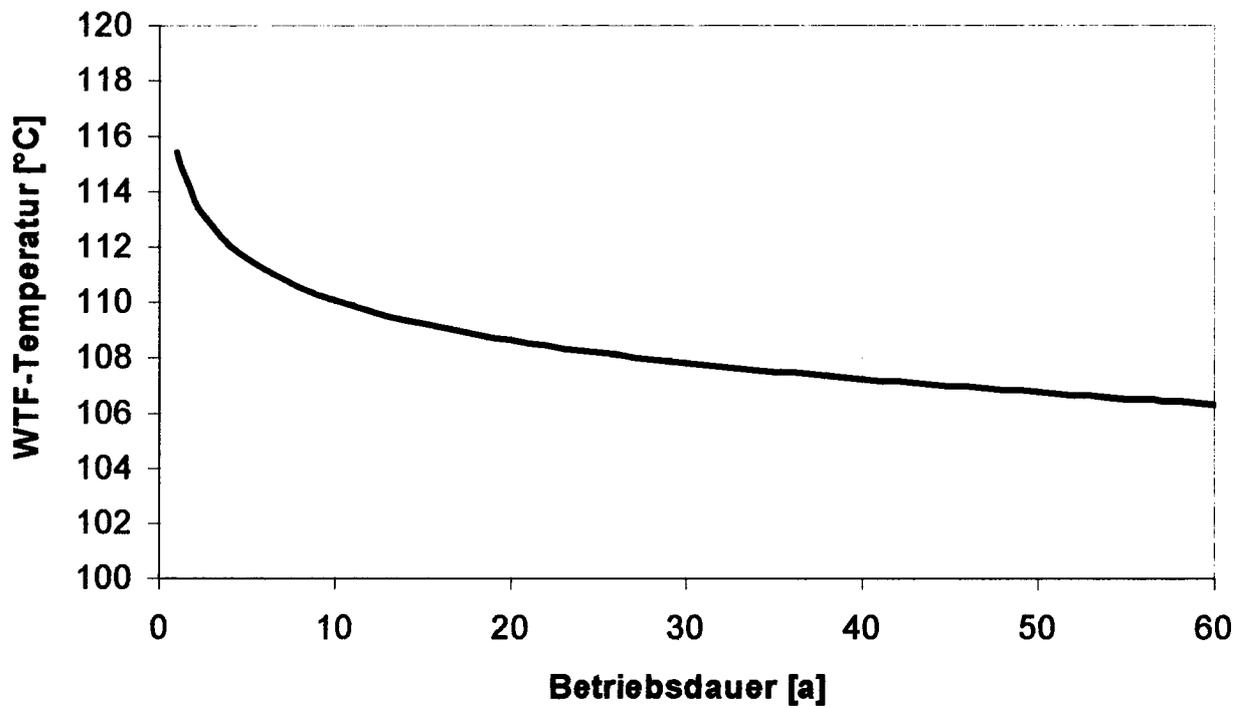


Bild 6