

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Geothermiesystems zur geothermischen Ausbeutung eines Zieluntergrundbereiches mit im Zieluntergrundbereich angeordneten, horizontalen Injektionsbohrungsabschnitt und Produktionsbohrungsabschnitt, wobei eine Vielzahl von parallel zueinander und beabstandet angeordneten Risse im Zieluntergrundbereich erzeugt werden, die eine hydraulische Verbindung zwischen Injektionsbohrungsabschnitt und Produktionsbohrungsabschnitt bilden.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung ein Geothermiesystem zur geothermischen Ausbeutung eines Zieluntergrundbereiches mit im Zieluntergrundbereich angeordneten, horizontalen Injektionsbohrungsabschnitt und Produktionsbohrungsabschnitt, wobei eine Vielzahl von parallel zueinander und beabstandet angeordneten Rissen im Zieluntergrundbereich vorliegen, die eine hydraulische Verbindung zwischen Injektionsbohrungsabschnitt und Produktionsbohrungsabschnitt haben.

[0003] In dem hier gegebenen Zusammenhang sind horizontale Bohrungsabschnitte die Bereiche von abgelenkten Bohrungen, die im Zieluntergrundbereich liegen und eine Ablenkung von mehr als 45 Grad zur Vertikalen, insbesondere über 60 Grad zur Vertikalen erfahren haben. Als besonders bevorzugt ist eine Ablenkung dieser Bohrungsabschnitte mit horizontaler Ausrichtung, jedenfalls in einem Bereich von -10 Grad bis +10 Grad zur Horizontalen. Ferner sind die im Untergrund erzeugten Risse bevorzugt Vertikalrisse, was für die meisten Untergrundsituationen zutrifft, da die minimale horizontale Spannung im Untergrund meist deutlich niedriger ist als die Vertikalauflast, so dass sich bei einer Stimulation im Wesentlichen Vertikalrisse bilden, die normal zur minimalen Horizontalspannung orientiert sind. Entsprechend sollten die im Zieluntergrundbereich erzeugten Bohrungsabschnitte im Wesentlichen horizontal und in Richtung der minimalen horizontalen Spannung gebohrt werden.

[0004] Zur Erschließung geothermischer hot-dry-rock Lagerstätten wird versucht, ein Zirkulationssystem im heißen und trockenen Gestein in der Tiefe künstlich aufzubauen. Bei den bisherigen Versuchen mit derartigen Zirkulationssystemen, geothermische Lagerstätten nutzbar zu machen, entstanden erhebliche Probleme. Diese sind beispielsweise durch Reservoirstimulation induzierte Mikro-Erdbeben, nicht ausreichend stimulierte Vertikalrissflächen und Schwierigkeiten bei deren hydraulischer Verbindung über zwei Vertikalbohrungen am Rand dieser Vertikalrissfläche, geringe Wirtschaftlichkeit sowie hohe Kosten, insbesondere bei der Bohrung, Erschließung und Reservoirstimulierung.

[0005] Ein erstes wesentliches Problem sind Mikro-Erdbeben, die bei der Stimulation mit mehreren 10.000 m³ Frac-Fluid entstehenden, wenn diese Flüssigkeitsmengen in ein großes Rissystem unter hohem Druck eingepresst werden.

[0006] Ein zweites wesentliches Problem ist die hydraulische Verbindung zwischen einer Bohrung und dem umgebenden, auszubeutenden Gestein. Hier gibt es in der Kohlenwasserstoffexploration bereits entwickelte und angewendete Verfahren, bei der eine Kohlenwasserstofflagerstätte mittels Horizontalbohrung durchörtert wird und anschließend von dieser Horizontalbohrung ausgehend eine Vielzahl von hydraulisch künstlich erzeugten Rissen erstellt werden. Damit konnte beispielsweise Exxonmobil im Erdgasfeld Söhlingen, Deutschland, eine sogenannte „Tight-Gas-Lagerstätte“ erschließen, wie beispielsweise unter <http://www.exxonmobil.de/produktion/erdgasproduktion/produktion/index.html>, aufgerufen am 4. Mai 2010 zu entnehmen ist.

[0007] Aus der US 3,863,709 ist ein Verfahren zur Ausbeutung geothermaler Energie in trockenen, gering oder nicht permeablen Gesteinsformationen beschrieben, bei dem mindestens je eine Injektions- und je eine Produktionsbohrung vertikal bis zur Zielformation abgeteuft, die Bohrungen dann mindestens 10 Grad bis horizontal parallel zueinander auf gleicher Höhe in der Zielformation abgelenkt und daraus Vertikalrisse erzeugt werden, die beide Bohrungen durchschneiden. Dabei werden die Bohrungen senkrecht zur Rissausbildungsrichtung orientiert, die aufgrund der geringsten horizontalen Gebirgsspannung vorgegeben ist.

[0008] Aus der DE 10 2008 009 409 A1 ist ein ähnliches, geothermisches Zirkulationssystem bekannt, bei dem eine hydraulische Verbindung zwischen wenigstens einer Injektionsbohrung und wenigstens einer Produktionsbohrung über eine Vielzahl von Rissen in einem geneigt bis horizontal durchörterten Zieluntergrundbereich schrittweise hergestellt wird.

[0009] Diese beiden bekannten Systeme zeigen zwar eine möglichst große Wärmeaustauschfläche bei gleichzeitiger weitgehend planbarer hydraulischer Verbindung, jedoch sind weiterhin erhebliche Kosten für die beiden Vertikalbohrungen anzusetzen. Um eine insbesondere für die Stromerzeugung ausreichende Produktionstemperatur erreichen zu können, sind Bohrtiefen von deutlich mehr als 3.000 m, bevorzugt 5.000 m bis 9.000 m erforderlich. Diese erheblichen Bohrstrecken beeinträchtigen die Wirtschaftlichkeit derartiger Geothermiesysteme ganz erheblich, zumal diese Kosten vor Produktionsbeginn vorfinanziert werden müssen. Ferner bleibt bei einer Riss-erzeugung aus entweder der Produktionsbohrung oder der Injektionsbohrung es unmöglich, die volle Rissausdehnung für den Fluidtransport zu nutzen

und an den parallel angeordneten Rissflächen annähernd hydraulisch vergleichbare Strömungswiderstände zu erzielen. Dies führt teils zu sogenannten „Zirkulationskurzschlüssen“, die die Wirtschaftlichkeit des Geothermiesystems durch signifikante Herabsetzung der Produktionstemperatur verringern.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Geothermiesystem anzugeben, das eine verbesserte Wirtschaftlichkeit sowohl hinsichtlich der Erstellungskosten, wie auch während der Produktion aufweist und Georisiken minimiert.

[0011] Gelöst wird diese Aufgabe mit einem Verfahren zur Herstellung eines Geothermiesystems gemäß Anspruch 1 und durch ein Geothermiesystem gemäß Anspruch 8.

[0012] Das Verfahren ist zur Ausbildung eines unterirdischen Tiefengeothermiesystems in einem Zieluntergrundbereich, insbesondere kristallines Gestein oder andere gering permeable Gesteinsformationen, ausgerichtet. Dadurch, dass nur eine Vertikaltiefbohrung niedergebracht werden muss, kann ein erheblicher Anteil der Bohrkosten eines Tiefengeothermiesystems eingespart werden. Die in üblicher Weise komplettierte Vertikalbohrung, d. h. mit Verrohrung und Zementierung versehene Vertikalbohrung kann beispielsweise ein separates, sogenanntes „Coiled Tubing“ als Injektionsleitung aufnehmen, so dass die Zirkulation in dem Zieluntergrundbereich über diese eine Vertikalbohrung möglich ist. Injektion durch das „Coiled Tubing“ und Produktion durch den verbleibenden Ringraum.

[0013] In bevorzugter Ausgestaltung wird von der Vertikalbohrung zunächst ein horizontal abgelenkter Stimulationsbohrungsabschnitt gebohrt. Dieser Stimulationsbohrungsabschnitt wird als erste Ablenkungsbohrung aus der Vertikalbohrung erzeugt, bevorzugt ebenfalls komplettiert, also mit Verrohrung und Zementierung versehen und anschließend durch geeignete Perforationstechniken in vorgegebenen Abständen und Mustern perforiert, damit von diesem horizontal gebohrten Stimulationsbohrungsabschnitt die Vielzahl der Risse hydraulisch erzeugt werden können. Die Horizontalbohrung erfolgt dabei in Richtung der minimalen horizontalen Spannung σ_h , um im Wesentlichen normal zur Horizontalbohrung ausgerichtete Vertikalrisse im Zieluntergrundbereich erzeugen zu können.

[0014] Dabei sollte die horizontale Stimulationsbohrung je nach gewünschter Zielleistung zwischen 1 bis 2 km Länge aufweisen. Die Perforation und Stimulierung erfolgt dann schrittweise rückwärts, also beginnend vom Bohrlochkopf entferntesten Ende des Stimulationsbohrungsabschnitts Stück für Stück zurückziehend. Die jeweilige Stimulationsstrecke (perforierter Bereich des Stimulationsbohrungsabschnitts) wird

mit geeigneten, bekannten Methoden erzeugt. Danach wird dieser Bereich durch zwei Packer isoliert und mit einem Stimulationsfluid von einigen tausend m^3 hydraulisch unter hohem Druck und unter hoher Fließrate stimuliert. Anschließend werden die hydraulischen Anschlüsse zwischen Stimulationsbohrungsabschnitt und jeweils erzeugtem Riss im Stimulationsbohrungsabschnitt verschlossen. Dabei minimieren die relativ geringen Injektionsvolumen von einigen $1.000 m^3$ je Rissflächenerstellung und die Ruhezeiten zwischen aufeinanderfolgenden Stimulationen von parallel zueinander auszubildenden Rissflächen, die durch die Stimulation induzierten (nicht getriggerten) seismischen Ereignisse. Georisiken in Form von Mikro-Erdbeben werden somit minimiert.

[0015] Um die Rissausbreitung, die Rissorientierung und Größe erfassen zu können, werden beim hydraulischen Stimulieren Rissortungsverfahren, insbesondere seismische Verfahren angewendet.

[0016] Wenn die erzeugten Risse anschließend mit dem Injektionsbohrungsabschnitt und dem Produktionsbohrungsabschnitt durchörtert werden, können die erzeugten Vertikalrisse und damit die erzeugten Wärmeaustauschflächen bei der Zirkulation optimal ausgenutzt werden. Zudem bildet sich beim Durchörteren der Rissflächen leicht eine hydraulische Verbindung zwischen dem Injektionsbohrungsabschnitt bzw. dem Produktionsbohrungsabschnitt und dem jeweiligen Vertikalriss. Bevorzugt sollte der Injektionsbohrungsabschnitt und der Produktionsbohrungsabschnitt im Zieluntergrundbereich nicht ausgebaut sein, also keine Verrohrung und Zementierung aufweisen.

[0017] Unter Heranziehung der seismischen Rissortungsergebnisse sollten die Injektions- und Produktionsbohrung etwa parallel zueinander und durch die transversalen und ellipsenförmigen Risszonen bzw. am Randbereich der Langachse bei ellipsenförmigen Multi-Fracs gebohrt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass keine der hydraulisch erzeugten Risszonen außerhalb der Injektions- und Produktionsbohrung liegen sollen. Je nach der geologischen und gebirgsmechanischen Gegebenheit werden entweder Vertikalrissflächen (Langachse der ellipsenförmigen Risszonen in der Vertikalrichtung) oder Horizontalrissflächen (Langachse der ellipsenförmigen Risszone in der Horizontalrichtung) erzeugt. Im Fall der Vertikalrissflächen soll die Injektionsbohrung im unteren Randbereich der ellipsenförmigen Multi-Fracs und die Produktionsbohrung im oberen Bereich der ellipsenförmigen Multi-Fracs liegen. Im Fall der Horizontalrissflächen sollen die Injektionsbohrungs- und Produktionsbohrungsabschnitte etwa in gleicher Tiefe bzw. ebenfalls am Randbereich der ellipsenförmigen Rissflächen liegen.

[0018] Wenn die Risse Vertikalrisse sind und 10 und mehr, insbesondere 10 bis 20 Vertikalrisse mit einem Abstand von 50 bis 200 m, insbesondere ca. 100 m vorgesehen sind, können entlang von ein bis zwei Kilometer langen Bohrabschnitten im Zieluntergrundbereich voneinander hydraulisch unbeeinflusste Rissysteme aufgebaut werden, die insgesamt zu einer im Wesentlichen gleichmäßigen Durchströmung bei der Zirkulation führen, so dass eine gleichmäßige und effektive Erwärmung des Zirkulationsfluids erreicht wird, womit ein optimaler Wirkungsgrad des Geothermiesystems sichergestellt wird.

[0019] Bei der kostengünstigen Ausführung des Geothermiesystems mit nur einer Vertikalbohrung ist es wichtig, dass das beispielsweise als Injektionsleitung einzuführende Coiled Tubing bis in den offenen Injektionsbohrungsabschnitt eingeführt wird und bevorzugt im verrohrten und zementierten Übergangsbereich zwischen Vertikalbohrung und Horizontalbohrung eine dauerhafte Abdichtung, beispielsweise mit einem Packer, erfolgt, um das kalte Injektionsmedium vom warmen Produktionsmedium hydraulisch zu trennen. Weiter ist es vorteilhaft, wenn das Coiled Tubing nur eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweist.

[0020] Ferner kann bei diesem Geothermiesystem nach Ausbeutung des durchörterten Zieluntergrundbereichs in einfacher Weise eine Verdoppelung der Nutzungsdauer erreicht werden, wenn von der Vertikalbohrung erneut horizontale Bohrungsabschnitte in die zur bisherigen Orientierung entgegengesetzten Richtung in den Zieluntergrundbereich gebohrt werden und dort ein entsprechendes Zirkulationssystem aufgebaut wird. Die teure Vertikaltiefenbohrung kann somit nochmals für einen zweiten Nutzungszeitraum genutzt werden.

[0021] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel des Geothermiesystems anhand der beiliegenden Zeichnungen detailliert beschrieben.

[0022] Darin zeigt:

[0023] [Fig. 1](#) die Risserzeugung im Zieluntergrundbereich ausgehend von einem horizontalen Stimulationsbohrungsabschnitt und

[0024] [Fig. 2](#) der mit einem Injektionsbohrungsabschnitt unterhalb des Stimulationsbohrungsabschnitts und einem Produktionsbohrungsabschnitt oberhalb des Stimulationsbohrungsabschnitts versehenes Zirkulationssystem im Zieluntergrundbereich.

[0025] [Fig. 1](#) zeigt einen schematischen Tiefenschnitt von der Erdoberfläche E bis zum Zieluntergrundbereich Z. Der Vertikalschnitt ist in Richtung der minimalen Horizontalspannung σ_h dargestellt. In den Untergrund ist eine verrohrte und zementierte

Vertikalbohrung **1** bis in den Zieluntergrundbereich Z niedergebracht, die im Zieluntergrundbereich Z in Richtung der minimalen Horizontalspannung σ_h in einen horizontalen Stimulationsbohrungsabschnitt abgelenkt ist. Im Stimulationsbohrungsabschnitt **2**, der ebenfalls mit Verrohrung und Zementierung komplettiert ist, sind an den gewünschten Risslokalationen, beispielsweise in Abständen von jeweils 100 m Perforationen **21** durch die Verrohrung und Zementierung eingebracht.

[0026] Durch die verrohrte Vertikalbohrung **1** bis zum Ende des Stimulationsbohrungsabschnitts **2** wird dann eine Rissstimulierung Schritt für Schritt von der vom Bohrkopf **11** entferntesten Stelle beginnend mit einer Doppelpackeranordnung durchgeführt. Es wird also zunächst der in [Fig. 1](#) ganz rechts dargestellte Riss erzeugt. Dazu wird der Bereich der mit Perforation **21** versehenen Bohrlochstrecke an der ersten Risslokation mit den beiden Packern vom restlichen Bohrloch isoliert und dann mit einem Stimulationsfluid unter hoher Fließrate und Druck beaufschlagt. Das Stimulationsfluid ist beispielsweise Wasser, gegebenenfalls mit zugefügten Stützmitteln. Während der Risserzeugung wird die Rissausbreitung seismisch beobachtet, um die Risslage, Größe und sonstige wichtige Parameter feststellen zu können. Anschließend wird der nächste Riss erzeugt.

[0027] Im dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine geologisch sehr häufig auftretende Untergrundspannungssituation, bei der die minimale Horizontalspannung σ_h kleiner ist als die Vertikalspannung, so dass sich die in [Fig. 1](#) schematisch dargestellten Vertikalrisse **5** ausbilden. Nach Abschluss der Rissstimulation, beispielsweise an 10 bis 20 Risslokalationen, die jeweils in einem Abstand von ca. 100 m zueinander angeordnet sind, wird dann der gesamte Stimulationsbohrungsabschnitt **2** mit einer Zementfüllung verschlossen.

[0028] Danach werden aus der verrohrten Vertikalbohrung **1** erneut abgelenkte Horizontalbohrungen ausgeführt. Anhand der seismisch ermittelten Rissflächengeometrie wird ein Injektionsbohrungsabschnitt **3** so in den Zieluntergrundbereich Z gebohrt, dass er im Wesentlichen parallel und unterhalb des Stimulationsbohrungsabschnitts **2** gerade die unteren Enden der erzeugten Vertikalrisse **5** durchörtert (siehe [Fig. 2](#)). Ebenso wird ein Produktionsbohrungsabschnitt **4** erzeugt, der parallel und oberhalb des Stimulationsbohrungsabschnitts **2** die oberen Enden der erzeugten Vertikalrisse **5** durchörtert.

[0029] Der Injektionsbohrungsabschnitt **3** und der Produktionsbohrungsabschnitt **4** werden bevorzugt nicht mit Verrohrung und Zementierung komplettiert, sondern als offene Bohrung behalten. Der Übergangsbereich von der Vertikalbohrung **1** zu den entsprechenden Bohrungsabschnitten kann jedoch zur

Stabilisierung bevorzugt mit einer Verrohrung und Zementierung ausgestattet sein.

5	Riss, Vertikalriss
E	Erdoberfläche
Z	Zieluntergrundbereich
σ_h	minimale Horizontalspannung

[0030] Nun wird von der Erdoberfläche E ein sogenanntes Coiled Tubing, also ein abwickelbares Rohr in die Vertikalbohrung **1** eingeführt und über den verrohrten Ablenkungsabschnitt bis zum Anfang des Injektionsbohrungsabschnitts **3** eingeführt. An diesem Ende des Coiled Tubing befindet sich ein Packer, der nach Expandierung den Produktionsbohrungsabschnitt **4** vom restlichen System hydraulisch trennt, so dass ein Strömungskurzschluss vermieden wird. Nun wird über das Coiled Tubing das Zirkulationsmedium, beispielsweise Wasser, dem Injektionsbohrungsabschnitt **3** zugeführt, so dass das Zirkulationsfluid über die hydraulisch am Zirkulationsbohrungsabschnitt **3** angeschlossenen Vertikalrisse **5** durch das sonst im Wesentlichen impermeable Gestein des Zieluntergrundbereiches Z entlang der Risse **5** strömt und an der Oberseite des jeweiligen Vertikalrisses **5** in den hydraulisch angeschlossenen Produktionsbohrungsabschnitt **4** einströmt. Bei der Fließbewegung durch den Vertikalriss **5** nimmt das Zirkulationsfluid Wärme aus dem Gestein des Zieluntergrundbereiches Z auf, die dann über den Produktionsbohrungsabschnitt **4** und den Ringraum der Vertikalbohrung **1** zur Ausbeutung an die Erdoberfläche gefördert wird. Hier kann beispielsweise eine Turbine zur Stromerzeugung (Geothermiekraftwerk) angeschlossen werden.

[0031] Bei den hier angegebenen Größenordnungen für Rissanzahl, Rissflächengröße und durchörtetes Gebirgsvolumen im Zieluntergrundbereich ist von einer erreichbaren Gesamtrissfläche von 5 bis 15 km² auszugehen. Eine Ausbeutung dieses Geothermiesystems über einen Zeitraum von ca. 30 Jahren dürfte damit möglich sein. Nach Unterschreitung einer Produktionsgrenztemperatur kann dann von der bestehenden Vertikalbohrung **1** ein neues Geothermiefeld in entgegengesetzter Richtung, also in Zeichenebene nach links im Zieluntergrundbereich in der gleichen Weise erstellt und für weitere 30 Jahre ausgebeutet werden. Das hier beschriebene Geothermiesystem dürfte sich daher durch eine erhebliche Kostenreduzierung für Herstellungs- und Erschließungskosten um mindestens 30% auszeichnen. Durch die hydraulisch ideal durchströmten stimulierten Risse ist eine erhebliche Leistungssteigerung gegenüber herkömmlichen Geothermiezirkulationssystemen gegeben.

Bezugszeichenliste

1	Vertikalbohrung
11	Bohrkopf
2	Stimulationsbohrungsabschnitt
21	Perforation
3	Injektionsbohrungsabschnitt
4	Produktionsbohrungsabschnitt

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 3863709 [0007]
- DE 102008009409 A1 [0008]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- <http://www.exxonmobil.de/produktion/erdgas-produktion/produktion/index.html> [0006]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Geothermiesystems zur geothermischen Ausbeutung eines Zieluntergrundbereiches (Z) mit im Zieluntergrundbereich (Z) angeordneten, horizontalen Injektionsbohrungsabschnitt (3) und Produktionsbohrungsabschnitt (4), wobei eine Vielzahl von parallel zueinander und beabstandet angeordneten Rissen (5) im Zieluntergrundbereich (Z) erzeugt werden, die eine hydraulische Verbindung zwischen Injektionsbohrungsabschnitt (3) und Produktionsbohrungsabschnitt (4) bilden, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Erreichen des Zieluntergrundbereiches (Z) nur eine Vertikaltiefbohrung niedergebracht wird, von der dann durch Ablenkbohren der horizontale Injektionsbohrungsabschnitt (3) und der horizontale Produktionsbohrungsabschnitt (4) erzeugt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass von der Vertikalbohrung (1) zunächst ein horizontal abgelenkter Stimulationsbohrungsabschnitt (2) gebohrt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Stimulationsbohrungsabschnitt (2) verrohrt und zementiert wird, wobei vor der Stimulation an jeder gewünschten Risslokation eine Perforation (21) des verrohrten und zementierten Stimulationsbohrungsabschnitts (2) erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass dann von diesem Stimulationsbohrungsabschnitt (2) die Vielzahl der Risse hydraulisch erzeugt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass nach jedem aus dem Stimulationsbohrungsabschnitt (2) erzeugten Riss der hydraulische Anschluss zum Stimulationsbohrungsabschnitt (2) verschlossen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass beim hydraulischen Stimulieren Rissortungsverfahren, insbesondere seismische Verfahren angewendet werden.

7. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die erzeugten Risse anschließend mit dem Injektionsbohrungsabschnitt (3) und dem Produktionsbohrungsabschnitt (4) durchörtert werden.

8. Geothermiesystem zur geothermischen Ausbeutung eines Zieluntergrundbereiches (Z) mit im Zieluntergrundbereich (Z) angeordneten, horizontalen Injektionsbohrungsabschnitt (3) und Produktionsbohrungsabschnitt (4), wobei eine Vielzahl von parallel zueinander und beabstandet angeordneten Rissen (5) im Zieluntergrundbereich (Z), die eine hy-

draulische Verbindung zwischen Injektionsbohrungsabschnitt (3) und Produktionsbohrungsabschnitt (4) haben, dadurch gekennzeichnet, dass zum Erreichen des Zieluntergrundbereiches (Z) nur eine Vertikaltiefbohrung (1) vorgesehen ist, die im Wesentlichen vertikal übereinander und parallel zueinander angeordnet sind.

9. Geothermiesystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Injektions- (3) und Produktionsbohrungsabschnitt (4) ein im Wesentlichen parallel dazu angeordneter, verrohrter und zementierter Stimulationsbohrungsabschnitt (2) vorgesehen ist, wobei die Verrohrung an gewünschten Risslokalationen Perforationen (21) aufweist.

10. Geothermiesystem nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Risse (5) Vertikalrisse (5) sind und 10 Vertikalrisse (5) mit einem Abstand von 50 bis 200 m, insbesondere ca. 100 m vorgesehen sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

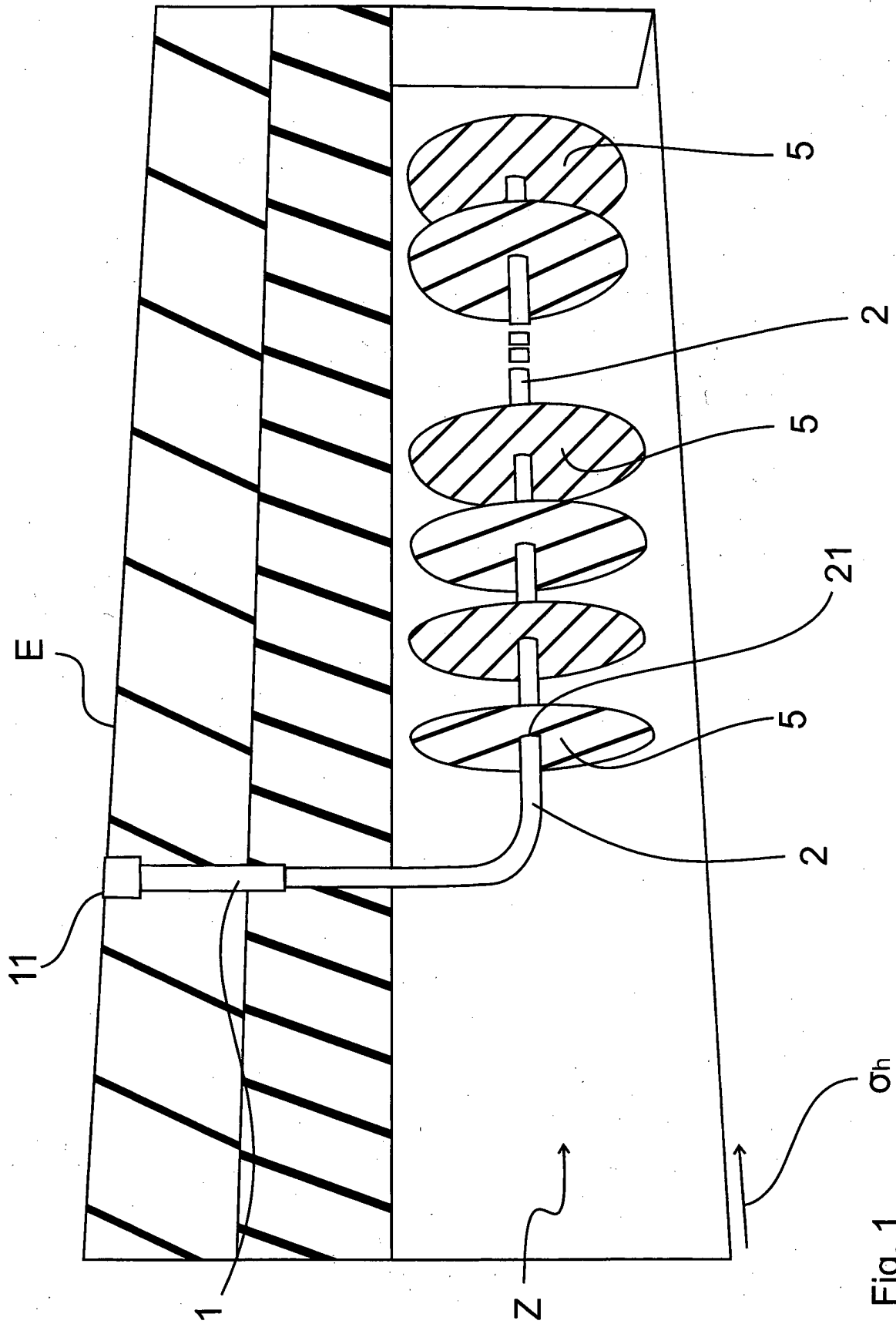


Fig. 1

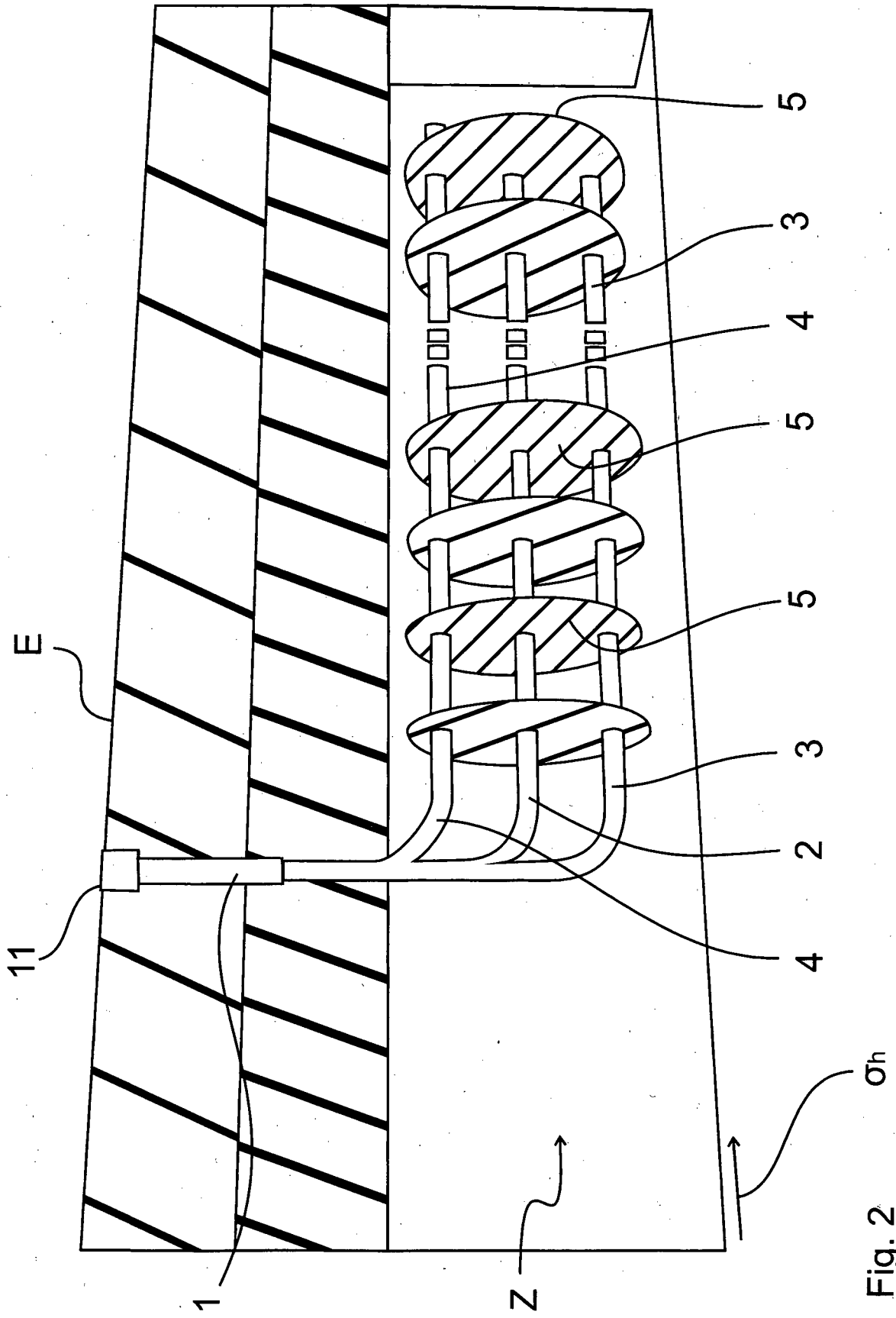


Fig. 2