

(19)



(11)

**EP 3 171 104 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**27.01.2021 Patentblatt 2021/04**

(51) Int Cl.:  
**F25D 3/10 (2006.01) E02D 3/115 (2006.01)**  
**F25D 7/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **15003267.0**

(22) Anmeldetag: **17.11.2015**

**(54) VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BODENGEFRIEREN**

DEVICE AND METHOD FOR GROUND FREEZING

DISPOSITIF ET PROCEDE DE CONGÉLATION DU SOL

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**24.05.2017 Patentblatt 2017/21**

(73) Patentinhaber: **Linde GmbH**  
**82049 Pullach (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Schmand, Ralf**  
**85716 Unterschleißheim (DE)**

• **Sliwo, Abraham**  
**CH-6318 Walchwil (CH)**

(74) Vertreter: **Gellner, Bernd**  
**Linde GmbH**  
**Intellectual Property EMEA**  
**Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14**  
**82049 Pullach (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**CN-Y- 201 031 387 DE-A1- 3 036 842**  
**DE-A1-102004 058 457 DE-B3-102006 007 980**  
**US-A- 4 256 188**

**EP 3 171 104 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Gefrieren von Erdboden mit einem Gefrierrohr, welches an einer Stirnseite geschlossen ist, und einem in das Gefrierrohr ragenden Innenrohr zur Zuführung eines Kältemittels. Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zum Gefrieren von Erdboden mit einem Gefrierrohr und einem in das Gefrierrohr ragenden Innenrohr, wobei ein Kältemittel über das Innenrohr in das Gefrierrohr geleitet wird.

**[0002]** Im Tief- und Grundbau müssen häufig Maßnahmen zum Abdichten oder Abstützen des Erdbodens getroffen werden. Bei temporären Aufgaben bietet sich der Einsatz eines künstlichen Bodengefrierens mit flüssigem Stickstoff als Kälte Träger an.

**[0003]** Beim Bodengefrieren erfolgt der Kälteeintrag über ein Gefrierrohr mit Doppelrohrsystem. Flüssiger Stickstoff gelangt durch ein Innenrohr nach unten in das Gefrierrohr, verdampft und gibt beim Aufsteigen im Ringraum seine Kälteenergie an das umliegende Erdreich ab. Durch den Wärmeentzug wird das Wasser im umliegenden Erdreich abgekühlt und gefroren.

**[0004]** Nach erfolgter Vereisung verbleiben die Gefrierrohre in der Regel im Erdreich. In manchen Fällen ist dies jedoch für den weiteren Baufortschritt hinderlich, da beispielsweise Vollschnittmaschinen nicht in der Lage sind die als Gefrierrohre eingesetzten Stahl- oder Kupferrohre zu durchfahren. In diesen Fällen ist es daher nötig, die Gefrierrohre nach der Vereisung aus dem Erdreich zu ziehen.

**[0005]** Das Ziehen der Gefrierrohre stellt sich jedoch aus mehreren Gründen problematisch dar. Nach Beendigung der Vereisung ist der umgebende Erdboden noch wochenlang gefroren. Die Zugkraft, die auf die Gefrierrohre gegeben werden kann, ist materialbedingt begrenzt und außerdem wird beim Ziehen des Gefrierrohres an dessen Unterseite ein Unterdruck erzeugt, das eine dem Zug entgegengerichtete Kraft auf das Gefrierrohr ausübt.

**[0006]** DE3036842 offenbart eine Vorrichtung zum Bodengefrieren mit ein Gefrierrohr, in das ein gekühltes Fluid eingeleitet und nach indirektem Wärmetausch mit dem das Gefrierrohr umgebenden Boden abgezogen wird. Ein geschlossenes Hüllrohr ist vorgesehen, in dem das Gefrierrohr wird eingefüllt, wobei eine im Wärmetausch mit dem gekühlten Fluid gefrierende Flüssigkeit in einem Raum zwischen Hüll- und Gefrierrohr eingeleitet wird.

**[0007]** DE102004058457A1 offenbart ein Verfahren zum Ziehen eines Gefrierrohres aus dem Erdboden. Zunächst wird in den Boden eine Öffnung gebohrt. Dann wird ein Fluid in das Gefrierrohr eingeleitet und unter Druck gesetzt, so dass das Fluid durch die Öffnung aus dem Gefrierrohr austritt.

**[0008]** Aufgabe vorliegender Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zum Bodengefrieren und ein entsprechendes Verfahren aufzuzeigen, welche ein einfacheres Entfernen der Gefrierrohre aus dem Erdboden erlauben.

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 und einem Verfahren gemäß Anspruch 7 gelöst.

**[0010]** Erfindungsgemäß wird das Entfernen des Gefrierrohres aus dem Erdreich dadurch erleichtert, dass ein Hohlkörper um das Gefrierrohr vorgesehen wird. Das Gefrierrohr kommt somit nicht in direkten Kontakt mit dem Erdboden und friert somit nicht direkt am Erdboden fest.

**[0011]** Der Begriff Hohlkörper soll insbesondere längliche Hohlkörper, wie ein Rohr oder einen Schlauch, umfassen. Der Hohlkörper kann aus einem flexiblen oder unflexiblen Material gefertigt sein. In der Regel besitzt der Hohlkörper einen kreisrunden Querschnitt. Er kann aber auch einen rechteckigen, ovalen oder anderen Querschnitt aufweisen.

**[0012]** Der Hohlkörper verbleibt nach dem Entfernen des Gefrierrohres im Erdboden. Es ist daher vorteilhaft, den Hohlkörper so zu fertigen, dass dieser bei Kontakt mit Bodenbearbeitungsmaschinen diese nicht beschädigt. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass der Hohlkörper entsprechend dünn ausgeführt wird und die Wandstärke des Hohlkörpers maximal 6mm, vorzugsweise 1 bis 2 mm beträgt.

**[0013]** Alternativ oder auch ergänzend kann der Hohlkörper aus einem Polymer- oder Kunststoffmaterial gefertigt werden, welches einer Bodenbearbeitungsmaschine keinen solchen Widerstand entgegengesetzt, dass die Maschine beschädigt wird.

**[0014]** Der Hohlkörper ist vorzugsweise zumindest teilweise oder auch vollständig aus einem Polymerwerkstoff gefertigt. Hierbei hat sich Polytetrafluorethylen (PTFE) bewährt. Polytetrafluorethylen (PTFE) hat den Vorteil, dass es einen sehr niedrigen Reibungskoeffizienten besitzt, so dass das Herausziehen des Gefrierrohres durch die geringe Reibung zwischen Gefrierrohr und Hüllrohr erleichtert wird.

**[0015]** Es ist aber auch möglich andere Polymerwerkstoffe oder Kunststoffmaterialien, beispielsweise Perfluoralkoxy-Copolymer, Polyethylen, Polyamid, Polyoxymethylen, Ethylen/Vinylacetat, Polyetherimid oder Melamin/Phenolharz oder andere Phenolharze wie auch Epoxidharze, zu verwenden. Insbesondere können auch Verbundwerkstoffe, welche Polymermaterialien enthalten, eingesetzt werden. Der Hohlkörper kann auch aus zwei oder mehr über- und/oder nebeneinander angeordneten Werkstoffen gefertigt sein. Beispielsweise ist es möglich, einen Hohlkörper aus einem ersten Kunststoff oder aus Metall mit einem zweiten Kunststoff zu verbinden.

**[0016]** Durch den erfindungsgemäßen Einsatz des Hohlkörpers kommt das Gefrierrohr mit seiner Zylinder- oder Mantelfläche nicht mehr mit dem umgebenden Erdboden in direkten Kontakt und kann daher leichter aus dem Erdboden entfernt werden. Das Herausziehen oder Ziehen des Gefrierrohres wird weiterhin dadurch erleichtert, dass der Hohlkörper erfindungsgemäß an einer seiner Stirnseiten, und zwar an der Stirnseite, die in den

Erdboden eingebracht wird, geschlossen ist. Auf diese Weise wird auch ein Anfrieren der Stirnfläche des Gefrierrohres am Erdboden verhindert.

**[0017]** Erfindungsgemäß befindet sich zwischen dem Gefrierrohr und dem Hohlkörper ein Kontaktmedium. Das Kontaktmedium kann dazu dienen, die Wärmeleitung vom Gefrierrohr über den Hohlkörper auf den umgebenden Erdboden zu erhöhen. Das Kontaktmedium kann gegebenenfalls auch unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten und damit eine unterschiedliche Längenkontraktion von Gefrierrohr und Hohlkörper beim Abkühlen des Gefrierrohres kompensieren. Schließlich können Gefrierrohr und/oder Hohlkörper auch herstellungsbedingte Toleranzen aufweisen, so dass der Wärmeleitungskontakt zwischen Gefrierrohr und Hohlkörper nicht an allen Stellen optimal ist. Auch dies kann durch das Kontaktmedium verbessert werden. Das Kontaktmedium wird von Vorteil so gewählt, dass ein oder mehrere der oben genannten Vorteile erzielt werden.

**[0018]** Als Kontaktmedium wird erfindungsgemäß ein Stoff verwendet, welcher einen Gefrierpunkt von weniger als 0°C oder höchstens 0° C besitzt. Bei Temperaturen von mehr als 0°C ist das Kontaktmedium flüssig oder gasförmig.

**[0019]** Beim Abkühlen der Gefrierrohre, was vorzugsweise mittels flüssigem Stickstoff oder einer wässrigen Salzlösung (Sole) erfolgt, wird selbstverständlich auch das Kontaktmedium abgekühlt. Je nachdem, wie stark abgekühlt wird und welchen Gefrierpunkt das Kontaktmedium besitzt, kann das Kontaktmedium auch in die feste Phase übergehen. Dies kann wiederum bedeuten, dass das Gefrierrohr an dem Hohlkörper festgefriert.

**[0020]** Es hat sich daher als günstig erwiesen, Mittel zur Erwärmung des Kontaktmediums vorzusehen. Vor der geplanten Entfernung des Gefrierrohres aus dem Hohlkörper wird erfindungsgemäß das Kontaktmedium erwärmt und zwar insbesondere soweit, dass es in den flüssigen oder gasförmigen Zustand übergeht. Das Gefrierrohr wird dann von einem flüssigen oder gasförmigen Stoff umgeben und kann relativ einfach aus dem Hohlkörper gezogen werden.

**[0021]** Wie oben bereits ausgeführt, wird erfindungsgemäß ein Kontaktmedium gewählt, welches einen Gefrierpunkt unterhalb von 0°C besitzt. Das Kontaktmedium geht daher früher in den flüssigen Zustand über als das im umgebenden Erdboden zu Eis gefrorene Wasser. Der Erdboden kann im gefrorenen Zustand belassen werden, während das Kontaktmedium bereits flüssig ist.

**[0022]** Als Kontaktmedium kann jegliche Art von Flüssigkeit oder Gas verwendet werden. Bevorzugt werden Stoffe mit einem niedrigen Gefrierpunkt und unbedenklicher Wassergefährdungsklasse. Beispiele für solche Kontaktmedien sind wässrige Alkohollösungen mit Ethanol und Propanol oder wässrige Salzlösungen wie Natriumchlorid, Calciumchlorid oder Magnesiumchlorid.

**[0023]** Die Erwärmung des Kontaktmediums erfolgt erfindungsgemäß mit einer elektrischen Heizung. Hierzu

wird eine elektrische Heizung, beispielsweise ein elektrischer Heizdraht, eine Heizwendel, ein Heizband oder eine Heizmanschette, so vorgesehen, dass bei Stromfluss durch die Heizung das Kontaktmedium erwärmt wird. Zum Beispiel kann ein Heizdraht vor dem Einbringen des Gefrierrohres in den Hohlkörper um das Gefrierrohr gewickelt werden. Der Heizdraht wird beispielsweise spiralförmig um das Gefrierrohr gelegt. Es hat sich auch als günstig erwiesen, den Heizdraht oder allgemein das Heizelement axial entlang des Gefrierrohres zu verlegen. Hierbei können auch mehrere seriell oder parallel geschaltete Heizelemente vorgesehen sein.

**[0024]** Die elektrische Heizung kann auch nach dem Einbringen des Gefrierrohres in den Hohlkörper, aber vor dem Zuführen des Kontaktmediums, in den Zwischenraum zwischen Gefrierrohr und Hohlkörper eingelegt oder anderweitig eingebracht werden. Schließlich kann es je nach Wahl des Kontaktmediums auch möglich sein, die elektrische Heizung erst nach dem Einbringen des Kontaktmediums anzubringen. In der Regel wird die Heizung aber vor dem Abkühlen des Gefrierrohres und dem Gefrieren des Erdbodens vorgesehen. Anstelle eines Heizdrahts kann auch das Gefrierrohr selbst als Widerstandsheizung verwendet werden. In diesem Fall wird eine Stromquelle direkt an das Gefrierrohr angeschlossen, so dass das Gefrierrohr von einem Strom durchflossen wird und sich erwärmt.

**[0025]** Anstelle oder zusätzlich zu einer elektrischen Heizung kann erfindungsgemäß eine Wärmeträgerleitung zur Zuführung eines Wärmeträgers vorgesehen sein. Hierzu wird eine Wärmeträgerleitung, beispielsweise ein Schlauch oder ein Rohr, so vorgesehen, dass sie zumindest abschnittsweise durch den Zwischenraum zwischen Gefrierrohr und Hohlkörper verläuft. Die Wärmeträgerleitung kann von oben in den Zwischenraum oder auch durch eine Bohrung oder ähnliche Öffnung im Mantel oder der Stirnfläche des Hohlkörpers eingeführt werden. Im letzteren Fall würde ein Teil der Wärmeträgerleitung außerhalb des Hohlkörpers durch den Erdboden verlaufen. Wenn es die Platzverhältnisse erlauben, ist es auch möglich, die Wärmeträgerleitung ganz oder teilweise im Inneren des Gefrierrohres vorzusehen.

**[0026]** Zum Erwärmen des Kontaktmediums wird über die Wärmeträgerleitung als Wärmeträger ein Gas oder eine Flüssigkeit mit einer Temperatur oberhalb des Gefrierpunktes des Kontaktmediums zugeführt. Vorzugsweise beträgt die Temperatur des Wärmeträgers zwischen -30 °C und +450 °C, insbesondere wenn ein gasförmiger Wärmeträger eingesetzt wird. Ist der Wärmeträger eine Flüssigkeit, so beträgt dessen Temperatur vorzugsweise zwischen 0 °C und 150 °C, besonders bevorzugt 50°C bis 150 °C. Der Wärmeträger kommt mit dem Kontaktmedium in thermischen Kontakt und wärmt das Kontaktmedium zumindest soweit an, dass es in den flüssigen Aggregatzustand übergeht.

**[0027]** Die Mittel zur Erwärmung des Kontaktmediums, zum Beispiel eine elektrische Heizung oder eine Wärmeträgerleitung, werden vorzugsweise zumindest zum Teil

um das Gefrierrohr gewickelt. Die Mittel zur Erwärmung des Kontaktmediums werden hierbei bevorzugt schraubenförmig um das Gefrierrohr oder auch in einer oder mehreren axialen Bahnen entlang des Gefrierrohres angeordnet. Das Gefrierrohr wird anschließend gemeinsam mit den Mitteln zur Erwärmung des Kontaktmediums in den Hohlkörper eingeschoben.

**[0028]** In einer anderen Ausführungsform besitzt die Wärmeträgerleitung eine Sollbruchstelle und/oder Austrittsöffnungen für den Wärmeträger. Über die Austrittsöffnungen kann dann ein Teil des Wärmeträgers austreten und in direkten Kontakt mit dem Kontaktmedium gelangen. Die Wärmeübertragung auf das Kontaktmedium kann so weiter intensiviert werden. Alternativ oder ergänzend kann die Wärmeträgerleitung eine Sollbruchstelle aufweisen, die bei einem bestimmten Druck bricht (z.B. 4 bar). Durch das Brechen der Sollbruchstelle kann der warme oder heiße Wärmeträger austreten und um das Gefrierrohr und /oder den Hohlkörper zirkulieren, wodurch das Schmelzen des Kontaktmediums beschleunigt wird. Zusätzlich können weitere Schläuche oder Rohre auf z.B. halber Länge angebracht werden, die die Abfuhr von bereits abgekühltem Wärmeträger ermöglichen und damit die Zirkulation über die gesamte Länge des Gefrierrohres vergrößern. Wenn das Kontaktmedium wieder flüssig ist, kann das Gefrierrohr herausgezogen werden.

**[0029]** Die Zufuhr des Kältemediums, beispielsweise von flüssigem Stickstoff, in das Gefrierrohr erfolgt über das Innenrohr. Beim Abkühlen des Gefrierrohres und des Erdbodens erwärmt sich der flüssige Stickstoff und verdampft. Das entstehende Stickstoffgas kann über den Ringspalt zwischen dem Innenrohr und dem Gefrierrohr nach oben abgezogen werden. Es kann aber auch ein zusätzliches Abgasrohr in dem Gefrierrohr vorgesehen sein, über welches der gasförmige Stickstoff entweichen kann oder abgezogen wird. Das Abgasrohr hat den Vorteil, dass im Gefrierrohr definierte Strömungsverhältnisse hergestellt werden können und dass der gasförmige Stickstoff das Gefrierrohr nicht über dessen gesamte Länge durchströmt, sondern auf einer definierten vorgegebenen Höhe, nämlich der Höhe der Eintrittsöffnung des Abgasrohres, abgezogen wird. So kann beispielsweise der oberste Teil des Erdbodens weniger stark gekühlt oder je nach Ausführung sogar überhaupt nicht gefroren werden. Die obigen Ausführungen gelten selbstverständlich auch für andere Kältemittel als Stickstoff.

**[0030]** Die Erfindung erlaubt auf einfache Weise die Entfernung, das heißt das Herausziehen, des Gefrierrohres. Damit kann der Erdboden zunächst mit Hilfe der Gefrierrohre gefroren werden. Anschließend werden die Gefrierrohre entfernt und nur die Hüllrohre verbleiben im Erdboden.

**[0031]** Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand von in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Hierbei zeigen:

Figur 1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Bodengefrieren,  
 Figur 2 eine zweite Ausführungsform,  
 Figur 3 eine dritte Ausführungsform,  
 Figur 4 eine vierte Ausführungsform,  
 Figur 5 eine fünfte Ausführungsform und  
 Figur 6 ein Beispiel einer Vorrichtung das nicht unter dem Gegenstand der vorliegenden beanspruchten Erfindung fällt.

**[0032]** In allen Figuren sind gleiche Elemente mit den gleichen Bezugsziffern versehen.

**[0033]** In Figur 1 ist eine erste Ausführungsform der Erfindung schematisch dargestellt. Ein Gefrierrohr 1 aus einem gut wärmeleitenden Material, insbesondere aus Kupfer, besitzt einen Durchmesser von beispielsweise 50 bis 100 mm. Die Länge des Gefrierrohres beträgt beispielsweise 1 bis 50 m, häufig 10m bis 30 m.

**[0034]** Das Gefrierrohr 1 ist an seiner unteren Stirnseite 2 geschlossen. Die obere Stirnfläche 3 ist ebenfalls verschlossen, weist aber zwei Durchgänge 4, 5 für ein Innenrohr 6 und ein Abgasrohr 7 auf. Das Innenrohr 6 ist am unteren Ende 8 offen. Über eine in der Zeichnung nicht dargestellte Versorgungsleitung ist ein Stickstofftank an das Innenrohr 6 angeschlossen.

**[0035]** In den zu vereisenden Erdboden 9 wird ein Bohrloch gebohrt, in welches ein Hohlkörper 10 eingebracht wird. Der Hohlkörper 10 besteht aus Polytetrafluorethylen und weist eine Wandstärke von 0,5 bis 6 mm auf. Der Hohlkörper 10 ist als ein Hüllrohr ausgeführt und an seinem unteren, stirnseitigen Ende 12 geschlossen.

**[0036]** In den Hohlkörper 10 wird dann eine Wärmeträgerleitung 11 eingelegt. Die Wärmeträgerleitung 11 kann entweder als Schlauch oder als flexibles oder unflexibles Rohr ausgeführt sein. Die Wärmeträgerleitung 11 wird so angeordnet, dass sie sich möglichst nahe am Hohlkörper 10 befindet, so dass ausreichend Platz für das Gefrierrohr verbleibt. Die Wärmeträgerleitung 11 verläuft sowohl entlang des Mantels des Hohlkörpers 10 als auch entlang dessen Boden bzw. Stirnfläche 12. An die Wärmeträgerleitung wird eine Zuführung für ein warmes oder heißes Fluid, insbesondere Luft oder eine wässrige Salzlösung, angeschlossen.

**[0037]** Anschließend wird das Gefrierrohr in den Hohlkörper 10 eingeschoben, so dass die Wärmeträgerleitung 11 in dem Zwischenraum 13 zwischen dem Gefrierrohr 1 und dem Hohlkörper 10 zu liegen kommt.

**[0038]** Der Zwischenraum 13 wird abschließend mit einem flüssigen Kontaktmedium 14, beispielsweise mit einer wässrigen Salzlösung oder Wasser, gefüllt.

**[0039]** Zur Vereisung des Erdbodens 9 wird flüssiger Stickstoff über das Innenrohr 6 zugeführt und in das Innere des Gefrierrohres 1 geleitet. Der flüssige Stickstoff kühlt über das umgebende Kontaktmedium 14 den Erdboden 9 ab. Hierbei verdampft der Stickstoff. Der verdampfte, kalte gasförmige Stickstoff, der auch als Abgas bezeichnet wird, entzieht dem Boden weitere Wärme. Über die Temperatur des Abgases wird ein nicht darge-

stelltes Magnetventil gesteuert. Auf diese Weise wird ein stetiger Fluss an Stickstoff mit optimaler Effizienz sichergestellt.

**[0040]** Nach einiger Zeit bildet sich ein gefrorener Bereich um das Gefrierrohr 1 aus. Nach erfolgter Vereisung ist es in manchen Fällen günstig, die Gefrierrohre 1 aus dem Erdboden zu entfernen, da diese den weiteren Baufortschritt behindern könnten. Beispielsweise können Vollschnittmaschinen nicht in der Lage sein, die als Gefrierrohre 1 eingesetzten Stahl- oder Kupferrohre zu durchfahren.

**[0041]** Erfindungsgemäß werden in einem solchen Fall die Gefrierrohre 1 aus dem Erdboden 9 beziehungsweise aus dem Hohlkörper 10 herausgezogen. Hierzu wird zunächst ein gasförmiger Wärmeträger durch die Wärmeträgerleitung 11 geleitet. Wenn das Gefrierrohr zuvor mit flüssigem Stickstoff abgekühlt wurde, kann zunächst auch ein Wärmeträger mit einer Temperatur zwischen beispielsweise  $-50^{\circ}\text{C}$  und  $0^{\circ}\text{C}$  verwendet werden. So kann man in dieser Phase zum Beispiel verdampften gasförmigen Stickstoff direkt aus einem Stickstofftank nehmen. In der Regel wird aber ein Wärmeträger mit einer höheren Temperatur von zum Beispiel  $50^{\circ}\text{C}$  bis  $200^{\circ}\text{C}$ , z.B. erhitzte Luft oder erwärmtes Stickstoffgas, eingesetzt, um eine schnelleres Aufschmelzen und Erwärmen des Kontaktmediums zu bewirken.

**[0042]** Der Wärmeträger strömt durch die Wärmeträgerleitung 11 und erwärmt dabei das umgebende Kontaktmedium 14. Sofern das Kontaktmedium 14 im festen Aggregatzustand war, wird es wieder verflüssigt. Ansonsten wird zumindest die Viskosität des Kontaktmediums 14 durch die Erwärmung verringert, so dass das Kontaktmedium 14 fließfähiger wird und sich das Gefrierrohr 1 leichter in dem Kontaktmedium 14 bewegen lässt.

**[0043]** Wenn das Kontaktmedium 14 flüssig ist oder eine bestimmte Fließfähigkeit erreicht hat, wird das Gefrierrohr 1 mit einer in der Zeichnung nicht dargestellten Zugvorrichtung aus dem Hohlkörper 10 gezogen.

**[0044]** In Figur 2 ist eine alternative Ausführung der Erfindung gezeigt. Diese Ausführung unterscheidet sich von der nach Figur 1 darin, dass die Wärmeträgerleitung 11 um das Gefrierrohr 1 gewickelt ist. Die Wärmeträgerleitung 11 ist schraubenförmig um das Gefrierrohr 1 gelegt. Dies hat zum einen den Vorteil, dass das Gefrierrohr 1 gemeinsam mit der Wärmeträgerleitung 11 leicht in der Hohlkörper 10 eingeschoben werden kann. Zum anderen wird durch die Wicklung der Wärmeträgerleitung 11 um das Gefrierrohr 1 eine gleichmäßige Erwärmung des Kontaktmediums 14 erreicht.

**[0045]** Figur 3 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, bei der die Wärmeträgerleitung 11 zum Teil durch den Erdboden 9 verläuft. Hierbei wird zunächst ein Bohrloch 15 gebohrt, welches einen größeren Durchmesser als der Hohlkörper 10 besitzt. Die Wärmeträgerleitung 11 wird durch die Wandung des Hohlkörpers 10 geführt, verläuft entlang der unteren Stirnfläche 12 des Hohlkörpers und wird auf der gegenüberliegenden Seite des Hohlkörpers 10 wieder herausgeführt.

**[0046]** Der Hohlkörper 10 wird gemeinsam mit der Wärmeträgerleitung 11 in das Bohrloch 15 eingebracht. Wie oben beschrieben werden dann das Gefrierrohr 1 und das Kontaktmedium 14 in dem Hohlkörper 10 platziert. Die Wärmeträgerleitung 11 wird außerhalb des Hohlkörpers 10 nach oben geführt und das verbleibende Bohrloch 15 wird wieder mit Erdreich oder wässrigen oder pastösen Baustoffen, beispielsweise Zementsuspension, Bentonit oder Dämmern, verfüllt. Die Wärmeträgerleitung 11 kann weiterhin in dem Abschnitt, in dem sie innerhalb des Hohlkörpers 10 verläuft, mit einer Sollbruchstelle 16 versehen sein. Die Sollbruchstelle 16 ist so ausgeführt, dass sie bei Überschreiten eines bestimmten Drucks, beispielsweise 3 bar, birst und eine Öffnung freigibt. Durch diese Öffnung strömt dann der Wärmeträger in das Innere des Hohlkörpers 10 und beschleunigt dadurch das Aufschmelzen und Erwärmen des Kontaktmediums 14.

**[0047]** Die Ausführung gemäß Figur 4 ist im Wesentlichen eine Kombination der Figuren 2 und 3. Jedoch sind anstelle der Sollbruchstelle 16 mehrere Löcher oder Perforationen 17 in dem Abschnitt der Wärmeträgerleitung 11, in dem sie innerhalb des Hohlkörpers 10 verläuft, vorgesehen. Die Löcher oder Perforationen 17 haben beispielsweise einen Durchmesser zwischen 0,05 mm und 0,4 mm, beispielsweise 0,15 mm oder 0,2 mm, so dass ein Teil des Wärmeträgers durch diese Löcher 17 in das Innere des Hohlkörpers 10 strömen kann.

**[0048]** Bei der Variante nach Figur 5 ist anstelle einer Wärmeträgerleitung eine elektrische Heizung 18 zur Erwärmung des Kontaktmediums 14 vorgesehen. Ein Heizdraht 18 wird schraubenförmig um das Gefrierrohr 1 gelegt und mit dem Gefrierrohr 1 in der Hohlkörper 10 geschoben. Der Zwischenraum 13 zwischen dem Gefrierrohr 1 und dem Hohlkörper 10 wird mit dem Kontaktmedium 14 gefüllt. Das Gefrierrohr 1 wird dann, wie oben beschrieben, mit flüssigem Stickstoff abgekühlt und das umgebende Erdreich gefroren. Zum Auftauen und Erwärmen des Kontaktmediums 14 wird der Heizdraht 18 an eine Stromquelle 19 angeschlossen und ein Heizstrom wird durch den Heizdraht 18 geleitet.

**[0049]** Die in Figur 5 gezeigte elektrische Heizung kann nicht nur als Alternative zu einer Wärmeträgerleitung eingesetzt werden, sondern auch ergänzend. Im letzteren Fall wird die Erwärmung des Kontaktmediums 14 durch den Wärmeübertrag von dem Wärmeträger und durch die elektrische Heizung deutlich beschleunigt.

**[0050]** Schließlich ist in Figur 6 ein Beispiel das nicht unter der vorliegenden beanspruchten Erfindung fällt zu sehen. In diesem Fall erfolgt die Erwärmung des Kontaktmediums 14 durch Zuführung eines Wärmeträgers in das Gefrierrohr 1. Hierzu wird ein Wärmeträger, insbesondere ein warmes Gas, beispielsweise gasförmiger Stickstoff mit einer Temperatur von  $50$  bis  $450^{\circ}\text{C}$  in das Gefrierrohr 1 geleitet. Das Kontaktmedium 14 steht mit der Außenseite des Gefrierrohres 1 in direktem Kontakt und wird durch den Wärmeträger erwärmt. Der Wärmeträger kann beispielsweise über das Innenrohr 6 zuge-

führt und über das Abgasrohr 7 wieder abgezogen werden, so dass eine Zirkulation des Wärmeträgers erzeugt wird. Die Zirkulation des Wärmeträgers kann weiter verbessert werden, wenn die obere Stirnfläche 3 des Gefrierrohres 1 geöffnet wird.

**[0051]** Die Erwärmung des Kontaktmediums 14 über das Gefrierrohr 1, wie sie anhand von Figur 6 erläutert wurde, kann selbstverständlich auch ergänzend zu den in den Figuren 1 bis 5 beschriebenen Verfahren eingesetzt werden. Das Kontaktmedium 14 kann durch eine oder mehrere der folgenden Methoden erwärmt werden:

- Erwärmung durch einen in das Gefrierrohr eingebrachten Wärmeträger
- Erwärmung durch einen Wärmeträger, welcher durch eine mit dem Kontaktmedium in Wärmeaustauschkontakt stehende Wärmeträgerleitung strömt,
- Erwärmung durch einen Wärmeträger, welcher direkt in das Kontaktmedium geleitet wird und/oder
- Erwärmung mittels einer elektrischen Heizung.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Gefrieren von Erdboden mit einem Gefrierrohr (1), welches an einer Stirnseite (2) geschlossen ist, und einem in das Gefrierrohr (1) ragenden Innenrohr (6) zur Zuführung eines Kältemittels, wobei ein Hohlkörper (10) vorgesehen ist, dessen Innendurchmesser größer als der Außendurchmesser des Gefrierrohres (1) ist, wobei sich zwischen dem Gefrierrohr (1) und dem Hohlkörper (10) ein Kontaktmedium (14) befindet, welches einen Gefrierpunkt von höchstens 0° C besitzt, wobei Mittel (11, 18) zur Erwärmung des Kontaktmediums (14) vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (11, 18) zur Erwärmung des Kontaktmediums (14) eine elektrische Heizung (18) und/oder eine Wärmeträgerleitung (11), die zumindest abschnittsweise durch den Zwischenraum zwischen Gefrierrohr (1) und Hohlkörper (10) verläuft, zur Zuführung eines Wärmeträgers umfassen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (10) einen Polymerwerkstoff, insbesondere Polytetrafluorethylen, umfasst.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (10) an einer seiner Stirnseiten (12) geschlossen ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil der Mittel (11, 18) zur Erwärmung des Kontaktmediums (14) um das Gefrierrohr (1) gewickelt sind.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur Erwärmung des Kontaktmediums (14) eine Wärmeträgerleitung (11) zur Zuführung eines Wärmeträgers umfassen und dass die Wärmeträgerleitung (11) eine Sollbruchstelle (16) und/oder Austrittsöffnungen (17) für den Wärmeträger aufweist.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein in das Gefrierrohr (1) ragendes Abgasrohr (7) vorgesehen ist.

7. Verfahren zum Gefrieren von Erdboden (9) mit einem Gefrierrohr (1) und einem in das Gefrierrohr (1) ragenden Innenrohr (6), wobei ein Kältemittel über das Innenrohr (6) in das Gefrierrohr (1) geleitet wird, wobei ein Hohlkörper (10), dessen Innendurchmesser größer als der Außendurchmesser des Gefrierrohres (1) ist, in den Erdboden (9) eingebracht wird und das Gefrierrohr (1) in den Hohlkörper (10) eingebracht wird, wobei ein Kontaktmedium (14), welches einen Gefrierpunkt von höchstens 0° C besitzt, in den Zwischenraum (13) zwischen dem Hohlkörper (10) und dem Gefrierrohr (1) eingebracht wird, wobei das Gefrierrohr (1) nach dem Gefrieren des Erdbodens (9) aus dem Hohlkörper (10) entfernt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kontaktmedium (14) vor dem Entfernen des Gefrierrohres (1) durch eine elektrische Heizung (18) und/oder eine Wärmeträgerleitung (11), die zumindest abschnittsweise durch den Zwischenraum zwischen Gefrierrohr (1) und Hohlkörper (10) verläuft, erwärmt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** flüssiger Stickstoff oder eine wässrige Salzlösung als Kältemittel in das Gefrierrohr (1) geleitet wird.

#### Claims

1. Device for freezing ground, with a freeze pipe (1), which is closed at an end face (2), and an inner pipe (6), which protrudes into the freeze pipe (1), for supplying a refrigerant, wherein a hollow body (10) is provided, the inner diameter of which is larger than the outer diameter of the freeze pipe (1), wherein a contact medium (14), which has a freezing point of no more than 0 °C, is located between the freeze pipe (1) and the hollow body (10), wherein means (11, 18) for heating the contact medium (14) are provided, **characterized in that** the means (11, 18) for heating the contact medium (14) comprise an electric heater (18) and/or a heat transfer medium line (11), which extends at least in sections through the space between the freeze pipe (1) and the hollow body (10), for supplying a heat transfer medium.

2. Device according to claim 1, **characterized in that** the hollow body (10) comprises a polymer material - in particular, polytetrafluoroethylene.
3. Device according to claim 1 or 2, **characterized in that** the hollow body (10) is closed at one of the end faces (12) thereof.
4. Device according to one of the preceding claims, **characterized in that** at least a portion of the means (11, 18) for heating the contact medium (14) is wound around the freeze pipe (1).
5. Device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the means for heating the contact medium (14) comprise a heat transfer medium line (11) for supplying a heat transfer medium, and that the heat transfer medium line (11) has a predetermined breaking point (16) and/or outlet openings (17) for the heat transfer medium.
6. Device according to one of the preceding claims, **characterized in that** an exhaust pipe (7) protruding into the freeze pipe (1) is provided.
7. Method for freezing ground (9), with a freeze pipe (1) and an inner pipe (6) which protrudes into the freeze pipe (1), wherein a refrigerant is conducted into the freeze pipe (1) via the inner pipe (6), wherein a hollow body (10), the inside diameter of which is larger than the outside diameter of the freeze pipe (1), is introduced into the ground (9), and the freeze pipe (1) is introduced into the hollow body (10), wherein a contact medium (14), which has a freezing point of no more than 0 °C, is introduced into the space (13) between the hollow body (10) and the freeze pipe (1), wherein the freeze pipe (1) is removed from the hollow body (10) after the ground (9) is frozen, **characterized in that** the contact medium (14) is heated by an electric heater (18) and/or a heat transfer medium line (11), which extends at least in sections through the space between the freeze pipe (1) and the hollow body (10), before the freeze pipe (1) is removed.
8. Method according to claim 7, **characterized in that** liquid nitrogen or an aqueous saline solution is conducted as refrigerant into the freeze pipe (1).

#### Revendications

1. Dispositif de congélation du sol comprenant un tube congélateur (1), lequel est fermé au niveau d'une face frontale (2), ainsi qu'un tube interne (6) faisant saillie dans le tube congélateur (1) destiné à l'alimentation en un fluide frigorigène, dans lequel un corps creux (10) est situé, dont le diamètre interne

est supérieur au diamètre externe du tube congélateur (1), dans lequel, entre le tube congélateur (1) et le corps creux (10), un milieu de contact (14) se trouve, lequel présente un point de congélation maximal de 0 °C, dans lequel des moyens (11, 18) de chauffage du milieu de contact (14) sont situés, **caractérisé en ce que** lesdits moyens (11, 18) de chauffage du milieu de contact (14) comprennent un chauffage électrique (18) et/ou une conduite de fluide caloporteur (11), laquelle s'étend au moins par sections à travers l'espace intermédiaire entre le tube congélateur (1) et le corps creux (10), destinée à l'alimentation en un fluide caloporteur.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le corps creux (10) comprend une matière polymère, en particulier du polytétrafluoroéthylène.
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le corps creux (10) est fermé au niveau d'une de ses faces frontales (12).
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'au** moins une partie des moyens (11, 18) de chauffage du milieu de contact (14) sont enroulés autour du tube congélateur (1).
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens de chauffage du milieu de contact (14) comprennent une conduite de fluide caloporteur (11) destinée à l'alimentation en un fluide caloporteur et que la conduite de fluide caloporteur (11) comporte un point de rupture de consigne (16) et/ou des ouvertures de sortie (17) pour le fluide caloporteur.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** tube de gaz d'échappement (7) fait saillie dans le tube congélateur (1).
7. Procédé de congélation du sol (9) comprenant un tube congélateur (1) et un tube interne (6) faisant saillie dans le tube congélateur (1), dans lequel un fluide frigorigène est guidé au moyen du tube interne (6) dans le tube congélateur (1), dans lequel un corps creux (10), dont le diamètre interne est supérieur au diamètre externe du tube congélateur (1), est introduit dans le sol (9) et le tube congélateur (1) est introduit dans le corps creux (10), dans lequel un milieu de contact (14), lequel présente un point de congélation maximal de 0 °C, est introduit dans l'espace intermédiaire (13) entre le corps creux (10) et le tube congélateur (1), dans lequel le tube congélateur (1), après la congélation du sol (9), est retiré du corps creux (10), **caractérisé en ce que** le milieu de contact (14), avant le retrait du tube congélateur

(1), est chauffé au moyen d'un chauffage électrique (18) et/ou d'une conduite de fluide caloporteur (11), laquelle s'étend au moins par sections à travers l'espace intermédiaire entre le tube congélateur (1) et le corps creux (10).

5

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'azote liquide ou une solution saline aqueuse est guidé sous forme de fluide frigorigène dans le tube congélateur (1).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

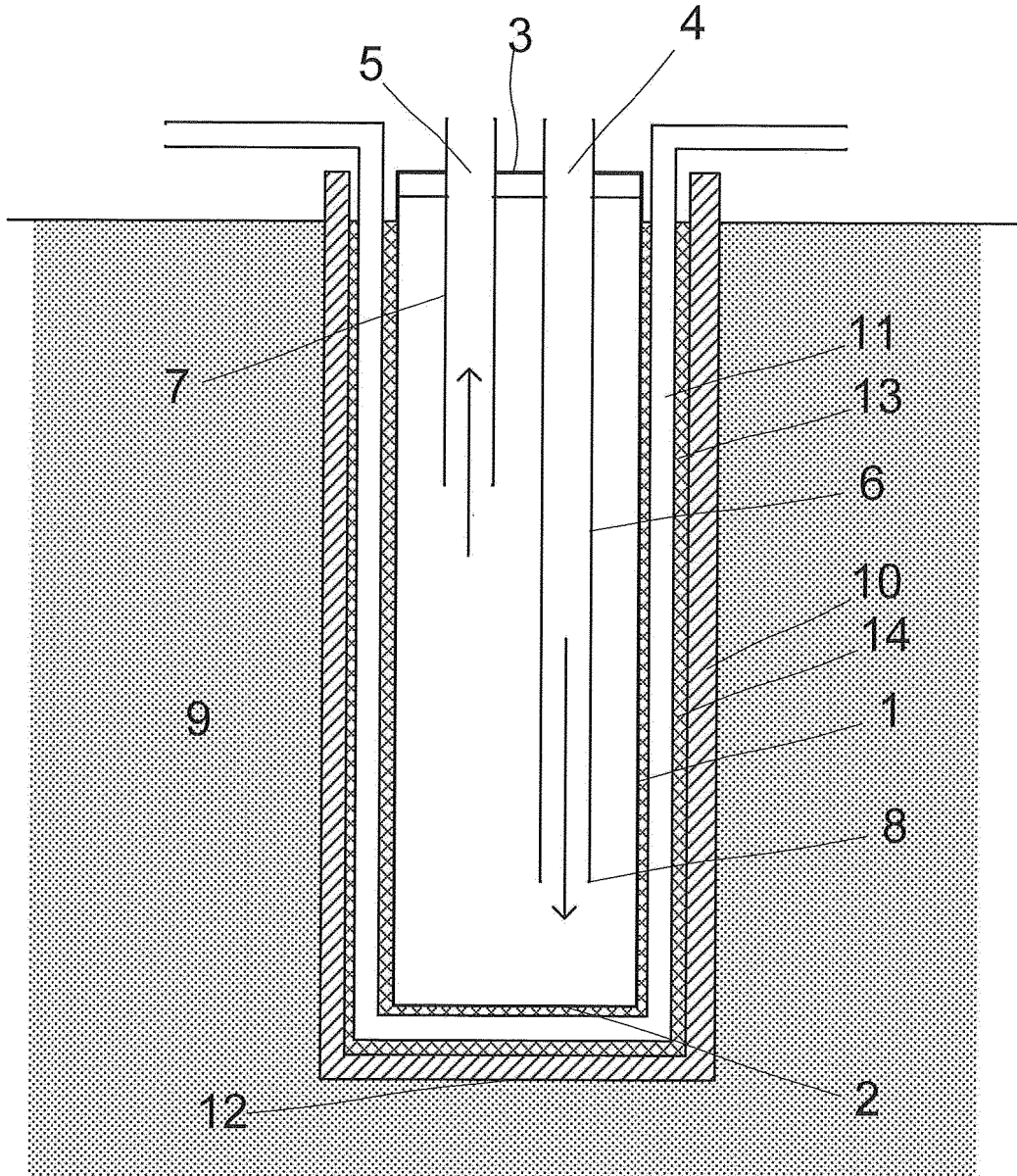


Fig. 2

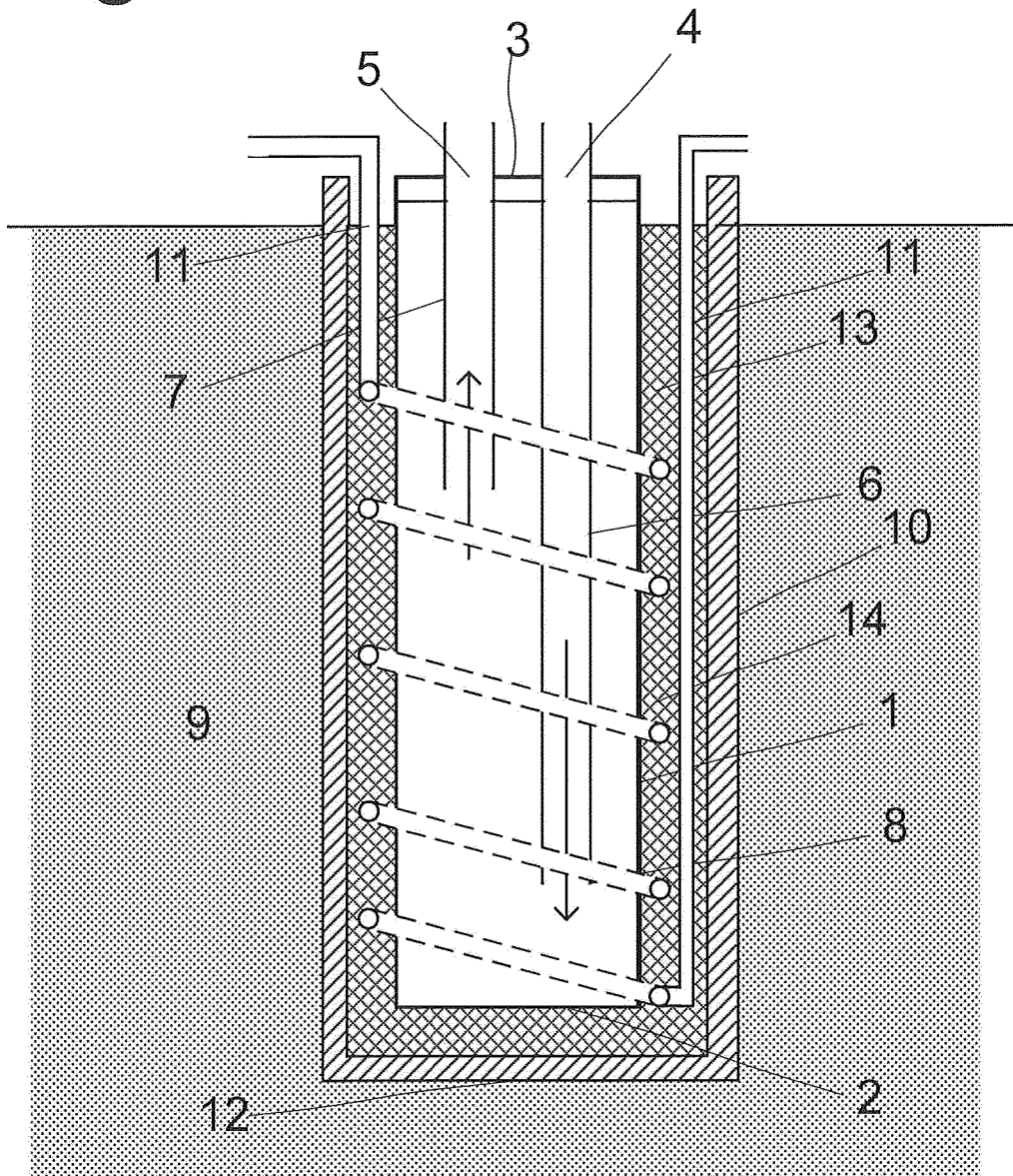


Fig. 3

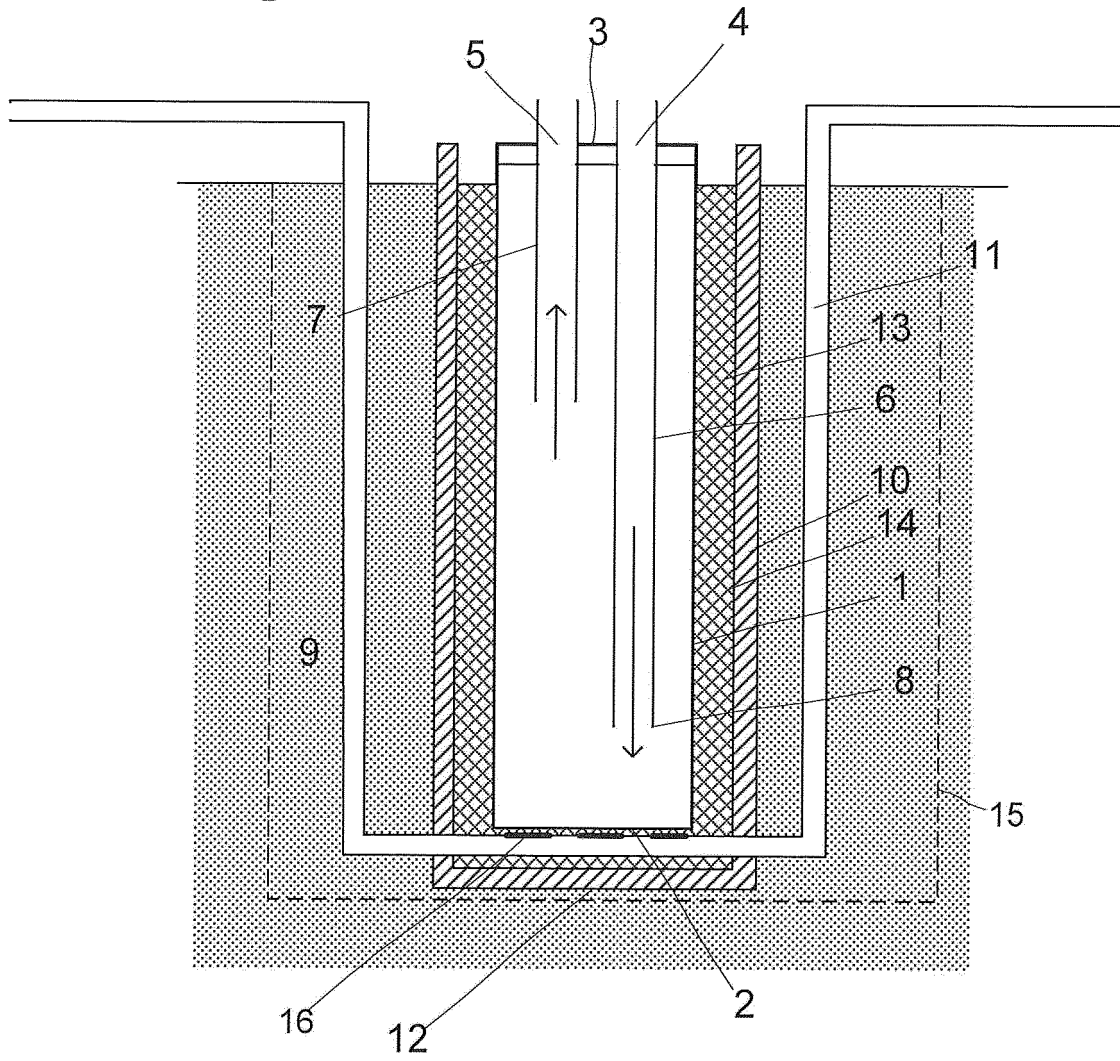


Fig. 4

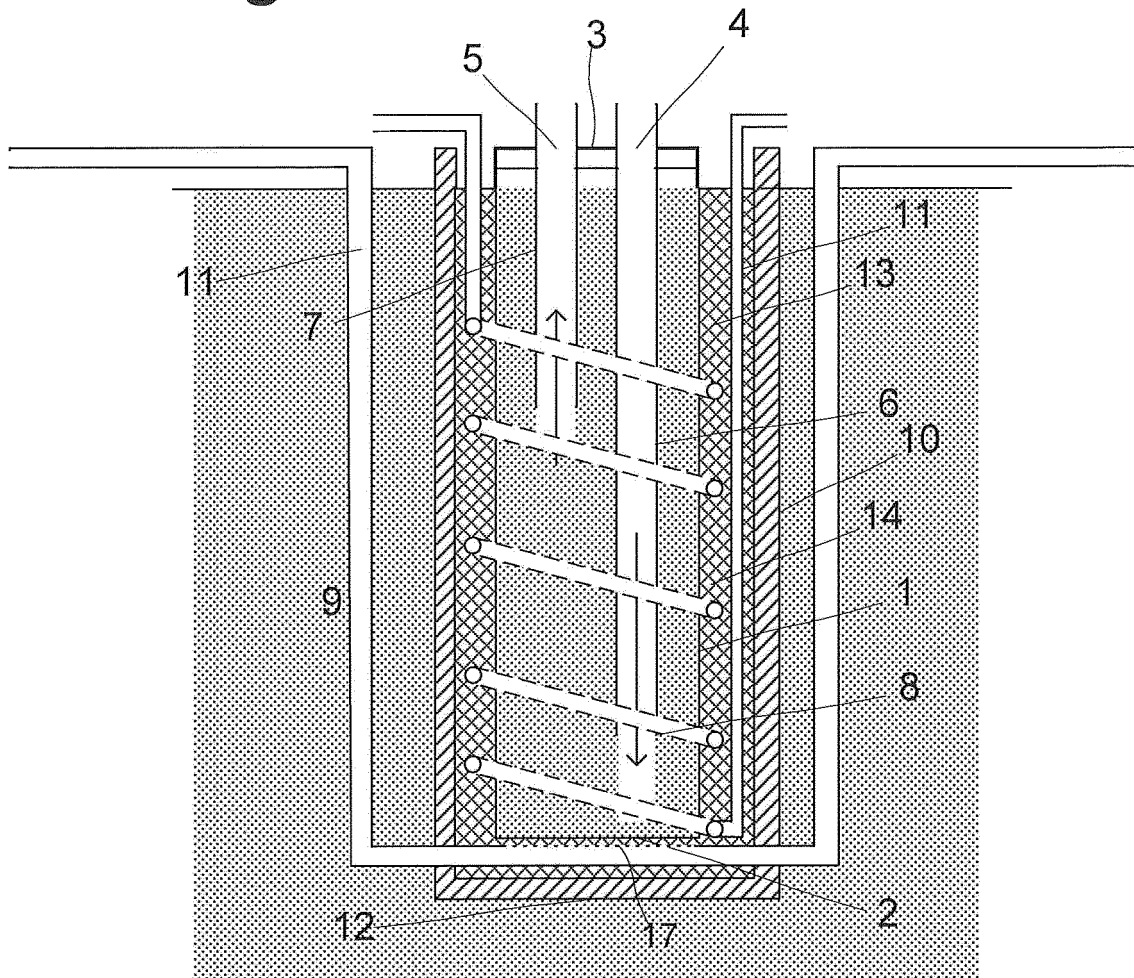


Fig. 5

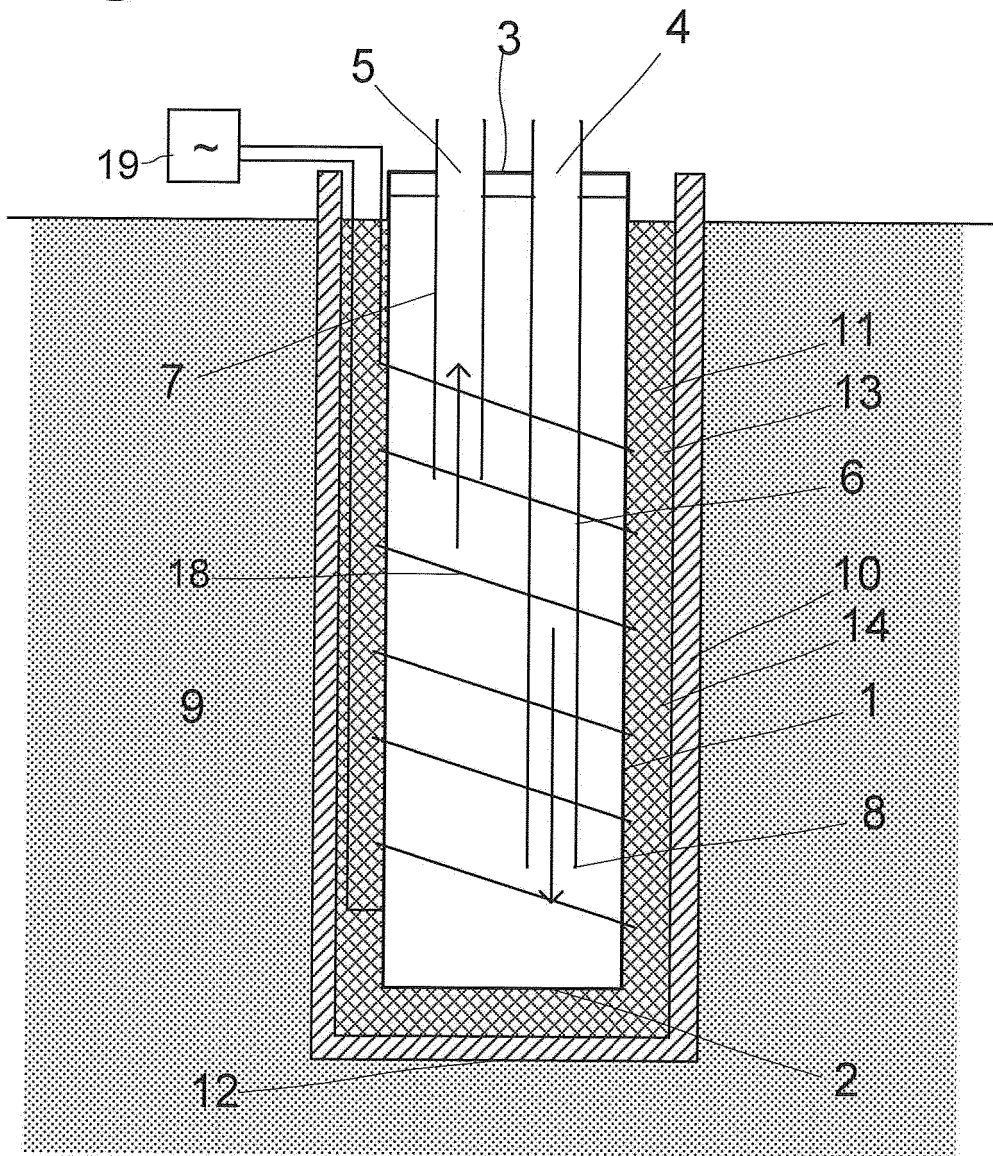
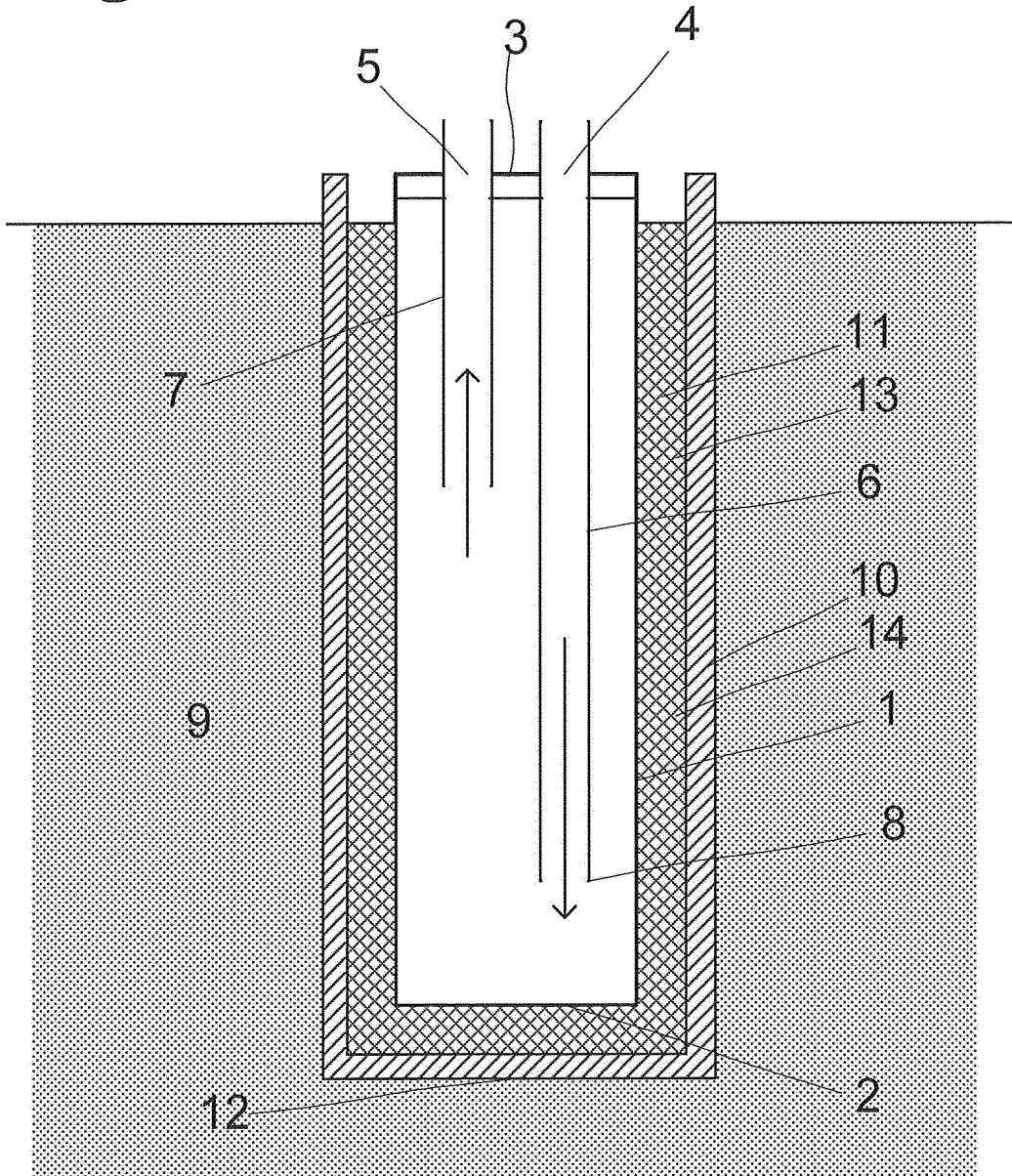


Fig. 6



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 3036842 [0006]
- DE 102004058457 A1 [0007]