



(11) **EP 3 441 529 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.02.2019 Patentblatt 2019/07

(51) Int Cl.:
E02D 19/18^(2006.01) E02D 3/115^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17020351.7**

(22) Anmeldetag: **10.08.2017**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

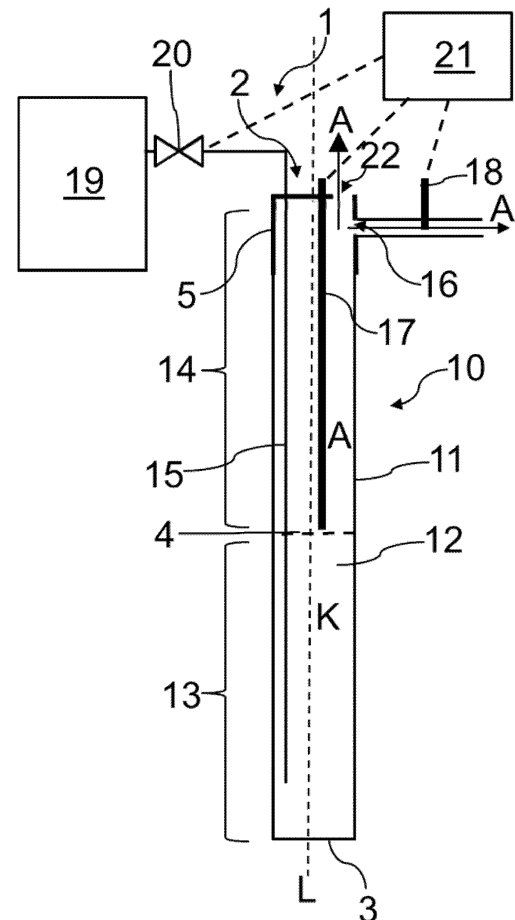
(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**
80331 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Schmand, Ralf**
85716 Unterschleißheim (DE)
• **Sliwo, Abraham**
CH-6318 Walchwil (CH)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM GEFRIEREN VON ERDREICH**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zum Gefrieren von Erdreich aufweisend eine entlang einer Längsachse (L) erstreckte Gefrierlanze (10) mit einem Mantel (11), der einen Innenraum (12) umgibt, wobei das die Gefrierlanze (10) umgebende Erdreich mittels des in einem ersten Abschnitt (13) des Innenraums (12) befindlichen Kältemittels (K) kühlbar ist, eine Leitung (15) zum Bereitstellen des flüssigen Kältemittels (K) in dem ersten Abschnitt (13) des Innenraums (12), wobei die Vorrichtung (1) einen ersten Endabschnitt (2) mit einer ersten Öffnung (16) zum Abziehen eines durch Verdampfen des Kältemittels (K) gebildeten Abgases (A) aus dem Innenraum (12) aufweist, wobei der Innenraum (12) einen zweiten Abschnitt (14) zur Aufnahme des Abgases (A) aufweist, wobei in dem zweiten Abschnitt (14) zwischen dem Abgas (A) und dem Mantel (11) Wärme austauschbar ist, so dass das Abgas (A) durch Wärmeaustausch mit dem an die Gefrier (10) angrenzenden Erdreich erwärmt ist, sowie ein Verfahren zum Gefrieren von Erdreich mittels der Vorrichtung (1).

Fig. 1



EP 3 441 529 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Gefrieren von Erdreich.

[0002] Sogenannte Bodengefrierverfahren bzw. Vereisungsverfahren werden nach dem Stand der Technik zum Verfestigen oder Abdichten von Baugrund eingesetzt. Bekannt sind z.B. Verfahren, die flüssigen Stickstoff oder verflüssigte Luft als Kühlmittel verwenden. Ebenso bekannt ist die Vereisung mit einer Sole, die ihrerseits durch eine Kälteanlage temperiert wird. Die Vereisung mit Flüssigstickstoff erfolgt aufgrund der tiefen Temperatur des flüssigen Stickstoffs deutlich schneller als mit Sole, wohingegen die laufenden Kosten (Energiekosten) bei längeren Einfrierzeiten bei flüssigem Stickstoff deutlich höher liegen als bei Sole.

[0003] Nach dem Stand der Technik werden für Bodengefrierverfahren Vorrichtungen zum Gefrieren von Erdreich mit sogenannten Gefrierlanzen in das Erdreich eingebracht, wobei die Gefrierlanzen ein Außenrohr sowie zwei in einem Innenraum angeordnete Falleleitungen aufweisen.

[0004] Dabei wird nach dem Stand der Technik durch eine der Falleleitungen ein Kältemittel, z.B. ein tiefkalt verflüssigtes Gas wie flüssiger Stickstoff, in den Innenraum eingebracht. Durch das mit dem Außenrohr in wärmeleitender Verbindung stehende flüssige Kältemittel wird der Umgebung Wärme entzogen, so dass das Erdreich, das die Gefrierlanze umgibt, gefriert.

[0005] Das in dem Innenraum durch Verdampfen des Kältemittels entstehende Abgas (z.B. gasförmiger Stickstoff) wird nach den Verfahren des Standes der Technik über die zweite Falleleitung an die Erdoberfläche geleitet.

[0006] Dies hat jedoch den Nachteil einer starken Nebelbildung an der Oberfläche, was insbesondere zu verschlechterter Sicht führen kann, so dass das Unfallrisiko erhöht ist.

[0007] Zudem kann sich der an der Erdoberfläche aus der zweiten Falleleitung austretende kalte gasförmige Stickstoff in der Nähe des Bodens ansammeln, was zu Erstickungsgefahr in diesem Bereich führen kann.

[0008] Daher ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, die bzw. das im Hinblick auf die genannten Nachteile des Standes der Technik verbessert ist.

[0009] Diese Aufgabe wird durch die Vorrichtung gemäß Anspruch 1 und das Verfahren gemäß Anspruch 5 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Vorrichtung sind in den Unteransprüchen 2 bis 4 angegeben und vorteilhafte Ausführungsformen des Verfahrens sind in den Unteransprüchen 6 bis 10 angegeben.

[0010] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Gefrieren von Erdreich aufweisend eine entlang einer Längsachse erstreckte Gefrierlanze, die dazu ausgebildet ist, zum Gefrieren von Erdreich in das Erdreich eingebracht zu werden, wobei die Gefrierlanze einen Mantel aufweist, der einen Innenraum mit einem ersten Abschnitt (auch als Gefrierbereich bezeichnet) zur

Aufnahme eines flüssigen Kältemittels umgibt, wobei das die Gefrierlanze umgebende Erdreich mittels des in dem ersten Abschnitt befindlichen Kältemittels kühlbar ist bzw. dem die Gefrierlanze umgebenden Erdreich mittels des in dem ersten Abschnitt befindlichen Kältemittels Wärme entziehbar ist, so dass das Erdreich zumindest teilweise gefriert, und eine in den Innenraum hineinragende Leitung zum Bereitstellen des flüssigen Kältemittels in dem ersten Abschnitt des Innenraums, wobei die Vorrichtung einen ersten Endabschnitt aufweist, an dem eine erste Öffnung zum Abziehen eines durch Verdampfen des Kältemittels gebildeten Abgases aus dem Innenraum vorgesehen ist, wobei der Innenraum einen entlang der Längsachse an den ersten Abschnitt angrenzenden zweiten Abschnitt (auch als Erwärmungsbereich bezeichnet) zur Aufnahme des Abgases aufweist, so dass das Abgas in dem zweiten Abschnitt den Mantel kontaktieren kann.

[0011] Dabei ist insbesondere in dem zweiten Abschnitt zwischen dem in dem Innenraum befindlichen bzw. den Innenraum durchströmenden Abgas und dem Mantel Wärme austauschbar, so dass das Abgas durch über den Mantel erfolgenden Wärmeaustausch mit dem an die Gefrierlanze angrenzenden Erdreich erwärmbar ist.

[0012] Das heißt insbesondere, dass eine separate Abgasleitung im Vergleich zum Stand der Technik wegfällt und anstatt dessen der Abgasstrom am oberen Ende der Gefrierlanze, insbesondere an einem Gefrierkopf, abgezogen wird.

[0013] Dies hat den Vorteil, dass das an der Oberfläche austretende Abgas durch den Wärmeaustausch mit dem umliegenden Erdreich über den Mantel deutlich wärmer ist als bei vergleichbaren Vorrichtungen des Standes der Technik, in denen der Abgasstrom durch eine, insbesondere von dem Mantel thermisch isolierte, Falleleitung geführt wird. Dadurch ist die Nebelbildung und Ansammlung von Abgas an der Oberfläche vorteilhafterweise verringert, was die Sicherheit in der Nähe der Vereisungsstelle verbessert. Dies ist insbesondere in dicht besiedelten Gebieten relevant.

[0014] Der besagte erste Endabschnitt kann durch die Gefrierlanze, bzw. deren Mantel, oder durch ein separates Teil, z.B. einen Gefrierkopf, gebildet sein.

[0015] Die Vorrichtung weist insbesondere weiterhin an dem ersten Endabschnitt einen mit der Gefrierlanze verbundenen Gefrierkopf auf, wobei der Gefrierkopf insbesondere den ersten Endabschnitt bildet. Der Gefrierkopf weist insbesondere die Leitung zum Bereitstellen des flüssigen Kältemittels und/oder die erste Öffnung zum Abziehen des Abgases auf. Außerdem kann der Gefrierkopf zumindest einen Teil des zweiten Abschnitts zur Aufnahme des Abgases bilden.

[0016] Der Gefrierkopf kann z.B. auf die Gefrierlanze aufgelötet sein. Beim bestimmungsgemäßen Betrieb der Vorrichtung befindet sich der Gefrierkopf insbesondere außerhalb des Erdreichs.

[0017] Für die Erwärmung des Abgases wird vorteil-

hafterweise das die Gefrierlanze umgebende Erdreich genutzt. Somit können separate Vorrichtungen zur Erwärmung des Abgasstroms entfallen und es werden Kosten und Energie eingespart.

[0018] Durch den Wegfall der separaten Abgasleitung verringert sich zudem der konstruktive Aufwand der Vorrichtung und es werden Kosten eingespart.

[0019] Insbesondere grenzt der erste Endabschnitt an den zweiten Abschnitt an und der Mantel weist einen zweiten Endabschnitt auf, der an den ersten Abschnitt angrenzt.

[0020] Die besagte Vorrichtung kann beim bestimmungsgemäßen Gebrauch z.B. derart angeordnet sein, dass die Längsachse vertikal verläuft, wobei der erste Abschnitt unter dem zweiten Abschnitt angeordnet ist, und wobei der erste Endabschnitt des Mantels oben angeordnet ist. Dabei ist insbesondere der erste Endabschnitt außerhalb des zu gefrierenden Erdreichs angeordnet. Alternativ kann die Vorrichtung beim bestimmungsgemäßen Gebrauch in einer beliebigen anderen Richtung ausgerichtet sein.

[0021] Die Gefrierlanze kann z.B. eine Gesamtlänge von 20 Metern haben, wobei die unteren 10 Meter den ersten Abschnitt bilden und die oberen 10 Meter den zweiten Abschnitt bilden. Dabei kann z.B. eine Öffnung der Leitung zum Bereitstellen des Kühlmittels in einer Tiefe von 19,7 Metern positioniert werden, das heißt 0,3 Meter über dem unteren Ende der Gefrierlanze.

[0022] Alternativ sind auch größere Gesamtlängen der Gefrierlanze, z.B. 60 Meter oder mehr, denkbar.

[0023] Gemäß einer Ausführungsform weist die Vorrichtung zum Gefrieren von Erdreich eine an einem Übergangsbereich zwischen dem ersten Abschnitt und dem zweiten Abschnitt positionierte erste Einrichtung zur Temperaturmessung, insbesondere eine Temperaturmesslanze, auf, die dazu ausgebildet ist, an dem Übergangsbereich zwischen dem ersten Abschnitt und dem zweiten Abschnitt die Temperatur des Abgases zu messen.

[0024] Das heißt, es wird z.B. ein Rohr mit einem Temperatursensor bis auf eine Tiefe gezogen, die zur Messung einer Referenztemperatur nutzbar ist, um eine bestimmte zum Gefrieren erforderliche Temperatur des ersten Abschnitts regeln bzw. einstellen zu können. Alternativ zu einer Temperaturmesslanze kann z.B. ein Thermoelement direkt in die Gefrierlanze eingebracht werden, so dass eine direkte Temperaturmessung möglich ist.

[0025] Im Vergleich zu Vorrichtungen des Standes der Technik lässt sich somit die Temperatur des ersten Abschnitts genauer einstellen (optimierte Temperaturführung am point of use), insbesondere dann, wenn der Abgasstrom auf dem Weg zur Erdoberfläche erwärmt wird. Dies führt zu Kosteneinsparungen aufgrund eines genauer bestimmbareren Verbrauchs von Kältemittel.

[0026] Die erste Einrichtung zur Temperaturmessung kann z.B. in einer Tiefe von 10 Metern in Bezug auf die Erdoberfläche positioniert sein, wenn die Gesamtlänge

der Gefrierlanze 20 Meter beträgt und die unteren 10 Meter als erster Abschnitt dienen.

[0027] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die erste Einrichtung zur Temperaturmessung entlang der Längsachse verschiebbar.

[0028] Hierdurch lassen sich vorteilhafterweise verschiedene Gefrierabschnitte (das heißt insbesondere Höhen bzw. Tiefen des ersten Abschnitts und des zweiten Abschnitts) flexibel (für die jeweilige Anwendung) einstellen.

[0029] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Vorrichtung zum Gefrieren von Erdreich eine an der ersten Öffnung positionierte zweite Einrichtung zur Temperaturmessung auf, die dazu ausgebildet ist, die Temperatur des Abgases an der ersten Öffnung zu messen.

[0030] Durch eine Temperaturmessung an der ersten Öffnung, das heißt insbesondere an der Erdoberfläche, lässt sich auf einfache Weise die Abgastemperatur bestimmen, wodurch auf die Temperatur im ersten Abschnitt geschlossen werden kann. Somit kann dann z.B. der Zustrom des Kältemittels in den ersten Abschnitt gesteuert oder geregelt werden, um eine bestimmte Temperatur des ersten Abschnitts zu erreichen bzw. zu erhalten.

[0031] Selbstverständlich können auch sowohl eine erste Einrichtung zur Temperaturmessung des Abgases an dem Übergangsbereich zwischen dem ersten Abschnitt und dem zweiten Abschnitt als auch eine zweite Einrichtung zur Temperaturmessung des Abgases an der ersten Öffnung vorgesehen sein.

[0032] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Gefrieren von Erdreich mittels einer Vorrichtung zum Gefrieren von Erdreich nach dem ersten Aspekt der Erfindung, wobei die Gefrierlanze zumindest teilweise in Erdreich eingebracht wird, und wobei in dem ersten Abschnitt des Innenraums der Gefrierlanze ein flüssiges Kältemittel bereitgestellt wird, wobei das die Gefrierlanze umgebende Erdreich mittels des in dem ersten Abschnitt befindlichen Kältemittels gekühlt wird, so dass das Erdreich zumindest teilweise gefriert, und wobei in einem an den ersten Abschnitt angrenzenden zweiten Abschnitt durch Verdampfen des Kältemittels ein Abgas gebildet wird, wobei das Abgas an dem ersten Endabschnitt der Gefrierlanze aus dem Innenraum abgezogen wird, und wobei das Abgas in dem zweiten Abschnitt mit dem Mantel Wärme austauscht, so dass das Abgas durch Wärmeaustausch mit dem an den Mantel angrenzenden Erdreich erwärmt wird.

[0033] Dabei findet der Wärmeaustausch zwischen dem Abgas und dem Erdreich hauptsächlich über denjenigen Abschnitt des Mantels statt, der den zweiten Abschnitt bzw. Erwärmungsbereich des Innenraums umgibt.

[0034] Gemäß einer Ausführungsform ist das Kältemittel ein tiefkalt verflüssigtes Gas, insbesondere flüssiger Stickstoff (N₂).

[0035] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird an dem Übergangsbereich zwischen dem ersten Ab-

schnitt und dem zweiten Abschnitt eine erste Temperatur des Abgases gemessen, insbesondere mittels der ersten Einrichtung zur Temperaturmessung.

[0036] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird an der ersten Öffnung am ersten Endabschnitt der Gefrierlanze (z.B. am Gefrierkopf) eine zweite Temperatur, insbesondere des aus dem Innenraum abgezogenen, Abgases gemessen, insbesondere mittels der zweiten Einrichtung zur Temperaturmessung.

[0037] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird mittels der ersten Temperatur und/oder der zweiten Temperatur ein Zustrom des Kältemittels in den Innenraum gesteuert oder geregelt, insbesondere mittels einer Steuer- und/oder Regelvorrichtung. Dabei kann der Zustrom des Kältemittels in den ersten Abschnitt z.B. mittels eines Ventils gesteuert oder geregelt werden, wobei mittels des Ventils eine Strömungsverbindung zwischen einem Kältemittelbehälter und dem ersten Abschnitt, insbesondere die Leitung, unterbrochen und/oder gedrosselt werden kann.

[0038] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird eine Mehrzahl an Gefrierlanzen in das Erdreich eingebracht, wobei die erste Temperatur und/oder die zweite Temperatur lediglich an einem Teil der Gefrierlanzen gemessen wird bzw. werden.

[0039] Insbesondere sind die Mehrzahl an Gefrierlanzen in einem sogenannten Gefrierfeld vorgesehen, das aus mehreren Gefrierlanzen gebildet ist, die einen Abschnitt des Erdreichs gefrieren sollen. Dabei wird ein Teil der Gefrierlanzen mit einer Einrichtung zur Temperaturmessung, insbesondere Temperaturlanze, ausgerüstet (z.B. 10% der Gefrierlanzen), die anderen Gefrierlanzen werden dann insbesondere über Einstellungswerte abgasseitig (d.h. z.B. über den Sollwert der Abgastemperatur am ersten Endabschnitt der jeweiligen Gefrierlanze) adaptiert, das heißt der Kühlmittelstrom wird entsprechend angepasst, dass eine bestimmte Temperatur im ersten Abschnitt herrscht. Hierbei kann ausgenutzt werden, dass insbesondere in einem zusammenhängenden Gefrierkörper die Temperaturen in einer bestimmten Tiefe an verschiedenen Gefrierlanzen vergleichbar sind.

[0040] Dabei werden vorteilhafterweise Kosten für weitere Temperaturmesseneinrichtungen eingespart.

[0041] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird das Kältemittel bei Überdruck, das heißt bei im Vergleich zu einem Atmosphärendruck erhöhtem Druck, in einem Kältemittelbehälter gespeichert, wobei das Kältemittel aus dem Kältemittelbehälter in den ersten Abschnitt des Innenraums eingeleitet wird, und wobei das Abgas durch eine Druckdifferenz zwischen dem Innenraum und einer mit der ersten Öffnung in Strömungsverbindung stehenden Umgebung der Gefrierlanze über die erste Öffnung aus dem Innenraum abgezogen wird.

[0042] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird das Kältemittel bei einem Absolutdruck von 2 bar bis 20 bar, insbesondere 6 bar bis 16 bar, bevorzugt 8 bar bis 12 bar, in dem Kältemittelbehälter gespeichert.

[0043] Dabei herrscht insbesondere ausgangsseitig

der ersten Öffnung Atmosphärendruck, das heißt, das System aus Kältemittelbehälter und Gefrierlanze bzw. Innenraum der Gefrierlanze ist ausgangsseitig der ersten Öffnung drucklos. Die Druckdifferenz zwischen dem Innenraum und der Umgebung führt also dazu, dass das Abgas durch die erste Öffnung in die Umgebung strömt bzw. gedrückt wird.

[0044] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden in der nachfolgenden Figurenbeschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung anhand einer Figur erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Gefrieren von Erdreich im Längsschnitt.

[0045] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1 im Längsschnitt bezüglich einer Längsachse L, entlang derer die Vorrichtung 1 erstreckt ist. Die Vorrichtung 1 weist eine Gefrierlanze 10 mit einem Mantel 11 auf, wobei der Mantel 11 einen Innenraum 12, insbesondere in Umfangsrichtung bezüglich der Längsachse L, umgibt.

[0046] Der Mantel 11 kann im Querschnitt bezüglich der Längsachse L eine beliebige Form aufweisen. Insbesondere ist der Mantel 11 im Querschnitt bezüglich der Längsachse L kreisförmig. Der Mantel kann z.B. einen Durchmesser von 50 bis 60 mm, insbesondere 54 mm, aufweisen.

[0047] Insbesondere ist der Mantel 11 aus einem gut wärmeleitfähigen Material, z.B. Kupfer, gebildet, so dass eine gute Wärmeübertragung zwischen dem in dem Innenraum 12 befindlichen Kältemittel K und dem umliegenden Erdreich gewährleistet ist.

[0048] Der Mantel 11 weist einen stirnseitig bezüglich der Längsachse L angeordneten ersten Endabschnitt 2 und einen dem ersten Endabschnitt 2 gegenüberliegenden stirnseitig angeordneten zweiten Endabschnitt 3 auf.

[0049] Der erste Endabschnitt 2 ist in der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform durch einen Gefrierkopf 5 gebildet, der mit der Gefrierlanze 10, z.B. durch Lötens, verbunden ist.

[0050] Beim bestimmungsgemäßen Betrieb der Vorrichtung 1 verläuft die Längsachse L z.B. vertikal, wobei der erste Endabschnitt 2 das obere Ende der Gefrierlanze 10 bildet und insbesondere außerhalb des zu gefrierenden Erdreichs positioniert ist, und wobei der zweite Endabschnitt 3 das untere Ende der Gefrierlanze 10 bildet und insbesondere in dem Erdreich positioniert ist. Der zweite Endabschnitt 3 ist dabei insbesondere geschlossen, so dass kein Kältemittel K über den zweiten Endabschnitt 3 aus dem Innenraum 12 austreten kann. Es sind aber auch andere Anordnungen möglich, bei denen z.B. die Längsachse horizontal oder schräg in Bezug auf die Vertikale verläuft.

[0051] Der Innenraum 12 weist einen ersten Abschnitt 13 oder Gefrierbereich zur Aufnahme eines flüssigen Kältemittels K, insbesondere flüssigen Stickstoffs, und einen entlang der Längsachse L an den ersten Abschnitt

13 angrenzenden zweiten Abschnitt 14 oder Erwärmungsbereich zur Aufnahme eines durch Verdampfen des Kältemittels K gebildeten Abgases A auf.

[0052] Dabei ist insbesondere beim bestimmungsgemäßen Gebrauch der Vorrichtung 1 der zweite Abschnitt 14 über dem ersten Abschnitt 13 angeordnet. Dadurch sammelt sich das leichtere Abgas A über dem flüssigen Kältemittel K.

[0053] An einem Übergangsbereich 4 zwischen dem ersten Abschnitt 13 und dem zweiten Abschnitt 14 liegt insbesondere eine Phasengrenze zwischen dem flüssigen Kältemittel K und dem gasförmigen Abgas A vor. Natürlich kann an oder in der Nähe dieser Phasengrenze auch ein Flüssigkeits-Gasgemisch des Kältemittels K vorliegen.

[0054] Weiterhin zeigt Fig. 1 eine Leitung 15 zum Bereitstellen des flüssigen Kältemittels K in dem ersten Abschnitt 13 des Innenraums 12. Die Leitung 15 ist insbesondere mit einem Kältemittelbehälter 19 zum Speichern des Kältemittels K in Strömungsverbindung bringbar. Dabei wird in dem Kältemittelbehälter 19 das Kältemittel K bei Überdruck, z.B. bei einem Druck von 2 bar bis 20 bar, insbesondere 6 bar bis 16 bar, bevorzugt 8 bar bis 12 bar, gespeichert und aus dem Kältemittelbehälter 19 über die Leitung 15 in den Innenraum 12 eingeleitet. Insbesondere ist die Strömungsverbindung zwischen dem Kältemittelbehälter 19 und der Leitung 15 durch ein Ventil 20 verschließbar und/oder drosselbar, so dass ein Kältemittelfluss bzw. Kältemittelzustrom in den ersten Abschnitt 13 über das Ventil 20 gesteuert werden kann. Die Leitung 15 kann z.B. einen Durchmesser von 6 mm bis 28 mm, insbesondere 12 mm, aufweisen. Weiterhin kann die Leitung 15 insbesondere thermisch isoliert sein.

[0055] In Fig. 1 ist außerdem eine erste Einrichtung 17 zur Temperaturmessung, z.B. eine Temperaturmesslanze, dargestellt. Die Einrichtung 17 zur Temperaturmessung bzw. ein an ihrem Ende angeordneter Temperatursensor ist in der Nähe des Übergangsbereichs 4 zwischen dem ersten Abschnitt 13 und dem zweiten Abschnitt 14 angeordnet, so dass die Temperatur des Abgases A direkt nach Verdampfen des Kältemittels K messbar ist. Dadurch können relativ genaue Rückschlüsse auf die Temperatur des ersten Abschnitts 13 gezogen werden, so dass ein Kältemittelzustrom aus dem Kältemittelbehälter 19 in den ersten Abschnitt 13 entsprechend genau geregelt werden kann, um Temperaturabweichungen vom Sollwert zu korrigieren.

[0056] Das durch Verdampfen des Kältemittels K gebildete Abgas A strömt in dem zweiten Abschnitt 14 des Innenraums 12 nach oben, wobei zwischen dem Abgas A über den Mantel 11 mit dem umliegenden Erdreich Wärme ausgetauscht wird, so dass sich das Abgas A beim Aufsteigen in dem zweiten Abschnitt 14 erwärmt.

[0057] An dem Gefrierkopf 5 am ersten Endabschnitt 2, also insbesondere am oberen Ende der Gefrierlanze 10, ist eine erste Öffnung 16 zum Abziehen des erwärmten Abgases A und eine zweite Öffnung 22 zum Abziehen des erwärmten Abgases A vorgesehen. Der Innenraum

12 steht insbesondere über die erste Öffnung 16 und die zweite Öffnung 22 mit einer Umgebung in Strömungsverbindung, wobei in der Umgebung Atmosphärendruck herrscht. Dabei strömt das Abgas A insbesondere aufgrund der Druckdifferenz zwischen dem System aus Kältemittelbehälter 19 und Innenraum 12 zu der Umgebung aus der ersten Öffnung 16 und der zweiten Öffnung 22 in die Umgebung.

[0058] Die in Fig. 1 gezeigte erste Öffnung 16 ist senkrecht zu der Längsachse L positioniert und die zweite Öffnung 22 ist stirnseitig bezüglich der Längsachse L, also am ersten Endabschnitt 2 angeordnet. Selbstverständlich kann auch nur eine Öffnung des Mantels 11 vorgesehen sein. Diese kann senkrecht zur Längsachse L oder stirnseitig angeordnet sein.

[0059] An der ersten Öffnung 16 ist eine optionale zweite Einrichtung 18 zur Temperaturmessung des Abgases A positioniert. In der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform dient die erste Öffnung 16 insbesondere hauptsächlich dazu, die Temperatur des Abgases A zu messen, während durch die zweite Öffnung 22 der Hauptanteil des Abgases A den Innenraum 12 verlässt und insbesondere in die Umgebung austritt. Alternativ kann die zweite Einrichtung 18 zur Temperaturmessung statt an der ersten Öffnung 16 an der zweiten Öffnung 22 angeordnet sein oder es kann sowohl an der ersten Öffnung 16 als auch an der zweiten Öffnung 22 eine jeweilige Einrichtung zur Temperaturmessung des Abgases A vorgesehen sein.

[0060] Die in Fig. 1 gezeigte Anordnung der ersten Öffnung 16 und der zweiten Öffnung 22 kann z.B. durch ein T-Stück realisiert sein, wobei ein erster Arm des T-Stücks mit dem Mantel 11 verbunden ist, und wobei ein senkrecht zu dem ersten Arm verlaufender zweiter Arm des T-Stücks die erste Öffnung 16 bildet, und wobei ein parallel zu dem ersten Arm verlaufender dem ersten Arm gegenüberliegender dritter Arm die zweite Öffnung 22 bildet.

[0061] In der Fig. 1 ist außerdem eine Steuer- und/oder Regelvorrichtung 21 dargestellt, welche derart mit der ersten Einrichtung 17 zur Temperaturmessung, der zweiten Einrichtung 18 zur Temperaturmessung und dem Ventil 20 verbunden ist, dass eine Temperatur des Abgases A von der ersten Einrichtung 17 zur Temperaturmessung und/oder der zweiten Einrichtung 18 zur Temperaturmessung gemessen werden und als Istgröße an die Steuer- und/oder Regelvorrichtung 21 übermittelt werden kann, wobei die Steuer- und/oder Regelvorrichtung 21 dazu ausgebildet ist, das Ventil 20 zu regeln, so dass der Zustrom des Kältemittels K aus dem Kältemittelbehälter 19 in den ersten Abschnitt 13 des Innenraums 12 der Gefrierlanze 10 derart eingestellt wird, dass die Temperatur des Abgases A an einen vorgegebenen Sollwert angepasst wird.

[0062] Dieser Sollwert ist insbesondere so gewählt, dass die Temperatur des Kältemittels K in dem ersten Abschnitt 13 eine zum Gefrieren des Erdreichs erforderliche Temperatur aufweist (das heißt auf der Temperatur

gehalten wird oder auf die Temperatur gebracht wird), wenn die Temperatur des Abgases A dem Sollwert entspricht.

[0063] Überschreitet z.B. die gemessene Temperatur des Abgases A eine gewisse Solltemperatur (was ein Anzeichen für eine zu hohe Temperatur des Kältemittels K in dem ersten Abschnitt 13 ist), kann über das Ventil 20, z.B. stoßweise, Kältemittel K in den ersten Abschnitt 13 eingeleitet werden, wodurch sich die Temperatur des Kältemittels K in dem ersten Abschnitt 13 verringert.

[0064] Natürlich kann eine entsprechende Steuer- und/oder Regelvorrichtung 21 auch lediglich Temperaturdaten einer der Einrichtungen 17, 18 zur Temperaturmessung (also entweder mit einer an dem Übergangsbereich 4 gemessenen Abgastemperatur oder mit einer an der ersten Öffnung 16 am ersten Endabschnitt gemessenen Abgastemperatur) erhalten.

[0065] Ebenso ist es denkbar, dass die Steuer- und/oder Regelvorrichtung 21 den Zustrom des Kältemittels K in den ersten Abschnitt 13 nicht über das Ventil 20 sondern auf andere geeignete Weise steuert bzw. regelt.

Bezugszeichenliste

1	Vorrichtung zum Gefrieren von Erdreich
2	Erster Endabschnitt
3	Zweiter Endabschnitt
4	Übergangsbereich
5	Gefrierkopf
10	Gefrierlanze
11	Mantel
12	Innenraum
13	Erster Abschnitt bzw. Gefrierbereich
14	Zweiter Abschnitt bzw. Erwärmungsbereich
15	Leitung
16	Erste Öffnung
17	Erste Einrichtung zur Temperaturmessung
18	Zweite Einrichtung zur Temperaturmessung
19	Kältemittelbehälter
20	Ventil
21	Steuer- und/oder Regelvorrichtung
22	Zweite Öffnung
A	Abgas
K	Kältemittel
L	Längsachse

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Gefrieren von Erdreich aufweisend

- eine entlang einer Längsachse (L) erstreckte Gefrierlanze (10), die dazu ausgebildet ist, zum Gefrieren von Erdreich in das Erdreich eingebracht zu werden, wobei die Gefrierlanze (10) einen Mantel (11) aufweist, der einen Innenraum (12) mit einem ersten Abschnitt (13) zur Aufnahme eines flüssigen Kältemittels (K) umgibt, wobei das die Gefrierlanze (10) umgebende Erdreich mittels des in dem ersten Abschnitt (13) befindlichen Kältemittels (K) kühlbar ist,
- eine in den Innenraum (12) hineinragende Leitung (15) zum Bereitstellen des flüssigen Kältemittels (K) in dem ersten Abschnitt (13) des Innenraums (12),
- wobei die Vorrichtung (1) einen ersten Endabschnitt (2) aufweist, an dem eine erste Öffnung (16) zum Abziehen eines durch Verdampfen des Kältemittels (K) gebildeten Abgases (A) aus dem Innenraum (12) vorgesehen ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Innenraum (12) einen entlang der Längsachse (L) an den ersten Abschnitt (13) angrenzenden zweiten Abschnitt (14) zur Aufnahme des Abgases (A) aufweist, so dass das Abgas (A) in dem zweiten Abschnitt (14) den Mantel (11) kontaktieren kann.

2. Vorrichtung (1) zum Gefrieren von Erdreich nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1) eine an einem Übergangsbereich (4) zwischen dem ersten Abschnitt (13) und dem zweiten Abschnitt (14) positionierte erste Einrichtung (17) zur Temperaturmessung aufweist, die dazu ausgebildet ist, an dem Übergangsbereich (4) zwischen dem ersten Abschnitt (13) und dem zweiten Abschnitt (14) die Temperatur des Abgases (A) zu messen.

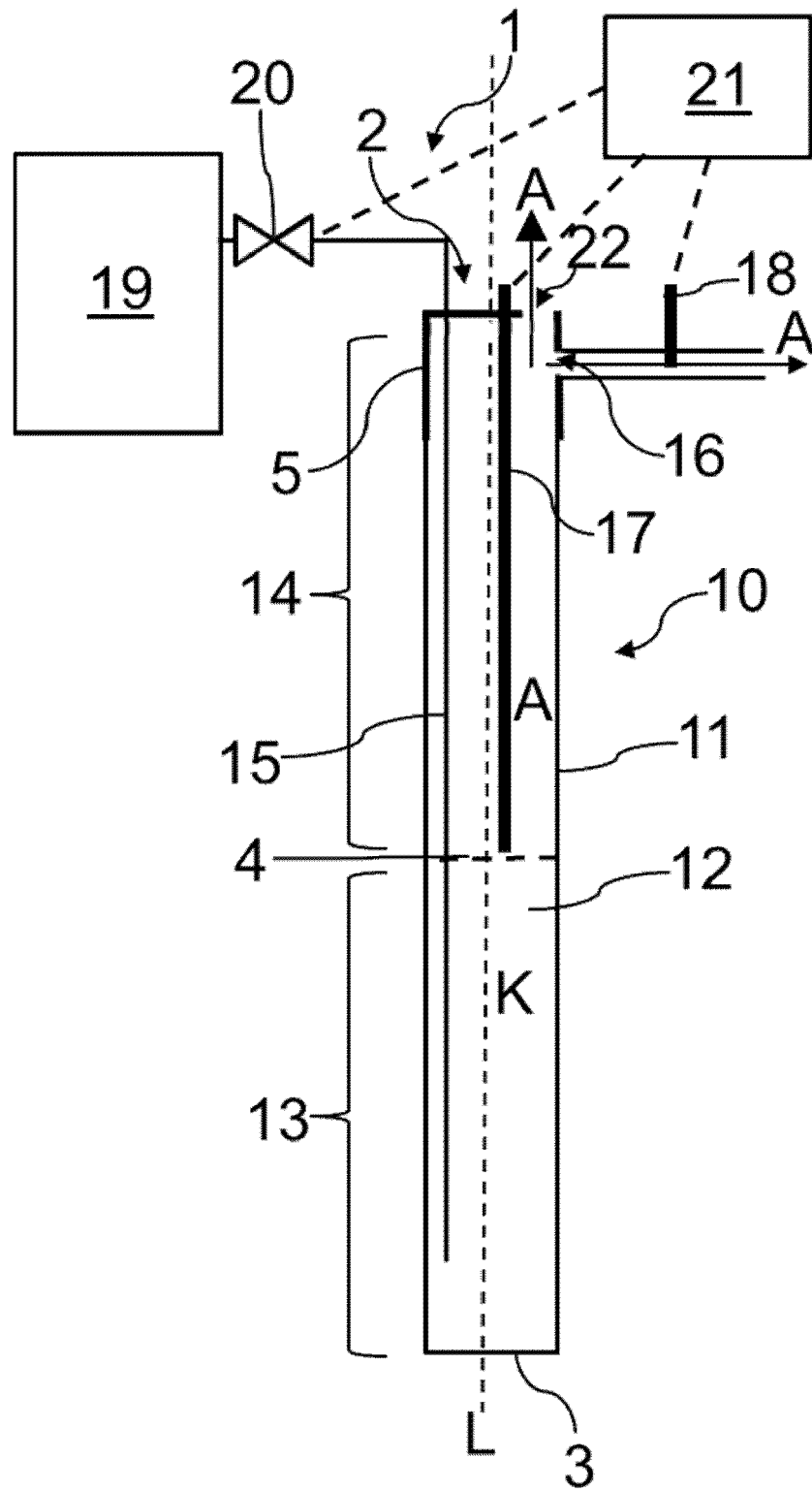
3. Vorrichtung (1) zum Gefrieren von Erdreich nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Einrichtung (17) zur Temperaturmessung entlang der Längsachse (L) verschiebbar ist.

4. Vorrichtung (1) zum Gefrieren von Erdreich nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1) eine an der ersten Öffnung (16) positionierte zweite Einrichtung (18) zur Temperaturmessung aufweist, die dazu ausgebildet ist, die Temperatur des Abgases (A) an der ersten Öffnung (16) zu messen.

5. Verfahren zum Gefrieren von Erdreich mittels einer

- Vorrichtung (1) zum Gefrieren von Erdreich nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Gefrierlanze (10) in Erdreich eingebracht wird, und wobei in dem ersten Abschnitt (13) ein flüssiges Kältemittel (K) bereitgestellt wird, wobei das die Gefrierlanze (10) umgebende Erdreich mittels des in dem ersten Abschnitt (13) befindlichen Kältemittels (K) gekühlt wird, so dass das Erdreich zumindest teilweise gefriert, und wobei in einem an den ersten Abschnitt (13) angrenzenden zweiten Abschnitt (14) durch Verdampfen des Kältemittels (K) ein Abgas (A) gebildet wird, wobei das Abgas (A) an dem ersten Endabschnitt (2) der Gefrierlanze (10) aus dem Innenraum (12) abgezogen wird, und wobei das Abgas (A) in dem zweiten Abschnitt (14) mit dem Mantel (11) Wärme austauscht, so dass das Abgas (A) durch Wärmeaustausch mit dem an den Mantel (11) angrenzenden Erdreich erwärmt wird.
- 5
- 10
- 15
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Kältemittel (K) ein tiefkalt verflüssigtes Gas, insbesondere flüssiger Stickstoff (N₂), ist.
- 20
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, wobei an dem Übergangsbereich (4) zwischen dem ersten Abschnitt (13) und dem zweiten Abschnitt (14) eine erste Temperatur des Abgases (A) gemessen wird.
- 25
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei an der ersten Öffnung (16) eine zweite Temperatur des Abgases (A) gemessen wird.
- 30
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei mittels der ersten Temperatur und/oder der zweiten Temperatur ein Zustrom des Kältemittels (K) in den Innenraum (12) gesteuert oder geregelt wird.
- 35
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, wobei eine Mehrzahl an Gefrierlanzen (10) in das Erdreich eingebracht wird, und wobei die erste Temperatur und/oder die zweite Temperatur lediglich an einem Teil der Gefrierlanzen (10) gemessen wird.
- 40
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 10, wobei das Kältemittel (K) bei Überdruck in einem Kältemittelbehälter (19) gespeichert wird, und wobei das Kältemittel (K) aus dem Kältemittelbehälter (19) in den ersten Abschnitt (13) des Innenraums (12) eingeleitet wird, und wobei das Abgas (A) durch eine Druckdifferenz zwischen dem Innenraum (12) und einer mit der ersten Öffnung (16) in Strömungsverbindung stehenden Umgebung der Gefrierlanze (10) über die erste Öffnung (16) aus dem Innenraum (12) abgezogen wird.
- 45
- 50
- 55

Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 02 0351

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 2 690 222 A1 (AIR LIQUIDE [FR]; AIR LIQUIDE ITALIA S P A [IT]) 29. Januar 2014 (2014-01-29) * das ganze Dokument *	1-11	INV. E02D19/18 E02D3/115
A	DE 10 2013 018210 A1 (LINDE AG [DE]) 30. April 2015 (2015-04-30) * das ganze Dokument *	1,5	
A	EP 3 171 104 A1 (LINDE AG [DE]) 24. Mai 2017 (2017-05-24) * das ganze Dokument *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E02D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 27. September 2017	Prüfer Friedrich, Albert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 02 0351

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

27-09-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	EP 2690222 A1	29-01-2014	KEINE	
15	DE 102013018210 A1	30-04-2015	AU 2014344215 A1 CN 105980634 A DE 102013018210 A1 EP 3063335 A1 KR 20160079076 A US 2016265181 A1 WO 2015062705 A1	05-05-2016 28-09-2016 30-04-2015 07-09-2016 05-07-2016 15-09-2016 07-05-2015
20	EP 3171104 A1	24-05-2017	EP 3171104 A1 US 2017138010 A1	24-05-2017 18-05-2017
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82