



(11)

EP 3 284 998 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.02.2018 Patentblatt 2018/08

(51) Int Cl.:
F17C 9/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16001803.2**

(22) Anmeldetag: **16.08.2016**

(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:
• **Schönberger, Manfred**
83342 Tacherting (DE)

• **Seeholzer, Christoph**
83308 Trostberg (DE)
• **Estiot, Elise**
81379 München (DE)
• **Zach, Christian**
83308 Trostberg (DE)

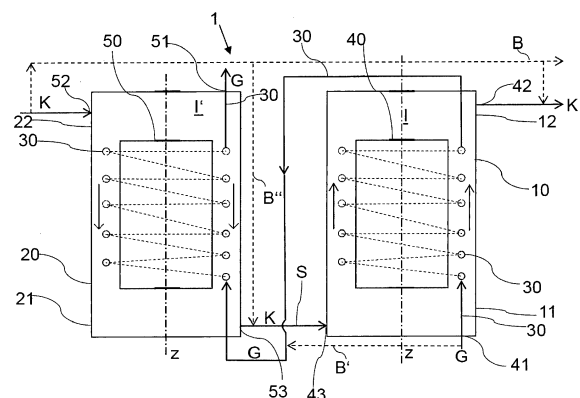
(74) Vertreter: **Meilinger, Claudia Sabine**
Linde AG
Technology & Innovation
Corporate Intellectual Property
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
82049 Pullach (DE)

(54) **WÄRMEÜBERTRAGEREINRICHTUNG ZUM ERWÄRMEN UND/ODER VERDAMPFEN EINER KRYOGENEN FLÜSSIGKEIT MIT KÄLTERÜCKGEWINNUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Wärmeübertragereinrichtung (1) zum Erwärmen und/oder Verdampfen einer kryogenen Flüssigkeit (G) durch indirekten Wärme- tausch mit einem fluiden Kälte-trägermedium (K), wobei die Wärmeübertragereinrichtung (1) einen ersten und einen zweiten Bereich (I', I) aufweist, und wobei der zweite Bereich (I') einen Einlass (52) aufweist, über den das Kälte-trägermedium (K) in den zweiten Bereich (I') einleit- bar ist, und wobei der zweite Bereich einen Auslass (53) für das Kälte-trägermedium (K) aufweist, der mit einem Einlass (43) für das Kälte-trägermedium (K) zu dem ersten Bereich (I) in Strömungsverbindung (S) steht, und wobei der erste Bereich (I) einen Auslass (42) aufweist, über den das Kälte-trägermedium (K) nach einem Durch- strömen des zweiten und des ersten Bereiches (I', I) aus dem ersten Bereich (I) abziehbar ist, und wobei die Wär- meübertragereinrichtung (1) zumindest eine Leitung (30) aufweist, die zum Führen der zu erwärmenden und/oder zu verdampfenden kryogenen Flüssigkeit (G) ausgebil- det ist, wobei die mindestens eine Leitung (30) einen Einlass (41) zum Einleiten der kryogenen Flüssigkeit (G) sowie einen Auslass (51) zum Auslassen der erwärmten und/oder verdampften kryogenen Flüssigkeit (G) auf- weist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die min- destens eine Leitung (30) ausgehend von ihrem Einlass (41) zunächst durch den ersten Bereich (I) geführt ist und sodann durch den zweiten Bereich (I'), derart, dass eine in der mindestens einen Leitung (30) geführte kryogene

Flüssigkeit (G), die über den Einlass (41) der mindestens einen Leitung (30) in diese eingeleitet wird und über den Auslass (51) der mindestens einen Leitung (30) abgezo- gen wird, im ersten Bereich (I) im Gleichstrom zum Käl- teträgermedium (K) und im zweiten Bereich (I') im Ge- genstrom zum Kälte-trägermedium (K) führbar ist.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Wärmeübertragereinrichtung zum Erwärmen und/oder Verdampfen einer kryogenen Flüssigkeit sowie ein entsprechendes Verfahren.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind Systeme bekannt, welche bei der Verstromung von flüssigem Erdgas eingesetzt werden, um im Kreisprozess der Verstromung die Kälte wirtschaftlich zu nutzen.

[0003] Diesbezüglich ist bei kryogenen Flüssigkeiten, d.h. bei tiefkalt verflüssigten Gasen, wie zum Beispiel flüssigem Erdgas (LNG), die Temperaturspreizung meist sehr groß, so dass Kälteträger wie zum Beispiel Wasser-Glykol-Gemische oder Salzlösungen an der Oberfläche von Wärmeübertragern sofort Eis bilden würden. Aus diesem Grund sind hohe Anströmgeschwindigkeiten und möglichst hohe Temperaturen des Kälteträgermediums an der Eingangsseite der kryogenen Flüssigkeit notwendig. Aus diesem Grund ergibt sich zwangsläufig eine Wärmeübertrageranordnung, die im Gleichstrom betrieben wird. Durch diese Anordnung ist es jedoch nicht möglich, den Kälteträger auf eine Temperatur unterhalb der für die kryogenen Flüssigkeit notwendigen Austrittstemperatur abzukühlen, um die Kälte dann wirtschaftlich (zum Beispiel zum Kühlen von Kühlhäusern) zu verwenden.

[0004] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung daher die Aufgabe zugrunde, eine Wärmeübertragereinrichtung der eingangs genannten Art sowie ein entsprechendes Verfahren zum Erwärmen und/oder Verdampfen einer kryogenen Flüssigkeit bereitzustellen, die bzw. das im Hinblick auf die vorstehend genannte Problematik verbessert ist.

[0005] Diese Aufgabe wird durch eine Wärmeübertragereinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein entsprechendes Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst.

[0006] Vorteilhafte Ausgestaltungen dieser Erfindungssaspekte sind in den entsprechenden Unteransprüchen angegeben und werden nachfolgend beschrieben.

[0007] Danach ist gemäß Anspruch 1 eine Wärmeübertragereinrichtung zum Erwärmen und/oder Verdampfen einer kryogenen Flüssigkeit durch indirekten Wärmetausch mit einem fluiden Kälteträgermedium vorgesehen, wobei die Wärmeübertragereinrichtung einen ersten und einen zweiten Bereich aufweist, und

- wobei der zweite Bereich einen Einlass aufweist, über den das Kälteträgermedium in den zweiten Bereich einleitbar ist, und wobei der zweite Bereich einen Auslass für das Kälteträgermedium aufweist, der mit einem Einlass für das Kälteträgermedium zu dem ersten Bereich in Strömungsverbindung steht, und wobei der erste Bereich einen Auslass aufweist, über den das Kälteträgermedium nach einem Durchströmen des zweiten und des ersten Bereiches aus dem ersten Bereich abziehbar ist, und wobei

- die Wärmeübertragereinrichtung zumindest einer Leitung aufweist, die zum Führen der zu erwärmenden und/oder zu verdampfenden kryogenen Flüssigkeit ausgebildet ist, wobei die mindestens eine Leitung einen Einlass zum Einleiten der kryogenen Flüssigkeit sowie einen Auslass zum Auslassen der erwärmten und/oder verdampften kryogenen Flüssigkeit aufweist, und wobei
- die mindestens eine Leitung ausgehend von ihrem Einlass zunächst durch den ersten Bereich geführt ist und sodann durch den zweiten Bereich, derart, dass eine in der mindestens einen Leitung geführte kryogene Flüssigkeit, die über den Einlass der mindestens einen Leitung in diese eingeleitet wird und über den Auslass der mindestens einen Leitung abgezogen wird, im ersten Bereich im Gleichstrom zum Kälteträgermedium und im zweiten Bereich im Gegenstrom zum Kälteträgermedium führbar ist.

[0008] Insbesondere kann der erfindungsgemäße Wärmeübertrager mit kryogenen Flüssigkeiten im überkritischen Bereich betrieben werden. Bei einem solchen überkritischen Zustand ist der Unterschied zwischen der flüssigen und der gasförmigen Phase aufgehoben. Dadurch können die unangenehmen Konsequenzen einer Zweiphasenströmung wie Pulsationen oder Entmischung vermieden werden. Ein solchermaßen überkritisches Medium wird hierin insbesondere auch als Flüssigkeit bezeichnet.

[0009] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Wärmeübertragereinrichtung ist vorgesehen, dass die mindestens eine Leitung im ersten und im zweiten Bereich abschnittsweise helikal gewickelt ist. In beiden Bereichen können natürlich auch jeweils eine Mehrzahl an Leitungen zum Führen der kryogenen Flüssigkeit bzw. einer entsprechenden gasförmigen Phase vorgesehen sein, die zum Beispiel an ihren Enden über geeignete Sammeleinrichtungen zusammengeführt sein können. Insofern liegen dann die besagten Leitungen in dem jeweiligen Bereich als ein Rohrbündel vor.

[0010] Weiterhin ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Wärmeübertragereinrichtung vorgesehen, dass der erste Bereich durch einen Innenraum eines ersten Behälters und der zweite Bereich durch einen Innenraum eines separaten zweiten Behälters gebildet ist, wobei die beiden Behälter je einen unteren Abschnitt aufweisen, wobei die besagte Strömungsverbindung am jeweiligen unteren Abschnitt in den jeweiligen Innenraum einmündet bzw. den Auslass für das Kälteträgermedium am zweiten Behälter mit dem Einlass für das Kälteträgermedium am ersten Behälter verbindet.

[0011] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Wärmeübertragereinrichtung ist vorgesehen, dass sich die beiden Behälter jeweils entlang einer Längsachse erstrecken, wobei in den Innenräumen der beiden Behälter jeweils ein Kernrohr koaxial

zur jeweiligen Längsachse angeordnet ist. Die besagten Längsachsen sind insbesondere, bezogen auf einen betriebsbereiten Zustand der Wärmeübertragereinrichtung, parallel zur Vertikalen angeordnet. Die beiden Behälter können des Weiteren in der Horizontalen nebeneinander angeordnet werden, wobei jedoch auch die Möglichkeit besteht, die beiden Behälter in der Vertikalen übereinander anzuordnen oder in einer sonstigen räumlichen Beziehung zueinander.

[0012] Weiterhin ist gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass die mindestens eine Leitung im Innenraum des ersten Behälters helikal um das Kernrohr des ersten Behälters und im Innenraum des zweiten Behälters helikal um das Kernrohr des zweiten Behälters gewickelt ist. Die beiden Behälter bilden also zusammen mit der mindestens einen Leitung und dem jeweiligen Kernrohr je einen sogenannten gewickelten Wärmeübertrager. Anstelle von gewickelten Wärmeübertragern können jedoch auch andere Wärmeübertrager verwendet werden. Bei den hier verwendeten gewickelten Wärmeübertragern ist bevorzugt vorgesehen, dass die Kernrohre jeweils die Last der darauf gewickelten mindestens einen Leitung abtragen.

[0013] Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist auch denkbar, an Stelle zweier separater Behälter einen einheitlichen Behälter eines Wärmeübertragers zu verwenden, in dem dann die beiden Bereiche zum Beispiel hintereinander angeordnet sind, wobei der besagte Gleich- bzw. Gegenstrom der wärmetauschenden Medien durch eine entsprechende Führung der kryogenen Flüssigkeit durch die besagten Bereiche dargestellt werden kann.

[0014] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird unter einem Gleichstrom insbesondere eine Strömungsführung der miteinander Wärme austauschenden Medien (Kälteträgermedium und kryogenen Flüssigkeit) verstanden, bei denen die beiden Medien je eine Geschwindigkeitskomponente in die gleiche Richtung aufweisen, wobei diese Richtung zum Beispiel parallel zur Vertikalen orientiert sein kann. In gleicher Weise wird unter einem Gegenstrom insbesondere eine Strömungsführung der miteinander Wärme austauschenden Medien verstanden, bei denen die beiden Medien je eine Geschwindigkeitskomponente aufweisen, die in entgegengesetzte Richtungen weisen. Auch hier können diese beiden entgegengesetzten Richtungen parallel zur Vertikalen verlaufen. Insofern lässt sich auch mit den gemäß einem Ausführungsbeispiel vorgesehenen helikalen Windungen der mindestens einen Leitung ein Gleich- bzw. Gegenstrom darstellen.

[0015] Weiterhin ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Wärmeübertragereinrichtung vorgesehen, dass der Einlass der mindestens einen Leitung an einem unteren Abschnitt des ersten Behälters vorgesehen ist, und dass der Auslass der mindestens einen Leitung an einem oberen Abschnitt des zweiten Behälters vorgesehen ist. Sofern mehrere Leitungen vorgesehen sind, die jeweils helikal um das

jeweilige Kernrohr gewickelt sind, kann stromab des Einlasses bzw. stromauf des Auslasses eine Sammeleinrichtung vorgesehen sein, in die die unterschiedlichen Leitungen einmünden, so dass dort jeweils die kryogene Flüssigkeit bzw. der kryogene Stoffstrom auf die einzelnen Leitungen verteilbar ist bzw. aus den einzelnen Leitungen gesammelt werden kann.

[0016] Weiterhin ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Wärmeübertragereinrichtung vorgesehen, dass die mindestens eine Leitung an einem oberen Abschnitt des ersten Behälters aus dem Innenraum des ersten Behälters herausgeführt ist und über einen unteren Abschnitt des zweiten Behälters in den Innenraum des zweiten Behälters hereingeführt ist. Sofern in den jeweiligen Bereichen bzw. Behältern mehrere Leitungen vorgesehen sind, die insbesondere jeweils helikal auf das zugeordnete Kernrohr gewickelt sind, reicht es aus, die mehreren Leitungen über mindestens eine einzelne Leitung miteinander zu verbinden, die dann zum Beispiel zwischen zwei Sammeleinrichtungen vorgesehen sein kann und insbesondere in der vorstehend genannten Weise zwischen den beiden Behältern bzw. Bereichen verläuft.

[0017] Weiterhin ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Wärmeübertragereinrichtung vorgesehen, dass der Einlass des zweiten Bereichs an einem oberen Abschnitt des zweiten Behälters vorgesehen ist, und dass der Auslass des ersten Bereichs an einem oberen Abschnitt des ersten Behälters vorgesehen ist.

[0018] Es ist gemäß einer Ausführungsform auch möglich, dass einer der beiden Behälter einen Bypass aufweist, um die Ausgangstemperatur des Kälteträgermediums einstellen zu können. Ziel ist es hierbei insbesondere, die kryogene Flüssigkeit bzw. den kryogenen Stoffstrom (insbesondere flüssiges Erdgas (LNG)) so weit als möglich anzuwärmen und das Kälteträgermedium soweit als möglich abzukühlen (insbesondere klassischer Gegenstromapparat) jedoch die große Temperaturspreizung und damit Eisbildung des Kälteträgermediums zu vermeiden.

[0019] Weiterhin wird die erfindungsgemäße Aufgabe durch ein Verfahren zum Erwärmen und/oder Verdampfen einer kryogenen Flüssigkeit mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst, wobei das erfindungsgemäße Verfahren bevorzugt eine erfindungsgemäße Wärmeübertragereinrichtung verwendet.

[0020] Gemäß Anspruch 9 ist bei dem Verfahren zum Erwärmen und/oder Verdampfen einer kryogenen Flüssigkeit vorgesehen, dass ein fluides Kälteträgermedium entlang einer zu erwärmenden bzw. zu verdampfenden kryogenen Flüssigkeit geführt wird, wobei bei einer ersten indirekten Wärmeübertragung Wärme des Kälteträgermediums auf die kryogene Flüssigkeit indirekt übertragen wird, wobei das Kälteträgermedium im Gleichstrom zur kryogenen Flüssigkeit geführt wird, und wobei bei einer zweiten indirekten Wärmeübertragung Wärme des Kälteträgermediums auf die kryogene Flüssigkeit in-

direkt übertragen wird und diese erwärmt und/oder verdampft wird, wobei das Kälteträgermedium im Gegenstrom zur kryogenen Flüssigkeit geführt wird, und wobei das bei der ersten indirekten Wärmeübertragung verwendete Kälteträgermedium zuvor bei der zweiten Wärmeübertragung verwendet worden ist.

Die Wärmeübertragung wird hierin insbesondere insofern als indirekt bezeichnet, als dass die besagten Medien in einem thermischen Kontakt stehen, sich jedoch gegenseitig nicht physisch kontaktieren, indem zum Beispiel die kryogenen Flüssigkeit in entsprechenden Leitungen durch die hierin beschriebenen Bereiche bzw. Behälter geführt wird, so dass eine Trennung zwischen den beiden indirekt Wärme übertragenden Medien besteht.

[0021] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass eine Temperatur der kryogenen Flüssigkeit stromab der ersten indirekten Wärmeübertragung sowie stromauf der zweiten indirekten Wärmeübertragung größer ist als der Gefrierpunkt des Kälteträgermediums.

[0022] Weiterhin ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen, dass das Kälteträgermedium ein Wasser-Glykol-Gemisch oder eine Salzlösung ist. Die besagte Salzlösung kann gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung zum Beispiel Calciumchlorid aufweisen.

[0023] Weiterhin ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen, dass das Kälteträgermedium stromab der ersten indirekten Wärmeübertragung, also zum Beispiel nachdem es die beiden Bereiche bzw. die beiden Behälter durchströmt hat und an den beiden Wärmeübertragung teilgenommen hat, zum Kühlen eines Objektes verwendet wird.

[0024] Bei dem Objekt kann es sich zum Beispiel um ein Kühlhaus zum Lagern zu kühlender Gegenstände, insbesondere Lebensmittel, handeln.

[0025] Die solchermaßen erzeugte Kälte kann jedoch auch in einem sonstigen weiteren Verfahren verwendet werden.

[0026] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sollen anhand der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Figur erläutert werden. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen Wärmeübertragereinrichtung zum Erwärmen und/oder Verdampfen einer kryogenen Flüssigkeit unter gleichzeitiger Kälterückgewinnung mittels eines Kälteträgermediums.

[0027] Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Wärmeübertragereinrichtung 1 zum Erwärmen und/oder Verdampfen einer kryogenen Flüssigkeit G. Die Einrichtung 1 weist hierzu einen ersten und einen zweiten Bereich I, I' auf, die hier exemplarisch durch je einen Innenraum I, I' eines umgebenden Behälters 10, 20 gebildet sind, und des Weiteren so über eine Strömungsverbindung S mit-

einander verbunden sind, dass sie nacheinander von einem fluiden Kälteträgermedium K durchströmbar sind. Die beiden Behälter 10, 20 erstrecken sich vorzugsweise entlang einer Längsachse z, die insbesondere jeweils parallel zur Vertikalen ausgerichtet ist.

[0028] Dabei weist der zweite Behälter 20 zum initialen Einleiten des Kälteträgermediums K in den zweiten Behälter 20 einen Einlass 52 auf, der an einem oberen Abschnitt 22 des zweiten Behälters 20 vorgesehen ist. Weiterhin weist der zweite Behälter 20 an einem unteren Abschnitt 21 einen Auslass 53 für das Kälteträgermedium K auf, der über eine Strömungsverbindung S mit einem Einlass 43 verbunden ist, der an einem unteren Abschnitt 11 des ersten Behälters 10 vorgesehen ist. Weiterhin weist der erste Behälter 10 an einem oberen Abschnitt 12 einen Auslass 42 auf, über den das Kälteträgermedium K letztendlich aus dem ersten Behälter 10 abziehbar ist und sodann gemäß einer Ausführungsform zum Beispiel zum Kühlen eines Kühlhauses oder einen sonstigen Einrichtung verwendet werden kann.

[0029] Das Kälteträgermedium K kann somit über den Einlass 52 in den Innenraum I' des zweiten Behälters 20 eingeleitet werden, strömt dort entlang der Längsachse z des zweiten Behälters 20 nach unten, wird dann über den Auslass 53 sowie über die besagte Strömungsverbindung S und den Einlass 43 in den Innenraum I des ersten Behälters 10 überführt und strömt dort entlang der Längsachse z des ersten Behälters 10 wieder nach oben, von wo aus das Kälteträgermedium K aus dem Innenraum I des ersten Behälters 10 über den besagten Auslass 42 abgezogen wird.

[0030] Zum Erwärmen und/oder Verdampfen der kryogenen Flüssigkeit G ist nun zumindest eine Leitung 30 (bzw. ein Strömungspfad 30) vorgesehen, die sich ausgehend von einem Einlass 41 am unteren Abschnitt 11 des ersten Behälters 10 entlang der Längsachse z im Innenraum I des ersten Behälters 10 nach oben erstreckt, wobei die Leitung 30 auf ein koaxial zur Längsachse z im Innenraum I des ersten Behälters 10 angeordnetes Kernrohr 40 gewickelt ist. Die kryogene Flüssigkeit G, die nun über den Einlass 41 in die Leitung 30 eingeleitet wird und darin geführt wird, kann somit im Innenraum I des ersten Behälters 10 im Gleichstrom zum Kälteträgermedium K geführt werden und mit diesem indirekt Wärme austauschen, wobei die kryogene Flüssigkeit G erwärmt und das Kälteträgermedium K abgekühlt wird.

[0031] Die mindestens Leitung 30 bzw. ein entsprechender Strömungspfad 30 für das kryogene Medium G wird sodann an oberen Abschnitt 12 des ersten Behälters 10 (z.B. über Kopf) über einen geeigneten Auslass (z.B. in Form eines Stutzens) aus dem Innenraum I des ersten Behälters 10 herausgeführt und über einen geeigneten Einlass (z.B. in Form eines Stutzens) am unteren Abschnitt 21 des zweiten Behälters 20 in den Innenraum I' des zweiten Behälters 20 hereingeführt. Im Innenraum I' des zweiten Behälters 20 ist die Leitung 30 wiederum helikal auf ein Kernrohr 50 gewickelt, das koaxial zur Längsachse z im Innenraum I' des zweiten Be-

hälters 20 angeordnet ist, wobei sich die mindestens eine Leitung 30 im Innenraum I' des zweiten Behälters 20 nach oben zu einem am oberen Abschnitt 22 des zweiten Behälters 20 vorgesehenen Auslass 51 erstreckt, über den die dann erwärmte und/oder verdampfte kryogene Flüssigkeit G aus dem zweiten Behälter 20 abziehbar ist. Entsprechend kann im Innenraum I' des zweiten Behälters 20 das kryogene Medium G im Gegenstrom zum Kälteträgermedium K geführt werden und dabei indirekt mit diesem Wärme austauschen, wobei das kryogene Medium G erwärmt und/oder verdampft wird und das Kälteträgermedium K weiter abgekühlt wird.

[0032] Aufgrund der solchermaßen hintereinander ausgeführten indirekten Wärmeübertragungen im Gleich- bzw. Gegenstrom liegt das Kälteträgermedium K letztlich mit einer Temperatur vor, die eine weitere Verwendung des Kälteträgermediums K als Kältelieferant (z.B. für ein Kühlhaus) in wirtschaftlicher Weise erlaubt.

[0033] Gemäß einem Beispiel der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass als Kälteträgermedium z.B. eine Salzlösung (z.B. basierend auf Calciumchlorid) verwendet wird. Bei der kryogenen Flüssigkeit kann es sich z.B. um flüssiges Erdgas handeln.

[0034] Im Innenraum I des ersten Behälters 10 kann das Kälteträgermedium K dabei mit einem Druck von z. B. ca. 13 bar vorliegen, wobei es am Einlass 52 z.B. eine Temperatur von ca. 10 °C aufweist sowie am Übergang zum zweiten Behälter 20 (Strömungsverbindung S) z.B. eine Temperatur von ca. -3 bis ca. -6 °C. Am Auslass 42 des zweiten Behälters 20 kann das Kälteträgermedium K z.B. eine Temperatur von -32 °C bis ca. -35 °C aufweisen.

[0035] Demgegenüber kann das zu erwärmende und/oder verdampfende kryogene Medium (z.B. flüssiges Erdgas) am Einlass 41 des ersten Behälters 10 z.B. einen Druck von 100 bar sowie eine Temperatur von ca. -162 °C aufweisen. Beim Übergang auf den zweiten Behälter 20 kann das kryogene Medium G eine Temperatur von ca. -42 bis ca. -34 °C aufweisen. Die Temperatur des erwärmten bzw. verdampften kryogenen Mediums G am Auslass 51 des ersten Behälters 10 kann z.B. 5 bis 9 °C betragen.

[0036] Die Wärmeübertragereinrichtung 1 kann weiterhin gemäß einer Ausführungsform mehrere Bypassleitungen B, B', B" aufweisen, über die das Kälteträgermedium K bzw. kryogene Medium G an dem jeweiligen Behälter 10, 20 vorbeiführbar ist.

[0037] So kann zum Beispiel das Kälteträgermedium K über eine Bypassleitung B, die stromauf des zweiten Behälters 20 abzweigt, an den beiden Behältern 10, 20 vorbeigeführt werden. Weiterhin kann das Kälteträgermedium K über eine weitere Bypassleitung B" am zweiten Behälter 20 vorbeigeführt und in den ersten Behälter 10 eingeleitet werden. Schließlich kann auch das kryogene Medium G über eine weitere Bypassleitung B' am ersten Behälter 10 vorbeigeführt und in den zweiten Behälter 20 eingeleitet werden. Die Bypassleitungen B, B', B" können jeweils mit Ventilen ausgestattet sein, sodass

jeweils eine variabler Strom des Kälteträgermediums K bzw. des kryogenen Mediums G über die jeweilige Bypassleitung B, B', B" an dem betreffenden Behälter 10 bzw. 20 vorbei geleitet werden kann.

Bezugszeichenliste

1	Wärmeübertragereinrichtung
10	Erster Behälter
11, 21	Unterer Abschnitt
12, 22	Oberer Abschnitt
30	Leitung
40, 50	Kernrohr
41	Einlass für kryogene Flüssigkeit
42	Auslass für Kälteträgermedium
43	Einlass für Kälteträgermedium
51	Auslass für kryogene Flüssigkeit
52	Einlass für Kälteträgermedium
53	Auslass für Kälteträgermedium
B, B, B"	Bypassleitungen
G	Kryogene Flüssigkeit
I	Erster Bereich bzw. Innenraum
I'	Zweiter Bereich bzw. Innenraum
K	Kälteträgermedium
S	Strömungsverbindung
Z	Vertikale bzw. Längsachse

Patentansprüche

1. Wärmeübertragereinrichtung (1) zum Erwärmen und/oder Verdampfen einer kryogenen Flüssigkeit (G) durch indirekten Wärmetausch mit einem fluiden Kälteträgermedium (K), wobei die Wärmeübertragereinrichtung (1) einen ersten und einen zweiten Bereich (I', I) aufweist, und

- wobei der zweite Bereich (I') einen Einlass (52) aufweist, über den das Kälteträgermedium (K) in den zweiten Bereich (I') einleitbar ist, und wobei der zweite Bereich (I') einen Auslass (53) für das Kälteträgermedium (K) aufweist, der mit einem Einlass (43) für das Kälteträgermedium (K) zu dem ersten Bereich (I) in Strömungsverbindung (S) steht, und wobei der erste Bereich (I) einen Auslass (42) aufweist, über den das Kälteträgermedium (K) nach einem Durchströmen des zweiten und des ersten Bereiches (I', I) aus dem ersten Bereich (I) abziehbar ist, und
- wobei die Wärmeübertragereinrichtung (1) zu-

mindest eine Leitung (30) aufweist, die zum Führen der zu erwärmenden und/oder zu verdampfenden kryogenen Flüssigkeit (G) ausgebildet ist, wobei die mindestens eine Leitung (30) einen Einlass (41) zum Einleiten der kryogenen Flüssigkeit (G) sowie einen Auslass (51) zum Auslassen der erwärmten und/oder verdampften kryogenen Flüssigkeit (G) aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

dass die mindestens eine Leitung (30) ausgehend von ihrem Einlass (41) zunächst durch den ersten Bereich (I) geführt ist und sodann durch den zweiten Bereich (I'), derart, dass eine in der mindestens einen Leitung (30) geführte kryogene Flüssigkeit (G), die über den Einlass (41) der mindestens einen Leitung (30) in diese eingeleitet wird und über den Auslass (51) der mindestens einen Leitung (30) abgezogen wird, im ersten Bereich (I) im Gleichstrom zum Kälteübertragungsmedium (K) und im zweiten Bereich (I') im Gegenstrom zum Kälteübertragungsmedium (K) führbar ist.

2. Wärmeübertragereinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Leitung (30) im ersten und im zweiten Bereich (I, I') zumindest abschnittsweise helikal gewickelt ist.
3. Wärmeübertragereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Bereich (I) durch einen Innenraum (I) eines ersten Behälters (10) und der zweite Bereich (I') durch einen Innenraum (I') eines separaten zweiten Behälters (20) gebildet ist, wobei die beiden Behälter (10, 20) je einen unteren Abschnitt (11, 21) aufweisen, wobei der Auslass (53) für das Kälteübertragungsmedium (K) am unteren Abschnitt (21) des zweiten Behälters (20) und der Einlass (43) für das Kälteübertragungsmedium (K) am unteren Abschnitt (11) des ersten Behälters (10) vorgesehen ist.
4. Wärmeübertragereinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die beiden Behälter (10, 20) jeweils entlang einer Längsachse (z) erstrecken, wobei in den Innenräumen (I, I') der beiden Behälter (10, 20) jeweils ein Kernrohr (40, 50) koaxial zur jeweiligen Längsachse (z) angeordnet ist.
5. Wärmeübertragereinrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Leitung (30) im Innenraum (I) des ersten Behälters (10) helikal um das Kernrohr (40) des ersten Behälters (10) und im Innenraum (I') des zweiten Behälters (20) helikal um das Kernrohr (50) des zweiten Behälters (20) gewickelt ist.
6. Wärmeübertragereinrichtung nach einem der An-

sprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einlass (41) der mindestens einen Leitung (30) an dem unteren Abschnitt (11) des ersten Behälters (10) vorgesehen ist, und dass der Auslass (51) der mindestens einen Leitung (30) an einem oberen Abschnitt (22) des zweiten Behälters (20) vorgesehen ist.

7. Wärmeübertragereinrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Leitung (30) an einem oberen Abschnitt (12) des ersten Behälters (10) aus dem Innenraum (I) des ersten Behälters (10) herausgeführt ist und über einen unteren Abschnitt (21) des zweiten Behälters (20) in den Innenraum (I') des zweiten Behälters (20) hereingeführt ist.
8. Wärmeübertragereinrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einlass (52) des zweiten Bereichs (I') an einem oberen Abschnitt (22) des zweiten Behälters (20) vorgesehen ist, und dass der Auslass (42) des ersten Bereichs (I) an einem oberen Abschnitt (12) des ersten Behälters (10) vorgesehen ist.
9. Verfahren zum Erwärmen und/oder Verdampfen einer kryogenen Flüssigkeit (G), insbesondere unter Verwendung einer Wärmeübertragereinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein fluides Kälteübertragungsmedium (K) in indirekten Wärmeaustausch mit einer zu verdampfenden und/oder zu erwärmenden kryogenen Flüssigkeit (G) gebracht wird, wobei bei einer ersten indirekten Wärmeübertragung Wärme des Kälteübertragungsmediums (K) auf die kryogene Flüssigkeit (G) übertragen wird, und wobei das Kälteübertragungsmedium (K) im Gleichstrom zur kryogenen Flüssigkeit (G) geführt wird, und wobei bei einer zweiten indirekten Wärmeübertragung Wärme des Kälteübertragungsmediums (K) auf die kryogene Flüssigkeit (G) übertragen wird und diese verdampft und/oder erwärmt wird, wobei das Kälteübertragungsmedium (K) im Gegenstrom zur kryogenen Flüssigkeit (G) geführt wird, wobei das bei der ersten indirekten Wärmeübertragung verwendete Kälteübertragungsmedium (K) zuvor bei der zweiten indirekten Wärmeübertragung (K) verwendet worden ist.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Temperatur der kryogenen Flüssigkeit (G) stromab der ersten Wärmeübertragung sowie stromauf der zweiten Wärmeübertragung größer ist als der Gefrierpunkt des Kälteübertragungsmediums (K).
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kälteübertragungsmedium (K) ein Wasser-Glykol-Gemisch oder eine Salzlösung, insbesondere aufweisend Calciumchlorid, ist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kälteübertragungsmedium (K) stromab der ersten Wärmeübertragung zum Kühlen eines Objektes verwendet wird.

5

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kryogene Flüssigkeit (G) Erdgas ist.

10

15

20

25

30

35

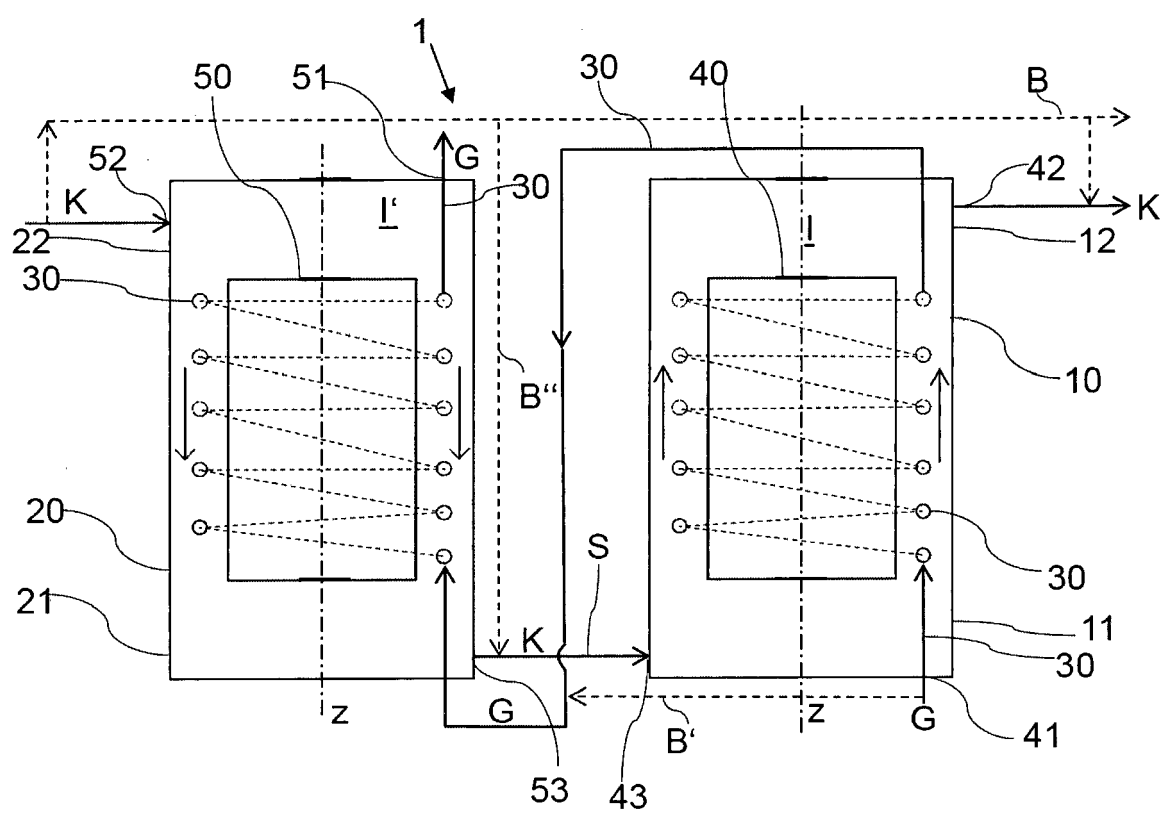
40

45

50

55

Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 00 1803

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)
X	WO 2011/142675 A1 (HAMWORTHY GAS SYSTEMS AS [NO]; MADSEN PER HELGE S [NO]) 17. November 2011 (2011-11-17) * Fig.4, (B), (C), (H), (G1), (G2), (D); S.7, Z.34-37; S.8, l.Z-36; *	1-13	INV. F17C9/04
A	WO 2010/007535 A1 (CRYOSTAR SAS [FR]; POZIVIL JOSEF [CH]; RAGOT MATHIAS [FR]) 21. Januar 2010 (2010-01-21) * Fig.1, (2), (8), (10), (12), (20), (22) *	1-13	
A	US 2014/216403 A1 (STOCKNER ALAN R [US]) 7. August 2014 (2014-08-07) * Fig.2, (138), (120), (124), (114), (108) *	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F17C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 24. Januar 2017	Prüfer Todor, H
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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 03.92 (P04C03)

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

EP 16 00 1803

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.

24-01-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	WO 2011142675 A1	17-11-2011	DE 11780868 T1 EP 2569569 A1 ES 2440788 T1 KR 20130027531 A NO 332122 B1 WO 2011142675 A1	24-12-2013 20-03-2013 30-01-2014 15-03-2013 02-07-2012 17-11-2011
20	WO 2010007535 A1	21-01-2010	BR PI0916221 A2 CN 102216668 A EP 2313680 A1 ES 2396178 T3 JP 5662313 B2 JP 2011528094 A KR 20130025789 A US 2011132003 A1 WO 2010007535 A1	03-11-2015 12-10-2011 27-04-2011 19-02-2013 28-01-2015 10-11-2011 12-03-2013 09-06-2011 21-01-2010
25	US 2014216403 A1	07-08-2014	CN 103982333 A DE 102014001625 A1 US 2014216403 A1	13-08-2014 07-08-2014 07-08-2014
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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