

(43) Veröffentlichungstag:
19.10.2016 Patentblatt 2016/42

(51) Int Cl.:
F17C 5/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16160181.0**

(22) Anmeldetag: 14.03.2016

(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: **Messer France S.A.S.**
92156 Suresnes Cedex (FR)

(72) Erfinder: **Matheoud, Patrick**
92390 Villeneuve La Garenne (FR)

(74) Vertreter: **Münzel, Joachim R.**
Messer Group GmbH
Messer-Platz 1
65812 Bad Soden (DE)

(30) Priorität: 14.03.2015 DE 102015003340

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BEFÜLLEN EINES MOBILEN TANKS MIT FLÜSSIGEM KOHLENDIOXID**

(57) Bei Verfahren und Vorrichtungen zum Befüllen eines mobilen Tanks mit flüssigem Kohlendioxid, bei dem flüssiges Kohlendioxid aus einem ortsfesten Vorratstank mittels einer Förderpumpe in einen mobilen Tank gefüllt und gleichzeitig gasförmiges Kohlendioxid aus dem mobilen Tank abgeführt wird, wird das aus dem mobilen Tank abgezogene Kohlendioxid häufig ungenutzt in die Umgebungsatmosphäre abgegeben.

Um das abgezogene Kohlendioxidgas nutzbringend verwerten zu können und gleichzeitig eine Kontaminati-

on des im Vorratstank gespeicherten Kohlendioxids zu verhindern, wird erfindungsgemäß das aus dem mobilen Tank abgezogene Kohlendioxidgas an einem Wärmetauscher in thermischem Kontakt mit flüssigem Kohlendioxid aus dem Vorratstank gebracht. Dabei kondensiert das Kohlendioxidgas aus dem mobilen Tank zumindest teilweise aus und wird in einem Speichertank zur späteren Verwendung gesammelt. Das beim Wärmetausch verdampfte Kohlendioxid aus dem Vorratstank wird zwecks Druckaufbau in diesen zurückgeführt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Befüllen eines mobilen Tanks mit flüssigem Kohlendioxid, bei dem flüssiges Kohlendioxid aus einem ortsfesten Vorratstank mittels einer Förderpumpe in einen mobilen Tank gefüllt und gleichzeitig gasförmiges Kohlendioxid aus dem mobilen Tank abgeführt wird. Die Erfindung betrifft des Weiteren eine entsprechende Vorrichtung.

[0002] Mobile Tanks, beispielsweise Straßentankwagen oder Eisenbahnkesselwagen, werden in der Regel in Tanklagern aus ortsfest installierten Lagerbehältern befüllt, in denen das Kohlendioxid im flüssigen Zustand bei einem Druck von 15 bar bis 17 bar oder mehr bevorratet wird. Dabei wird noch im mobilen Tank befindliches Kohlendioxidgas durch das zugeführte flüssige Kohlendioxid verdrängt und aus dem Tank entfernt.

[0003] Eine aus dem Stand der Technik bekannte Station zum Befüllen von flüssigem Kohlendioxid aus einem Vorratstank in einen mobilen Tank wird in der WO 2005/075882 A1 beschrieben. Bei diesem System wird zunächst der zu betankende mobile Tank durch Zuführung von Kohlendioxidgas aus dem Vorratstank auf einen Druck gebracht, bei dem eine Verfestigung des zuzuführenden Kohlendioxids ausgeschlossen ist. Anschließend wird flüssiges Kohlendioxid aus dem Vorratstank in den mobilen Tank eingeleitet und gleichzeitig Kohlendioxidgas aus dem mobilen Tank abgezogen, wobei, beispielsweise mit Hilfe eines Ausgleichsgefäßes, darauf geachtet wird, dass die genannte Druckbedingung im mobilen Tank erhalten bleibt. Das abgezogene Kohlendioxidgas wird an einem Druckhalteventil in die Umgebungsatmosphäre abgeführt. Ein nicht unerheblicher Teil des Kohlendioxids geht auf diese Weise ungenutzt verloren.

[0004] Um das aus dem mobilen Tank abgezogene Kohlendioxidgas weiter nutzen zu können, wird es häufig verflüssigt und direkt oder indirekt erneut dem Lagertank zugeführt. Ein derartiges System wird in der US 421 1085 A1 beschrieben. Bei diesem Gegenstand wird flüssiges Kohlendioxid aus einem Vorratstank einem Zwischenbehälter zugeführt, aus dem ein mobiler Tank unter der Wirkung des hydrostatischen Drucks im Zwischenbehälter befüllt wird. Bei der Befüllung aus dem mobilen Tank verdrängtes Kohlendioxidgas wird einem Kältetank zugeführt, in dem bei Tripelpunktbedingungen festes Kohlendioxid vorliegt. Das in den Kältetank eingeleitete Kohlendioxidgas kondensiert dort und vermischt sich mit dem Kohlendioxidschnee zu Kohlendioxidschlamm. Um den Druck im Kältetank konstant zu halten, wird im Kältetank entstehendes Kohlendioxidgas mittels eines Kompressors rückverflüssigt und dem Vorratstank zugeführt.

[0005] Die Qualität des aus dem mobilen Tank abgezogenen Kohlendioxidgases ist jedoch nicht immer genau bekannt; insbesondere dann, wenn an das Kohlendioxid besondere Qualitätsanforderungen gestellt werden, wie beispielsweise Lebensmittelqualität, darf das aus dem mobilen Tank abgezogene Gas nicht in den Vorratstank rückgeführt werden, um der Gefahr einer

Kontamination des im Vorratstank gelagerten Kohlendioxids zu entgehen.

[0006] Die WO 02/081963 A1 beschreibt eine Vorrichtung zum Betanken eines Kundentanks aus einem mobilen Versorgungstank, bei der verhindert wird, dass das bei der Befüllung aus dem Kundentank abgezogene Kohlendioxidgas in die Umgebungsatmosphäre abgezogen wird. Bei diesem Gegenstand wird flüssiges Kohlendioxid aus dem mobilen Versorgungstank mittels einer Pumpe in den Kundentank gepumpt und gleichzeitig Kohlendioxidgas aus dem Kundentank abgezogen. Das auf einem Druck oberhalb des Tripelpunkts von Kohlendioxid befindliche abgezogene Kohlendioxidgas wird an einem Wärmetauscher, der innerhalb des Versorgungstanks angeordnet ist, in Wärmekontakt mit dem flüssigen Kohlendioxid im Versorgungstank gebracht, verflüssigt und an einem stromab zur Pumpe angeordneten Injektor in das dem Kundentank zugeführte flüssige Kohlendioxid eingespeist. Dadurch kann ein Teil des Kohlendioxidgases erneut verwendet werden, ohne dass es zu einer Kontamination des im mobilen Tank befindlichen Kohlendioxids kommen kann.

[0007] Eine derartige Verfahrensführung ist jedoch bei der Befüllung von mobilen Tanks, die zur Befüllung von weiteren Tanks (Kundentanks) dienen, nicht immer erwünscht. Insbesondere bei hohen Qualitätsanforderungen an das Kohlendioxid würde eine im mobilen Tank etwaig vorhandene Kontamination bei der Befüllung im mobilen Tank verbleiben und zur Beeinträchtigung der Qualität des gelieferten Gases führen.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist somit, eine Möglichkeit zur Betankung von mobilen, zur Betankung von Kundentanks dienenden Tanks mit flüssigem Kohlendioxid zu schaffen, bei der die Verluste an Kohlendioxidgas möglichst gering gehalten werden und zudem die Gefahr der Kontamination des im Vorratstank oder in den zu befüllenden Kundentanks vorliegenden Kohlendioxids minimiert ist.

[0009] Gelöst ist diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 5. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden in den Unteransprüchen angegeben.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren ist also dadurch gekennzeichnet, dass das aus dem mobilen Tank abgezogene gasförmige Kohlendioxid an einem Wärmetauscher in Wärmekontakt mit flüssigem Kohlendioxid aus dem Vorratstank gebracht wird, wobei das gasförmige Kohlendioxid aus dem mobilen Tank zumindest teilweise verflüssigt und anschließend einem Speichertank zugeführt wird, in dem ein höherer Druck als im Vorratstank herrscht, und wobei das flüssige Kohlendioxid aus dem Vorratstank zumindest teilweise verdampft, anschließend in den Vorratstank zurückgeführt und zum Druckaufbau im Vorratstank eingesetzt wird.

[0011] Das aus dem mobilen Tank abgezogene Kohlendioxidgas sollte dabei einen Druck aufweisen, der zumindest dem Tripelpunktdruck von Kohlendioxid ent-

spricht. Gegebenenfalls kann optional eine weitere Förderpumpe zum Einsatz kommen, um das aus dem mobilen Tank abgezogene Kohlendioxidgas auf einen Wert oberhalb des Tripelpunktdrucks zu verdichten. Beispielsweise aufgrund der Druckerhöhung durch die Förderpumpe liegt das im Vorratstank bevorratete Kohlendioxid bei einer niedrigeren Temperatur und geringerem Druck als das Kohlendioxid im mobilen Tank vor. Demzufolge wird beim Wärmetausch Wärme vom aus dem mobilen Tank abgezogenen Kohlendioxidgas auf das flüssige Kohlendioxid aus dem Vorratstank übertragen.

[0012] Die laufende Verdampfung von flüssigem Kohlendioxid aus dem Vorratstank beim Wärmetausch mit dem Kohlendioxidgas aus dem mobilen Tank führt während des Füllvorgangs zu einer Stabilisierung des Drucks im Vorratstank und damit zu einer Entlastung der Förderpumpe.

[0013] Bevorzugt wird das flüssige Kohlendioxid im Vorratstank bei einem Druck von mindestens 15 bar, bevorzugt mindestens 18 bar gelagert. Das Kohlendioxid besitzt dabei eine Temperatur zwischen -15°C und -20°C . Um die Verflüssigung des aus dem mobilen Tank abgezogenen Kohlendioxids zu ermöglichen, ist der Druck im Speichertank höher, bevorzugt zwischen 1 bar und 2 bar höher als im Vorratstank.

[0014] Zweckmäßigerweise wird während des Füllvorgangs das im Vorratstank vorliegende Kohlendioxidgas zumindest teilweise verflüssigt und als flüssiges Kohlendioxid in den Vorratstank zurückgeführt. Dieser Vorgang kann im Verlauf der Befüllung des mobilen Tanks bei Bedarf, kontinuierlich oder in regelmäßigen Abständen, erfolgen.

[0015] Die Aufgabe der Erfindung wird auch mit einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 5 gelöst.

[0016] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Befüllen eines mobilen Tanks mit flüssigem Kohlendioxid umfasst einen thermisch isolierten, ortsfesten Vorratstank zum Speichern von flüssigem Kohlendioxid, eine mit einem mobilen Tank verbindbare Füllleitung zum Fördern von flüssigem Kohlendioxid aus dem Vorratstank in den mobilen Tank, eine in der Füllleitung angeordnete Förderpumpe und eine mit dem mobilen Tank verbindbare Gasabzugsleitung zum Abführen von Kohlendioxidgas aus dem mobilen Tank und ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass die Gasabzugsleitung in einen thermisch isolierten Speichertank für flüssiges Kohlendioxid ausmündet, wobei in der Gasabzugsleitung ein Wärmetauscher angeordnet ist, der eine thermische Verbindung zwischen dem Kohlendioxidgas in der Gasabzugsleitung und einer flüssigen Phase des im Vorratstank bevorrateten Kohlendioxids herstellt.

[0017] Beim Vorratstank handelt es sich in der Regel um einen ortsfest in einem Tanklager oder im Bereich einer Kohlendioxid-Erzeugungsanlage installierten Tank, aus dem gleichzeitig oder in zeitlicher Abfolge mehrere mobile Tanks befüllt werden können. Beispielsweise handelt es beim Vorratstank um einen Niederdruck-Tank mit einem Fassungsvermögen zwischen 100

t und 1000 t, in dem flüssiges Kohlendioxid bei einem Druck zwischen 15 und 20 bar und einer Temperatur zwischen -20°C und -35°C bevorratet wird. Bei dem mobilen Tank handelt es sich insbesondere um einen Tank, der dazu bestimmt ist, Tankanlagen oder einzelne Behälter, die bei räumlich entfernten Verbrauchern fest installiert sind, zu befüllen. Beispielsweise handelt es sich beim mobilen Tank um einen Straßentankwagen oder um einen Eisenbahnkesselwagen. Beim Wärmetauscher handelt es sich um einen indirekten Wärmetauscher, in dem an einer Wärmetauscherfläche Wärme vom Kohlendioxidgas aus dem mobilen Tank auf flüssiges Kohlendioxid aus dem Vorratstank übertragen wird. In der Gasabzugsleitung bzw. im Speichertank liegt das Kohlendioxid auf einem höheren Druck als im Vorratstank vor. Durch die Abgabe der Wärme an der Wärmetauscherfläche kondensiert das Kohlendioxidgas in der Gasabzugsleitung zumindest teilweise und wird anschließend im Speichertank aufgefangen. Gleichzeitig verdampft flüssiges Kohlendioxid aus dem Vorratstank und wird erfindungsgemäß dazu eingesetzt, zur Aufrechterhaltung eines vorgegebenen minimalen Betriebsdrucks im Vorratstank von beispielsweise 15 bar bis 18 bar beizutragen.

[0018] Bevorzugt ist der Wärmetauscher in einer an den Vorratstank angeschlossenen Kreislauflleitung angeordnet. Die Kreislauflleitung fördert flüssiges Kohlendioxid zum Wärmetauscher, in dem das flüssige Kohlendioxid aufgrund des Wärmekontakts mit dem wärmeren Kohlendioxidgas in der Gasabzugsleitung zumindest teilweise verdampft. Das zumindest teilweise verdampfte Kohlendioxid wird anschließend in den Kopfraum des Vorratstanks zurückgeführt, wo es eine gasförmige Phase ausbildet.

[0019] Sofern der Wärmetauscher oberhalb der Höhe eines im Vorratstank vorliegenden Flüssigkeitspegels des verflüssigten Kohlendioxids vorliegt, bedarf es in der Kreislauflleitung, stromauf zum Wärmetauscher, einer Förderpumpe, um flüssiges Kohlendioxid zum Wärmetauscher zu pumpen. Ist der Wärmetauscher jedoch unterhalb der Höhe des Flüssigkeitspegels angeordnet, fließt das flüssige Kohlendioxid unter der Wirkung der Schwerkraft zum Wärmetauscher, und eine Förderpumpe ist in der Kreislauflleitung entbehrlich.

[0020] Ähnliches gilt für die Anordnung des Wärmetauschers in der Gasabzugsleitung gegenüber dem Speichertank. Ist der Wärmetauscher oberhalb der Höhe eines im Speichertank vorliegenden Flüssigkeitspegels an verflüssigtem Kohlendioxid angeordnet, kann das im Wärmetauscher verflüssigte Kohlendioxid unter der Wirkung der Schwerkraft in den Speichertank einfließen. Ist dagegen der Wärmetauscher unterhalb der Höhe eines Flüssigkeitspegels im Speichertank angeordnet, muss das im Wärmetauscher kondensierte Kohlendioxid mittels einer in der Gasabzugsleitung, stromab zum Wärmetauscher angeordneten Förderpumpe dem Speichertank zugeführt werden.

[0021] Eine andere Ausführungsform der Erfindung

sieht vor, dass der Wärmetauscher innerhalb einer flüssigen Phase des im Vorratstank bevorrateten Kohlendioxids angeordnet ist. In diesem Fall, der jedoch mit einigem baulichem Aufwand verknüpft ist, erübrigt sich eine Förderung des flüssigen Kohlendioxids zum Wärmetauscher mittels einer Fördereinrichtung. Beispielsweise wird die Gasabzugsleitung in einer Rohrschlange durch das Innere des Vorratsbehälters geführt, wobei die Wände der Rohrschlange in thermischen Kontakt mit der flüssigen Phase des Kohlendioxids im Vorratsbehälter stehen und auf diese Weise als Wärmetauscherfläche wirken.

[0022] Das erfindungsgemäße Verfahren sowie die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass beim Befüllen des mobilen Tanks weder Kohlendioxidgas in die Umgebungsatmosphäre abgegeben wird noch Kohlendioxid mit unerwünschten Beimengungen (kontaminiertes Kohlendioxid) im Vorratsbehälter und/oder dem mobilen Tank angereichert wird. Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich somit insbesondere zum Befüllen von mobilen Tanks mit flüssigem Kohlendioxid einer besonderen Qualitätsstufe, beispielsweise von Kohlendioxid in Lebensmittelqualität, zur Weitergabe an Kundentanks.

[0023] Anhand der Zeichnung soll ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert werden. Die einzige Zeichnung (Fig. 1) zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Befüllen eines mobilen Tanks mit flüssigem Kohlendioxid.

[0024] Die in Fig. 1 gezeigte Vorrichtung 1 umfasst einen thermisch gut isolierten und druckfest ausgestalteten Vorratstank 2, im Ausführungsbeispiel einen Niederdruck-Tank, in dem flüssiges Kohlendioxid bei einem Druck zwischen 15 und 20 bar und einer Temperatur zwischen minus 20°C und minus 35°C bevorratet wird. Der Vorratstank 2 ist beispielsweise Teil eines mehrere fest installierte Vorratstanks aufweisenden Tanklagers. Im Ausführungsbeispiel dient der Vorratstank 2 zum Lagern von flüssigem Kohlendioxid, das besonderen Qualitätsanforderungen genügen muss, beispielsweise Lebensmittelqualität. Aus dem Bodenbereich des Vorratstanks 2 geht eine thermisch isolierte und druckfeste Füllleitung 3 ab, in der eine Förderpumpe 4 installiert ist. Die Füllleitung 3 mündet in einen Füllanschluss 5, der mit einem mobilen Tank 6, im Ausführungsbeispiel einem Straßentankwagen, verbindbar ist. Der mobile Tank 6, in dem das Kohlendioxid im flüssigen Zustand transportiert wird, dient zur Versorgung von (hier nicht gezeigten) Kundentanks mit flüssigem Kohlendioxid.

[0025] Die Vorrichtung 1 umfasst des Weiteren eine Gasabzugsleitung 8, die an einem in einem oberen Bereich des mobilen Tanks 6 angeordneten Gasabzugsanschluss 9 mit dem mobilen Tank 6 verbindbar ist. An ihrem vom Gasabzugsanschluss 9 entgegengesetzten Ende mündet die Gasabzugsleitung 8 zur Wiedergewinnung von gasförmigem Kohlendioxid aus dem mobilen Tank 6 in einen Speichertank 10 ein.

[0026] Die Vorrichtung 1 umfasst weiterhin eine Koh-

lendioxid-Kreislaufleitung 12, die aus einem unteren Bereich des Vorratstanks 2 aus- und in einen oberen Bereich des Vorratstanks 2 einmündet. Eine Förderpumpe 13 dient zum Fördern von flüssigem Kohlendioxid in der Kreislaufleitung 12. Die Kreislaufleitung 12 sowie die Gasabzugsleitung 8 durchlaufen einen Wärmetauscher 15, der eine Wärmetauscherfläche besitzt, an der das durch die Kreislaufleitung 12 und die Gasabzugsleitung 8 geführte Kohlendioxid in indirekten Wärmekontakt gebracht werden können.

[0027] Der Druck im Speichertank 10 ist höher als der Druck im Vorratstank 2. Ebenso ist innerhalb des Wärmetauschers 15 der Druck in dem Leitungsabschnitt der Kreislaufleitung 12 geringer als der Druck in dem Leitungsabschnitt der Gasabzugsleitung 8.

[0028] Im Betrieb der Vorrichtung 1 wird zunächst ein zu befüllender mobiler Tank 6 am Füllanschluss 5 und dem Gasabzugsanschluss 9 an die Vorrichtung 1 angeschlossen. Im mobilen Tank 6 herrschen während des Betankungsvorgangs Druck- und Temperaturbedingungen oberhalb des Tripelpunktes von Kohlendioxid. Nach dem Anschluss des mobilen Tanks 6 wird flüssiges Kohlendioxid aus dem Vorratstank 2, mittels der Förderpumpe 4 in den mobilen Tank 6 gefördert. Das in den mobilen Tank 6 eingeleitete flüssige Kohlendioxid sammelt sich in einer flüssigen Phase 17 und verdrängt zugleich gasförmiges Kohlendioxid aus einer im mobilen Tank 6 vorliegenden Gasphase 18. Das verdrängte gasförmige Kohlendioxid strömt durch die Gasabzugsleitung 8 zum Wärmetauscher 15, in dem es in thermischen Kontakt mit dem im Kreislauf 12 geführten flüssigen Kohlendioxid gebracht wird. Dabei kühlt es ab und wird - da sein Druck höher als der des in der Kreislaufleitung 12 geführten Kohlendioxids ist - zumindest teilweise verflüssigt. Das auf diese Weise verflüssigte Kohlendioxidgas läuft unter der Wirkung der Schwerkraft oder unter Zuhilfenahme einer hier nicht gezeigten Förderpumpe in den Speichertank 10. Das auf diese Weise im Speichertank 10 gesammelte flüssige Kohlendioxid kann anschließend über hier nicht gezeigte Entnahmeleitungen für weitere Anwendungen entnommen werden.

[0029] Gleichzeitig wird flüssiges Kohlendioxid aus der im Vorratstank 2 vorliegenden flüssigen Phase 19 mittels der Förderpumpe 13 zum Wärmetauscher 15 geführt, verdampft beim thermischen Kontakt mit dem gasförmigen Kohlendioxid in der Gasabzugsleitung 8 zumindest teilweise und gelangt in eine im Vorratstank 2 vorliegende Gasphase 20. Auf diese Weise trägt das im Wärmetauscher 15 verdampfte Kohlendioxidgas zum Aufbau oder zur Aufrechterhaltung des Betriebsdrucks im Vorratstank 2 bei, während gleichzeitig laufend flüssiges Kohlendioxid aus der flüssigen Phase 19 entnommen wird. Über eine hier nicht näher erläuterte Einrichtung 21 zur Rückverflüssigung kann zudem kontinuierlich oder in vorgegebenen zeitlichen Abständen Kohlendioxid aus der Gasphase 20 entnommen, verflüssigt und anschließend der flüssigen Phase 19 im Vorratstank 2 zugeführt werden.

[0030] Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 liegt der Wärmetauscher 15 oberhalb der Höhe eines Pegels 22 einer im Vorratstank 2 vorliegenden flüssigen Phase 19 und oberhalb der Höhe eines Pegels 23 einer im Speichertank 10 vorliegenden flüssigen Phase 24. Bei dieser Anordnung bedarf es der Pumpe 13, um flüssiges Kohlendioxid zum Wärmetauscher 15 zu fördern, während gleichzeitig das im Wärmetauscher 15 kondensierte Kohlendioxid in der Gasabzugsleitung 8 unter der Wirkung der Schwerkraft in den Speichertank 10 abfließt. Wird dagegen der Wärmetauscher unterhalb der Höhe des Pegels 22 angeordnet, ist eine mit Fremdenergie betriebene Fördereinrichtung in der Kreislaufleitung 12 nicht zwingend erforderlich. Ähnliches gilt für die Gasabzugsleitung 8: Wird der Wärmetauscher 15 unterhalb der Höhe des Flüssigkeitspegels 23 angeordnet, muss das im Wärmetauscher 15 kondensierte Kohlendioxid mittels einer hier nicht gezeigten Fördereinrichtung in den Speichertank 10 hinein gefördert werden.

[0031] Die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 ermöglicht die Befüllung eines mobilen Tanks 6 mit flüssigem Kohlendioxid einer geforderten und im Vorratstank 2 gelagerten Qualität. Dabei wird Kohlendioxidgas, das vor Beginn des Befüllvorgangs im mobilen Tank 6 vorliegt und dessen Qualität nicht gesichert ist, weder in die Umgebungsatmosphäre abgegeben noch in den Vorratstank 2 eingeleitet, sondern dem Speichertank 10 zugeführt, aus dem es für Anwendungen, bei denen eine hohe Qualitätsstufe des Kohlendioxids nicht gefordert wird, entnommen werden kann. Zugleich unterstützt die im Wärmetauscher 15 erfolgende Übertragung von Wärme von dem in der Gasabzugsleitung 8 geführten Gas auf das im Kreislauf 12 geführte Kohlendioxidgas den Aufbau oder die Aufrechterhaltung eines bestimmten vorgegebenen Betriebsdrucks im Vorratsbehälter 2, der die Förderpumpe 4 unterstützt und auf diese Weise zur Einsparung von Energie beiträgt.

Bezugszeichenliste:

[0032]

1. Vorrichtung
2. Vorratstank
3. Füllleitung
4. Förderpumpe
5. Füllanschluss
6. Mobiler Tank
7. -
8. Gasabzugsleitung
9. Gasabzugsanschluss
10. Speichertank
11. -
12. Kreislaufleitung
13. Pumpe
14. -
15. Wärmetauscher
16. -

17. Flüssige Phase
18. Gasphase
19. Flüssige Phase
20. Gasphase
21. Einrichtung zur Rückverflüssigung
22. Pegel
23. Pegel
24. Flüssige Phase

Patentansprüche

1. Verfahren zum Befüllen eines mobilen Tanks mit flüssigem Kohlendioxid, bei dem flüssiges Kohlendioxid aus einem ortsfesten Vorratstank (2) mittels einer Förderpumpe (4) in einen mobilen Tank (6) gefüllt und gleichzeitig gasförmiges Kohlendioxid aus dem mobilen Tank (6) abgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** das aus dem mobilen Tank (6) abgezogene gasförmige Kohlendioxid an einem Wärmetauscher (15) in Wärmekontakt mit flüssigem Kohlendioxid aus dem Vorratstank (2) gebracht wird, wobei das gasförmige Kohlendioxid aus dem mobilen Tank (6) zumindest teilweise verflüssigt und anschließend einem Speichertank (10) zugeführt wird, in dem ein höherer Druck als im Vorratstank (2) herrscht, und das flüssige Kohlendioxid aus dem Vorratstank (2) zumindest teilweise verdampft, anschließend in den Vorratstank (2) zurückgeführt und zum Druckaufbau im Vorratstank (2) eingesetzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** das flüssige Kohlendioxid im Vorratstank (2) einen Druck von mindestens 15 bar, bevorzugt mindestens 18 bar aufweist.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der Druck im Speichertank (10) um 1 bis 2 bar höher als im Vorratstank (2) ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** während des Füllvorgangs das in einem Kopfraum des Vorratstanks (2) vorliegende Kohlendioxidgas zumindest teilweise verflüssigt und als flüssiges Kohlendioxid in den Vorratstank (2) zurückgeführt wird.
5. Vorrichtung zum Befüllen eines mobilen Tanks mit flüssigem Kohlendioxid, mit einem thermisch isolierten, ortsfesten Vorratstank (2) zum Speichern von flüssigem Kohlendioxid, einer mit einem mobilen Tank (6) verbindbaren Füllleitung (3) zum Fördern von flüssigem Kohlendioxid aus dem Vorratstank (2) in den mobilen Tank (6), einer in der Füllleitung (3) angeordneten Förderpumpe (4) und mit einer mit dem mobilen Tank (6) verbindbaren Gasabzugslei-

tung (8) zum Abführen von Kohlendioxidgas aus dem mobilen Tank (6),

dadurch gekennzeichnet,

dass die Gasabzugsleitung (8) in einem thermisch isolierten Speichertank (10) für flüssiges Kohlendioxid ausmündet und in der Gasabzugsleitung (8) ein Wärmetauscher (15) angeordnet ist, der eine thermische Verbindung zwischen dem Kohlendioxidgas in der Gasabzugsleitung (8) und einer flüssigen Phase des im Vorratstank (2) bevorrateten Kohlendioxids herstellt.

5

10

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher (15) in einer einen unteren Teil des Vorratstanks (2) mit dem Kopfraum des Vorratstanks (2) verbindenden Kreislaufleitung (12) angeordnet ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher (15) innerhalb einer flüssigen Phase (19) des im Vorratstank (2) bevorrateten Kohlendioxids angeordnet ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als mobiler Tank (6) ein zur Versorgung von kundenseitigen Tanks bestimmter Straßentankwagen oder Eisenbahnkesselwagen zum Einsatz kommt.
9. Verwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4 oder einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8 zum Befüllen von mobilen Tanks (6) mit flüssigem Kohlendioxid in Lebensmittelqualität.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

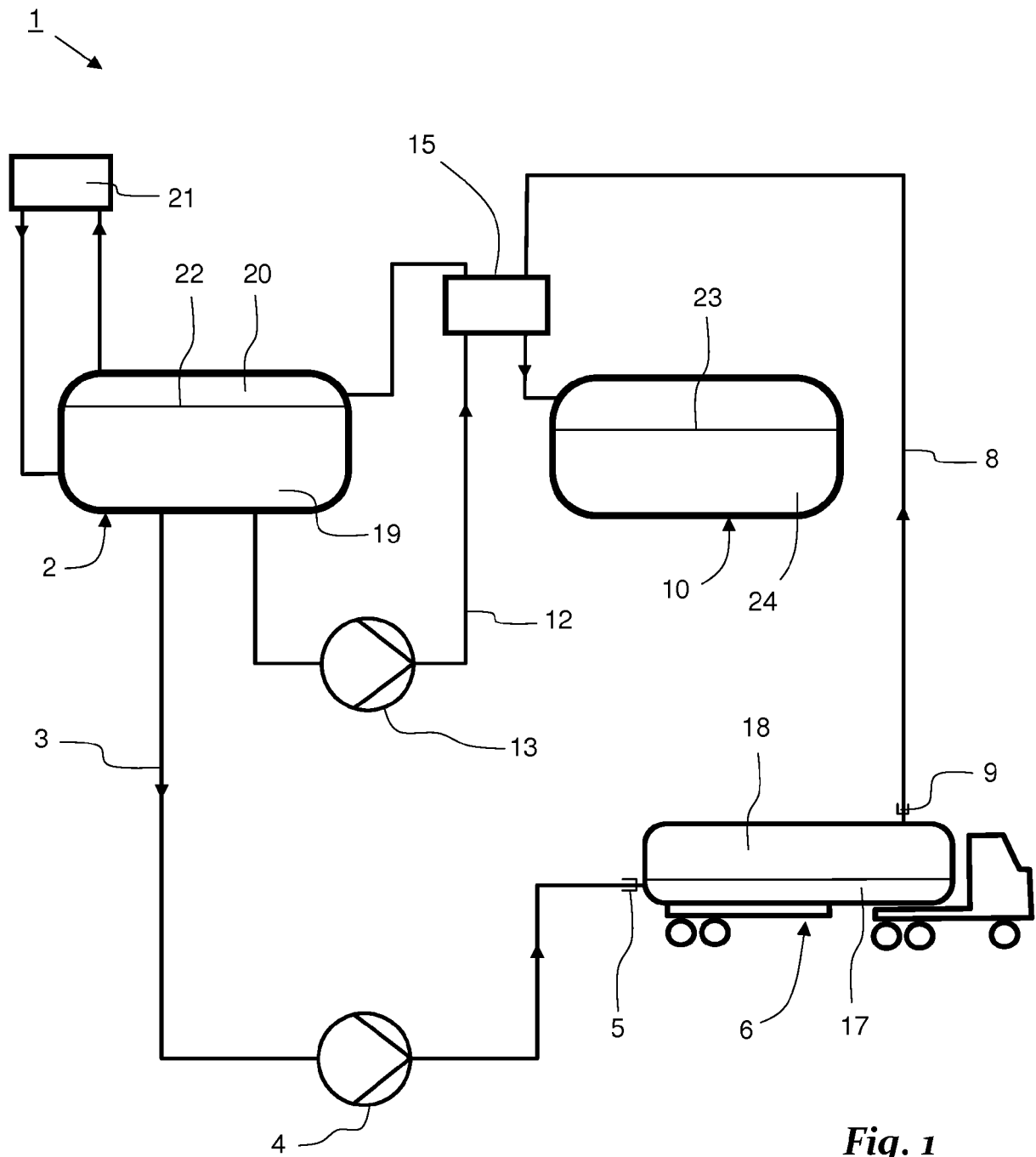


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 16 0181

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	FR 2 822 927 A1 (MESSER FRANCE [FR]) 4. Oktober 2002 (2002-10-04) * Seite 1, Zeile 11; Abbildung 2 * * Seite 8, Zeile 9 - Seite 9, Zeile 16 *	1-9	INV. F17C5/02
A	WO 01/65168 A1 (MESSER ITALIA S P A [IT]; GEOGAS S R L [IT]; MARENGO CLAUDIO [IT]; MEN) 7. September 2001 (2001-09-07) * Abbildung 1 * * Seite 1, Zeilen 16-312 * * Seite 5, Zeile 23 - Seite 7, Zeile 34 *	1-9	
A	FR 2 865 017 A1 (AIR LIQUIDE [FR]) 15. Juli 2005 (2005-07-15) * Seite 1, Zeilen 11-15, 21, 29-31 * * Seite 2, Zeilen 4, 22-30 *	1-9	
A,D	WO 2005/075882 A1 (AIR LIQUIDE [FR]; KEMPEN CARINNE [FR]; MOREL JEAN SERGE [FR]) 18. August 2005 (2005-08-18) * Abbildung 2 * * Seite 3, Zeile 30 - Seite 5, Zeile 7 * * Seite 6, Zeilen 19-31 * * Seite 7, Zeilen 32-35 * * Seite 8, Zeilen 15-21 * * Seite 9, Zeilen 3-14 *	1-9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F17C
A,D	US 4 211 085 A (TYREE LEWIS JR [US]) 8. Juli 1980 (1980-07-08) * Abbildung 1 * * Spalten 2-4 *	1-9	
A	US 3 212 279 A (COPE LOUIS T) 19. Oktober 1965 (1965-10-19) * Spalte 1, Zeile 66 - Spalte 2, Zeile 20 *	1-9	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 27. Juli 2016	Prüfer Ott, Thomas
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 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 16 16 0181

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 1 457 733 A2 (THERMO KING CORP [US]) 15. September 2004 (2004-09-15) * Absätze [0017] - [0029] * -----	1-9	
A	DE 31 31 311 A1 (AGEFKO KOHLENSAEURE IND [DE]) 24. Februar 1983 (1983-02-24) * das ganze Dokument * -----	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 27. Juli 2016	Prüfer Ott, Thomas
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 03.82 (P04C03)

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

EP 16 16 0181

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.

27-07-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2822927 A1	04-10-2002	AT 360176 T	15-05-2007
		BG 65377 B1	30-04-2008
		BG 108229 A	31-08-2004
		CZ 20032682 A3	15-09-2004
		DE 60219641 T2	03-01-2008
		DK 1423639 T3	03-09-2007
		EP 1423639 A1	02-06-2004
		ES 2286256 T3	01-12-2007
		FR 2822927 A1	04-10-2002
		HR P20030799 A2	31-08-2005
		HU 0303957 A2	29-03-2004
		PL 367234 A1	21-02-2005
		PT 1423639 E	17-07-2007
		RO 121443 B1	30-05-2007
		SI 21429 A	31-08-2004
		SK 12362003 A3	04-02-2005
		US 2004148945 A1	05-08-2004
		WO 02081963 A1	17-10-2002
WO 0165168 A1	07-09-2001	AU 7209001 A	12-09-2001
		DE 10010193 A1	20-09-2001
		EP 1269070 A1	02-01-2003
		WO 0165168 A1	07-09-2001
FR 2865017 A1	15-07-2005	KEINE	
WO 2005075882 A1	18-08-2005	EP 1725806 A1	29-11-2006
		FR 2865018 A1	15-07-2005
		WO 2005075882 A1	18-08-2005
US 4211085 A	08-07-1980	KEINE	
US 3212279 A	19-10-1965	KEINE	
EP 1457733 A2	15-09-2004	AT 285545 T	15-01-2005
		AU 1190599 A	10-05-1999
		CA 2275641 A1	29-04-1999
		DE 69828266 D1	27-01-2005
		DE 69828266 T2	22-12-2005
		EP 0970323 A1	12-01-2000
		EP 1457733 A2	15-09-2004
		JP 2001506357 A	15-05-2001
		US 5916246 A	29-06-1999
		WO 9920934 A1	29-04-1999
DE 3131311 A1	24-02-1983	KEINE	

EPO FORM P0461

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

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

EP 16 16 0181

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.

27-07-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	-----			
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

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

- WO 2005075882 A1 [0003]
- US 4211085 A1 [0004]
- WO 02081963 A1 [0006]