



(11) **EP 1 776 541 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
16.01.2008 Patentblatt 2008/03

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

(21) Anmeldenummer: **05776200.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/053485

(22) Anmeldetag: **19.07.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/015927 (16.02.2006 Gazette 2006/07)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BEFÜLLEN EINES BEHÄLTERS MIT FLÜSSIGGAS AUS EINEM VORRATSTANK**

METHOD AND DEVICE FOR FILLING A CONTAINER WITH LIQUID GAS FROM A STORAGE TANK
PROCEDE ET DISPOSITIF PERMETTANT DE REMPLIR UN CONTENANT DE GAZ LIQUIDE ISSU D'UN RESERVOIR DE STOCKAGE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA HR MK

• **ZIMMER, Jean-Claude**
F-28210 Nogent le Roi (FR)

(30) Priorität: **07.08.2004 DE 102004038460**

(74) Vertreter: **Münzel, Joachim R.**
Messer Group GmbH,
Patente/Marken/Lizenzen,
Otto-Volger-Strasse 3c
65843 Sulzbach (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.04.2007 Patentblatt 2007/17

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 995 943 WO-A-02/081963
DE-A1- 10 010 193 DE-U1- 29 622 800
FR-A- 2 865 017 US-A- 2 912 830
US-A- 6 044 647

(73) Patentinhaber: **Messer France S.A.**
92601 Asnières sur Seine Cédex (FR)

(72) Erfinder:
• **MATHEOUD, Patrick**
F-92390 Villeneuve La Garenne (FR)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 776 541 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Befüllen eines Behälters mit Flüssiggas aus einem Vorratsbehälter.

[0002] Üblicherweise erfolgt die Betankung eines Flüssiggas - Behälters in der Weise, dass das Flüssiggas in flüssiger Form aus einem Vorratstank in den Behälter gepumpt wird. Um einen Druckausgleich zwischen Vorratstank und Behälter herbeizuführen, sind zugleich die Gasphasen des Flüssiggases im Behälter und im Vorratstank über eine separate Gasleitung miteinander strömungsverbunden. Auf diese Weise gelangt eine Gasmenge, die dem Volumen des dem Behälter zugeführten Flüssiggases entspricht, in den Vorratstank.

[0003] Nachteilig bei diesem vorbekannten Befüllungsverfahren ist, dass im Falle einer Kontaminierung des zu befüllenden Behälters dabei auch die Gasphase des Vorratstanks kontaminiert wird. Werden weitere Behälter aus diesem Vorratstank befüllt, kommt es zur Kontaminierung auch dieser Behälter. Außerdem besteht während einer darauf folgenden Neubetankung des Vorratstanks die Gefahr, dass auch der Haupttank in der Produktionsstätte des Flüssiggases kontaminiert wird.

[0004] Eine solche sogenannte Kreuzkontamination kann mit Betankungssystemen vermieden werden, die nur eine Verbindungsleitung für Flüssiggas zwischen Vorratstank und dem zu befüllenden Behälter aufweisen. Es findet dabei also kein Druckausgleich zwischen den Gasphasen von Vorratstank und Behälter mehr statt. Um einen zu starken Druckaufbau im Behälter zu vermeiden, ist es erforderlich, bei der Befüllung die im Behälter befindliche Gasphase in die Umgebung entweichen zu lassen. Beim Ablassen der Gasphase in die Umgebung kann es jedoch zu erheblichen Geräuschemissionen und zu lokalen Luftverschmutzungen kommen. Zudem ist der starke Gasverlust von bis zu 5 % der Gesamtmenge wirtschaftlich kaum zu vertreten.

[0005] Aus der WO 01 /65168 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Befüllen eines Behälters mit Flüssiggas aus einem Vorratstank bekannt, bei dem das Flüssiggas in einer Flüssiggaszuleitung mittels einer mehrstufigen Fördereinrichtung aus dem Vorratstank in den Behälter überführt wird. Gasphase des zu befüllenden Behälters ist mit einer Gasrückleitung verbunden, die im Bereich zwischen zwei Pumpenstufen der Fördereinrichtung in die Flüssiggaszuleitung aus dem Vorratstank einmündet. Beim Betrieb der Vorrichtung wird Gas im Volumen des aus dem Vorratstank zugeführten Flüssiggases dem Behälter entnommen, verflüssigt und in flüssiger Form, zusammen mit Flüssiggas aus dem Vorratstank, wieder in den Behälter eingespeist. Dadurch erfolgt eine selbsttätige Druckregulierung im Behälter. Die Gasphasen von Behälter und Vorratstank stehen nicht in Strömungsverbindung, wodurch eine Kreuzkontamination ausgeschlossen wird. Nachteilig bei diesem Verfahren ist jedoch der hohe apparative Aufwand und die praktische Schwierigkeit, die Pumpleistungen der einzelnen

Förderstufen an die jeweiligen Erfordernisse anzupassen.

[0006] In der WO 02 / 081963 A1, welche als nächstliegender Stand der Technik angesehen wird, ist ein anderes Verfahren zur Befüllung eines Behälters mit Flüssiggas aus einem Vorratstank beschrieben, bei dem gleichfalls, zur Vermeidung einer Dekontamination des Vorratstanks, nur eine Zuleitung zur Verbindung der Flüssigphasen beider Behälter, jedoch keine Verbindung zwischen der Gasphase des zu betankenden Behälters und der des Vorratstank besteht. Über die Flüssiggaszuleitung wird in bekannter Weise mittels einer geeigneten Pumpe Flüssiggas aus dem Vorratstank in den zu befüllenden Behälter gefördert. Um im Behälter einen Druckausgleich herbeizuführen, ist die Gasphase des Behälters mit einem Wärmetauscher verbunden, in dem das Gas abgekühlt und weitgehend verflüssigt wird. Das verflüssigte Gas wird anschließend einem Injektor, beispielsweise eine Venturidüse zugeführt, der, um eine durch Druckabfall verursachte Kavitation zu vermeiden, stromaufwärts zur Pumpe in der Flüssiggaszuleitung angeordnet ist. In der Venturidüse wird das aus dem Wärmetauscher strömende, verflüssigte Gas dem in der Flüssiggaszuleitung strömenden Flüssiggas beigemischt. Der Wärmetauscher ist nach der Lehre der WO/081963 bevorzugt im Innern des Vorratstanks angeordnet; die Abkühlung des dem zu befüllenden Behälter entnommenen Gases führt also gleichzeitig zur Verdampfung von Flüssiggas im Vorratstank und damit zu einer die Befüllung begünstigenden Druckerhöhung im Vorratstank.

[0007] Das in dieser Druckschrift beschriebene System verhindert wirksam eine Kreuzkontamination beim Befüllvorgang. Unabhängig von den Anfangsbedingungen in den Behältern führt dieses System zu einem Fließgleichgewicht, bei dem der Druck im zu befüllenden Druckbehälter um ein Geringes größer ist als der Druck im Vorratsbehälter. Der Druckunterschied in beiden Behältern hängt lediglich von der Kapazität des Wärmetauschers und der Menge des zugeführten Flüssiggases ab.

[0008] Nachteilig bei diesem System ist jedoch, dass es in der Regel nicht gelingt, das über den Injektor eingeleitete Gas vollständig zu verflüssigen. Es verbleibt ein mehr oder weniger großer Teil gasförmiger Substanz, die die Effizienz der Befüllung erheblich mindert. Dadurch ist der Einsatz vergleichsweise starker und damit teurer und im Einsatz energieintensiverer Pumpen erforderlich. Insbesondere beim Einsatz in mobilen Befüllrichtungen, beispielsweise Straßentankwagen, führt dies zu einem erheblich höheren Aufwand in der Ausführung der Fahrzeuge.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Möglichkeit zur Befüllung eines Behälters mit Flüssiggas aus einem Vorratstank, anzugeben, die mit einem geringeren apparativen Aufwand auskommt und dennoch zuverlässig eine Kreuzkontamination zwischen Behälter und Vorratstank verhindert.

[0010] Gelöst ist dieser Aufgabe durch ein Verfahren

mit den in Anspruch 1 genannten Merkmalen sowie durch eine Vorrichtung mit den in Anspruch 5 genannten Merkmalen.

[0011] Gemäß der Erfindung wird mittels einer Fördereinrichtung Gas im flüssigen Zustand aus einem Vorratsbehälter dem zu befüllenden Behälter zugeführt und die im zu befüllenden Behälter vorliegende Gasphase komprimiert. Dem zu befüllenden Behälter wird Gas entnommen, das einem Wärmetauscher zugeführt und zumindest weitgehend verflüssigt wird. Das zumindest weitgehend verflüssigte Gas wird dem Flüssiggas aus dem Vorratsbehälter saugseitig zur Fördereinrichtung zugeführt und anschließend gemeinsam mit diesem in den Behälter gefördert. Zwar entsteht bei der Einleitung des zumindest teilweise verflüssigten Gases eine gewisse Kavitation im Saugbereich der Fördereinrichtung, jedoch ist bei modernen Flüssigkeitspumpen ein geringer Anteil von bis zu einigen Prozent Gas im geförderten Flüssigkeitsstrom ohne wesentliche Einschränkung der Leistung zu verkräften. Durch die Kompression in der Pumpe wird dieser Gasanteil stark reduziert. Mit der erfindungsgemäßen Verfahrensführung kann auf den Einsatz eines Injektors, einer Venturidüse oder sonstigen Einrichtungen, mittels der das wieder verflüssigte Gas in den Behälter bzw. die Flüssigzuleitung zum Behälter gefördert wird, verzichtet werden.

[0012] Eine weiterführende Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Differenzdruck zwischen dem Druck im Behälter und dem Druck des Vorratsbehälters direkt oder indirekt erfasst wird und das im Wärmetauscher verflüssigte Gas erst bei Vorliegen einer vorgegebenen, minimalen Differenzdrucks der Flüssigzuleitung zugeführt wird. Hierdurch wird die Entstehung von Kavitationen in der Flüssigzuleitung unterdrückt. Die genaue Höhe des minimalen Differenzdrucks hängt dabei von der Wahl der eingesetzten Ausrüstung ab, insbesondere von der Charakteristik des Wärmetauschers, die Förderleistung der Pumpe und der Fähigkeit der Pumpe, einen gewissen Gasanteil im geförderten Strom ohne erheblichen Abfall der Pumpleistung zu tolerieren. Der für die jeweilige Ausrüstung zu wählende minimale Differenzdruck kann beispielsweise vor der Inbetriebnahme oder der Auslieferung einer erfindungsgemäß arbeitenden Betankungseinheit empirisch bestimmt werden. Die Erfassung der Druckdifferenz erfolgt dabei zweckmäßigerweise kontinuierlich oder in regelmäßigen Zeitabständen. Die Erfassung der Druckdifferenz oder des Drucks kann in den Behältern selbst oder im Bereich der Zu- und Ableitungen oder an einer sonstigen Stelle erfolgen, sofern von der Messung eindeutig auf den Differenzdruck an der Sperrarmatur geschlossen werden kann.

[0013] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung, macht von der aus der WO 02/081963 A1 bekannten und bewährten Anordnung Gebrauch, den Wärmetauscher derart auszuführen, dass ein Wärmetausch zwischen dem zu verflüssigendem Gas und dem Flüssiggas im Vorratsbehälter erfolgt. Es kommt auf diese Weise also zu einem Transfer von Wärme vom Behälter zum Vor-

ratstank. Die bei der Kondensation des Gases aus dem Behälter frei werdende Wärme wird dazu eingesetzt, Gas im Vorratsbehälter zu verdampfen und auf diese Weise den Gasdruck im Vorratsbehälter auch während der Entnahme des Flüssiggases zu erhalten.

[0014] Um die Effizienz des erfindungsgemäßen Verfahrens weiter zu erhöhen, sieht eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung vor, das aus dem zu befüllenden Behälter entnommene Gas vor seiner Zuführung an einen Wärmetauscher zu verdichten. Dies kann beispielsweise mittels eines in der Gasableitung angeordneten Kompressors, erfolgen.

[0015] Gelöst ist die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe auch durch eine Vorrichtung mit den in Anspruch 5 genannten Merkmalen.

[0016] Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst also an den Vorratsbehälter angeschlossenen und mit dem Behälter verbindbaren Flüssigzuleitung, die mit einer Fördereinrichtung zum Fördern von Flüssiggas in den Behälter ausgerüstet ist, und mit einer mit dem Behälter verbindbaren Gasableitung, die einen Wärmetauscher durchläuft und an einer saugseitig zur Fördereinrichtung angeordneten Verbindungsstelle mit der Flüssigzuleitung in Strömungsverbindung steht. Die Fördereinrichtung transportiert Gas im flüssigen Zustand über die Flüssigzuleitung aus dem Vorratsbehälter in den zu befüllenden Behälter. Über die Gasableitung wird Gas dem Behälter entnommen und dem Wärmetauscher zugeführt. Im Wärmetauscher wird dem Gas Wärme entzogen und es dadurch zumindest teilweise verflüssigt. Das verflüssigte Gas wird in die Flüssigzuleitung eingespeist.

[0017] Der Wärmetauscher ist zweckmäßigerweise so ausgebildet, dass er einen thermischen Kontakt zwischen dem Gas, das dem Behälter entnommen wurde und dem Gas, das im flüssigen und/oder gasförmigen Zustand im Vorratsbehälter vorliegt, herstellt. Es findet also ein Wärmeübergang von dem Gas im Vorratsbehälter auf das Gas aus dem zu befüllenden Behälter statt. Der Wärmetauscher kann beliebig im Umfeld des Vorratstanks angeordnet sein, ein besonders guter Wärmeübergang wird jedoch dann erzielt, wenn der Wärmetauscher innerhalb des Vorratsbehälters angeordnet ist.

[0018] In einer Weiterbildung der Erfindung ist in der Gasableitung eine Kollereinrichtung vorgesehen, bestehend aus einer strömungstechnisch hinter dem Wärmetauscher angeordneten Sperrarmatur und einer Einrichtung zur Erfassung des Differenzdrucks vor und hinter dieser Sperrarmatur, die bei Erreichen einer vorgegebenen Druckbedingung die Sperrarmatur betätigt. Anstelle der Erfassung des Differenzdrucks an der Sperrarmatur kann auch die Druckdifferenz zwischen dem Vorratstank und dem zu befüllenden Tank erfasst und zur Ansteuerung der Sperrarmatur eingesetzt werden.

[0019] Als Sperrarmatur kann dabei jede geeignete Armatur eingesetzt werden mittels der eine Druckdifferenz aufrechterhalten werden kann, also beispielsweise eine Drossel, eine Klappe oder ein Ventil. Besonders bevorzugt kommt jedoch ein kalibriertes oder kalibrierbares

Ventil zum Einsatz, das bei einem fest vorgegebenen oder individuell einstellbaren Wert des Differenzdrucks öffnet oder schließt.

[0020] Um die Effizienz der erfindungsgemäßen Vorrichtung weiter zu erhöhen, sieht eine weiterführende Ausgestaltung der Erfindung vor, in der Gasableitung, vorzugsweise im Bereich zwischen dem zu befüllenden Behälter und dem Wärmetauscher, einen Kompressor anzuordnen.

[0021] Eine zweckmäßige Weiterbildung der Erfindung sieht vor, im Bereich zwischen dem Vorratstank und der Verbindungsstelle eine Einrichtung zum Verhindern des Rückflusses von Flüssiggas in den Vorratstank vorzusehen, beispielsweise ein Rückschlagventil. Insbesondere Störungen im Betriebsablauf wird damit die Gefahr einer Kreuzkontamination vermieden.

[0022] Eine abermals vorteilhafte, Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, als Fördereinrichtung eine mehrstufige Pumpe vorzusehen und die Verbindungsstelle in der Flüssigzuleitung zwischen zwei Pumpenstufen vorzusehen.

[0023] Eine zweckmäßige Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Vorratstank und oder der Behälter in einer mobilen Versorgungseinheit angeordnet sein, wie beispielsweise einem Straßentankwagen oder einem Eisenbahn-Kesselwagen.

[0024] Anhand der Zeichnungen sollen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert werden. In schematischen Ansichten zeigen:

Fig. 1: eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Befüllen eines Behälters, mit Flüssiggas in einer ersten Ausführungsform und

Fig. 2: eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Befüllen eines Behälters mit Flüssiggas in einer anderen Ausführungsform.

[0025] Fig. 1 zeigt einen Behälter 1, der für die Speicherung von Flüssiggas, beispielsweise Kohlendioxid, bestimmt ist. Im thermischen Gleichgewicht liegt das im Behälter 1 gespeicherte Flüssiggas sowohl in einer flüssigen Phase 2 als auch in einer Gasphase 3 vor. Der Behälter 1 ist des Weiteren in hier nicht interessierender und daher nicht gezeigter Weise mit Anschlüssen zur Versorgung von Verbrauchern mit Gas im flüssigen oder gasförmigen Zustand versehen. Für die Zwecke der Befüllung ist der Behälter 1 mit jeweils einer Flüssig-Anschlussleitung 4 sowie mit einer Gas-Rückführleitung 5 ausgerüstet.

[0026] Der Behälter 1 wird mit frischem Flüssiggas aus einem Vorratstank 6 versorgt. Per Vorratstank 6 ist Teil einer Betankungsanlage 10, die beispielsweise auf einer mobilen Tankeinheit, etwa einen Straßentankwagen oder einen Eisenbahn-Kesselwagen, aufmontiert ist. Bei der Betankungsanlage 10 kann es sich aber auch um eine ortsfeste, etwa in der Nähe einer Produktionsstätte für das Flüssiggas aufgebaute Anlage handeln, die zur

Befüllung eines mobilen, also auf einem Straßentankwagen oder einem Eisenbahnkesselwagen montierten Behälters oder Betankungsanlage bestimmt ist; auch kann es sich beim Behälter 1 um einen Vorratsbehälter zur Flüssiggasversorgung weiterer Behälter oder Kundentanks handeln, der seinerseits Teil einer Betankungsanlage der hierbeschriebenen Art ist. Außer dem Vorratstank 6 weist die Betankungsanlage 10 die im Folgenden beschriebenen Einrichtungen auf. Zur Befüllung eines Behälters ist an dem Vorratstank 6 eine Flüssiggasleitung 7 angeordnet. Ebenso wie im Behälter 1 liegt auch im Vorratstank 6 das Flüssiggas in einer flüssigen Phase 8 und einer Gasphase 9 vor. Die Flüssiggasleitung 7 mündet in einem unteren Bereich in den Vorratstank 6 ein und stellt daher eine Strömungsverbindung mit der flüssigen Phase 8 des im Vorratstank 6 gespeicherten Flüssiggases her.

[0027] Die Flüssiggasleitung 7 mündet an ihrem vom Vorratstank 7 abgewandten Ende in einem Anschlussstück 11 aus, mittels dessen eine lösbare Verbindung mit einem entsprechenden Anschlussstück 12 an der Flüssig-Anschlussleitung 4 herstellbar ist. In der Betankungseinheit 10 ist weiterhin eine Gasleitung 13 vorgesehen, die gleichfalls mit einem Anschlussstück 14 mit einem Anschlussstück 15 der Gas-Rückführleitung 5 verbindbar ist.

[0028] In der Flüssiggasleitung 7 ist, stromabwärts vom Vorratsbehälter 6, eine Pumpe 16 angeordnet, die zur Förderung von Flüssiggas (im flüssigen Zustand) aus dem Vorratstank 6 in den Behälter 1 bestimmt ist. Zur Erfassung des Mengendurchflusses ist stromabwärts zur Pumpe 16 ein Durchflussmesser 20 vorgesehen.

[0029] Die Gasleitung 13 mündet auf ihrem dem Abschluss 14 entgegen gesetzten Ende in einen Wärmetauscher 19 ein. Der Wärmetauscher 19 stellt einen thermischen Kontakt zwischen dem aus der Gasleitung 13 in den Wärmetauscher 19 einströmenden Gas und dem Flüssiggas im Innern des Vorratstanks 6 her und ist im Ausführungsbeispiel im Innern des Vorratstanks 6 angeordnet, und zwar derart, dass die Zuführung des Gases in den Wärmetauscher 19 von oben, also durch die Gasphase 9 hindurch erfolgt und die Wärmetauscherflächen einen guten thermischen Kontakt zur flüssigen Phase 8 besitzen. Aus dem Wärmetauscher 19 gelangt das nun gekühlte und zumindest teilweise verflüssigte Gas in eine Leitung 17, die an einer saugseitig zur Fördereinrichtung 16 angeordneten Verbindungsstelle 18 mit der Flüssigleitung 7 verbunden ist. Das aus der Leitung 17 einströmende Gas mischt sich in der Flüssiggasleitung 7 mit dem aus dem Vorratstank 6 entnommenen Flüssiggas und wird anschließend zusammen mit diesem der flüssigen Phase 2 des Gases im Behälter 1 zugeführt.

[0030] Beim bestimmungsgemäßen Einsatz der Vorrichtung werden die Anschlussstücke 11 und 12 miteinander verbunden, um eine Strömungsverbindung zwischen dem Vorratstank 6 und dem zu befüllenden Behälter 1 herzustellen. Zugleich werden die Anschlussstücke 14 und 15 miteinander verbunden. Mittels

der Pumpe 16 wird Flüssiggas im flüssigen Zustand in den Behälter 1 gepresst, wodurch sich der Druck im Behälter 1 erhöht. Gas strömt im gasförmigen Zustand aus der Gasphase 3 des im Behälter 1 vorliegenden Flüssiggases über die Gasleitungen 5 und 13 in den Wärmetauscher 19 ein. Durch den Wärmetausch mit der flüssigen Phase 8 des Flüssiggases im Vorratstank 6 wird das Gas soweit abgekühlt, dass es zumindest teilweise kondensiert und in der in der Leitung 17 im zumindest weitgehend flüssigen Zustand weitertransportiert wird. Die bei diesem Wärmetausch in den Vorratstank 6 eingetragene Wärme führt zur Verdampfung eines Teils der flüssigen Phase 8 und trägt dazu bei, den Druck im Innern des Vorratstanks 6 trotz der laufenden Entnahme von flüssigem Gas aufrecht erhalten oder gar zu erhöhen.

[0031] Je höher die Pumpe 16 den Druck im Behälter 1 - und damit im Wärmetauscher 19 - steigert, desto zuverlässiger wird gewährleistet, dass das Flüssiggas im Bereich der Verbindungsstelle zumindest weitgehend in flüssiger Form vorliegt. Dennoch kann ein Teil des Gases im gasförmigen Zustand verbleiben. Beispielsweise führe die Entspannung des Gases beim Übergang aus der Leitung 17 in die Flüssigleitung 7 um 2 bar zu einer Kavitation von 5% des aus der Leitung 17 zugeführten Gases. Da der Anteil des verflüssigten Gases aus der Leitung 17 nur etwa 5% der insgesamt von der Pumpe 16 geförderten Flüssiggasmenge beträgt, liegt nur insgesamt lediglich 0,25 % der von der Pumpe geförderten Gasmenge als Kavitation, also im gasförmigen Zustand vor. Eine solch niedrige Kavitation ist jedoch von der Mehrzahl der handelsüblichen Pumpen problemlos zu verkraften.

[0032] Um beim Auftreten von Störungen im Betriebsablauf, beispielsweise bei einem plötzlichen Ausfall der Pumpe, einen Rückfluss von verflüssigtem Gas aus dem Wärmetauscher 19 in den Vorratstank 6 zu vermeiden, ist in der Flüssiggasleitung 7, strömungstechnisch zwischen Vorratstank 6 und Verbindungsstelle 18, eine Einrichtung zur Verhinderung des Rückflusses, beispielsweise ein Rückschlagventil 23, eingebaut. Die gleiche Funktion erfüllt der Einsatz einer mehrstufigen Pumpe, sofern die Verbindungsstelle 18 zwischen zwei Pumpenstufen angeordnet ist.

[0033] Zur Erhöhung der Effizienz der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es sinnvoll, jedoch nicht unbedingt notwendig, in der Gasleitung 13, stromaufwärts zum Wärmetauscher 19, einen Kompressor 22 vorzusehen, mittels dessen die Zufuhr von verflüssigtem Gas in die Flüssigzuleitung 7 unterstützt wird.

[0034] Die Ausführungsform nach Fig. 2 unterscheidet sich von der zuvor beschriebenen lediglich um eine zusätzliche Kontrolleinrichtung 21 in der Leitung 17, strömungstechnisch vor der Verbindungsstelle 18 angeordnet. Im Übrigen sind gleiche Bauteile mit gleichen Bezugsziffern wie in Fig. 1 versehen.

[0035] Die Kontrolleinrichtung 21 umfasst eine Sperrarmatur, etwa ein Ventil, eine Klappe oder eine Drossel, mittels der der Durchfluss durch die Leitung 17 beein-

flusst werden kann. Zudem weist die Kontrolleinrichtung 21 eine Differenzdruckmesseinrichtung auf, mittels der die Druckdifferenz strömungstechnisch vor und hinter der Sperrarmatur bestimmt werden kann, und die auf die Sperrarmatur in Abhängigkeit von der Druckdifferenz einwirkt, also beispielsweise bei einem bestimmten Wert der Druckdifferenz die Sperrarmatur öffnet oder schließt. Die Kontrolleinrichtung 21 kann im einfachsten Falle: beispielsweise durch ein kalibriertes oder kalibrierbares Druckventil realisiert werden, das die Leitung 17 oberhalb einer bestimmten Druckdifferenz freigibt, darunter aber schließt. Die Erfassung der Druckdifferenz kann im übrigen auch durch Erfassung des Differenzdrucks zwischen den Leitungen 7 und 13 oder den Behältern 1 und 6 erfolgen, oder aber indirekt, durch die Messung der jeweiligen absoluten Drücke und Berechnung der Differenz hieraus. Die Kontrolleinrichtung 21 gewährleistet, dass erst oberhalb einer bestimmten Druckdifferenz vor und hinter der Kontrolleinrichtung 21 eine Strömung des verflüssigten Gases aus der Leitung 17 in die Flüssiggasleitung 7 erfolgt; der Druck stromaufwärts zur Kontrolleinrichtung 21 ist dabei beispielsweise um 1,5 bis 2 bar größer als der Druck stromabwärts zur Kontrolleinrichtung 21. Kavitationen in der Flüssiggasleitung 7, durch die die Leistungsfähigkeit der Pumpe 16 herabgesetzt werden können, werden dadurch so weit reduziert, dass die Förderung des Flüssiggases durch die Pumpe 16 nicht beeinträchtigt wird. Die Kontrolleinrichtung kann auch auf einen niedrigeren Druckdifferenzwert eingestellt werden oder auch bei Überschreiten eines bestimmten Überdruckwertes die Leitung 17 schließen, um eine Kreuzkontamination in den Vorratsbehälter 6 zu verhindern. Der Wert für die minimale Druckdifferenz hängt von verschiedenen Größen der eingesetzten Ausrüstung ab, insbesondere von der Charakteristik des Wärmetauschers, der von der Pumpe zu bewältigenden Durchflussmenge und der Fähigkeit der Pumpe, einen gewissen Gasanteil im geförderten Strom ohne eine erhebliche Reduktion der Förderleistung zu tolerieren.

[0036] Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird das dem Behälter 1 entnommene Gas in einem Kreislauf in den Behälter 1 zurückgeführt. Somit kann der Behälter 1 befüllt werden, ohne dass die Gefahr einer Dekontamination des Flüssiggases im Vorratsbehälter 6 besteht. Die erfindungsgemäße Vorrichtung eignet sich zur Befüllung von Behältern mit beliebigen Flüssiggasen oder Gasgemischen.

Bezugszeichenliste

[0037]

1. Behälter
2. flüssige Phase (im Behälter 1)
3. Gasphase (im Behälter 1)
4. Flüssig-Anschlussleitung
5. Gas-Rückführleitung
6. Vorratstank

- 7. Flüssiggasleitung
- 8. Flüssige Phase (im Vorratstank 6)
- 9. Gasphase (im Vorratstank 6)
- 10. Betankungsanlage
- 11. Anschlussstück (an der-Flüssiggasleitung 7) 5
- 12. . Anschlussstück (an der Flüssig-Anschlussleitung 4)
- 13. Gasleitung
- 14. Anschlussstück (an der Gasleitung 13)
- 15. Anschlussstück (an derGas-Rückführleitung 5) 10
- 16. Pumpe
- 17. Leitung
- 18. . Verbindungsstelle
- 19. Wärmetauscher
- 20. Durchflussmesser 15
- 21. Kontrolleinrichtung.
- 22. Kompressor
- 23. Rückschlagventil 20

Patentansprüche

- 1. Verfahren zum Befüllen eines Behälters (1) mit Flüssiggas aus einem Vorratsbehälter (6), bei dem verflüssigtes Gas dem Vorratsbehälter (6) entnommen und mittels einer Fördereinrichtung (16) über eine Flüssigzuleitung (7) dem Behälter (1) zugeführt wird und das Gas im zu befüllenden Behälter (1) komprimiert wird, gasförmiges Gas (3) dem zu befüllenden Behälter (1) entnommen und durch Abkühlung in einem Wärmetauscher (19) wenigstens teilweise verflüssigt wird und das zumindest teilweise verflüssigte Gas saugseitig zur Fördereinrichtung (16) in die Flüssigzuleitung (7) eingespeist wird. 25 30 35
- 2. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Differenzdruck zwischen dem Druck im Behälter (1) und dem Druck des Vorratsbehälters (6) direkt oder indirekt erfasst wird und das im Wärmetauscher verflüssigte Gas erst bei Vorliegen eines vorgegebenen, minimalen Differenzdrucks der Flüssigzuleitung (7) zugeführt wird. 40 45
- 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verflüssigung des Gases im Wärmetauscher (19) durch Wärmeaustausch mit dem Flüssiggas im Vorratsbehälter (6) erfolgt, 50
- 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gas aus dem zu befüllenden Behälter (1) vor seiner Zuführung an den Wärmetauscher (19) verdichtet wird. 55
- 5. Vorrichtung zum Befüllen eines Behälters (1) mit Flüssiggas aus einem Vorratsbehälter (16), mit einer

an den Vorratsbehälter (16) angeschlossenen und mit dem Behälter (1) verbindbaren Flüssigzuleitung (7), die mit einer Fördereinrichtung (16) zum Fördern von Flüssiggas in den Behälter (1) ausgerüstet ist, und mit einer mit dem Behälter (1) verbindbaren Gasableitung (13,17), die einen Wärmetauscher (19) durchläuft und an einer saugseitig zur Fördereinrichtung angeordneten Verbindungsstelle (17) mit der Flüssigzuleitung in Strömungsverbindung steht.

- 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher derart ausgebildet ist, dass er einen thermischen Kontakt zwischen dem Behälter (1) entnommenen Gas und Gas im Vorratsbehälter herstellt.

- 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher (19) innerhalb des Vorratsbehälters (6) angeordnet ist.

- 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **gekennzeichnet durch** eine Kontrolleinrichtung (21), die eine in der Gasableitung (17) strömungsabwärts zum Wärmetauscher (19) angeordnete Sperrarmatur sowie eine Einrichtung zur Erfassung des Differenzdrucks vor und nach der Sperrarmatur umfasst.

- 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Kontrolleinrichtung (21) ein kalibriertes oder kalibrierbares Ventil vorgesehen ist, das die Gasableitung (17) bei Erreichen eines vorgegebenen oder einstellbaren Differenzdrucks öffnet.

- 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Gasableitung (13) eine Einrichtung zum Verdichten des Gases, etwa ein Kompressor (22), angeordnet ist.

- 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Flüssigzuleitung (7), zwischen dem Vorratstank (6) und der Verbindungsstelle (18), eine Einrichtung (23) zum Verhindern des Rückflusses von Flüssiggas in den Vorratstank (6) vorgesehen ist.

- 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Fördereinrichtung (16) eine mehrstufige Pumpe zum Einsatz kommt und die Verbindungsstelle (18) in der Flüssigzuleitung (7) zwischen zwei Pumpenstufen angeordnet ist.

- 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorratsbehälter

(6) und/oder der Behälter (1) in einer mobilen Versorgungseinheit, etwa einem Tankwagen angeordnet ist.

Claims

1. Method for filling a container (1) with liquid gas from a storage tank (6), in which liquefied gas is removed from the storage tank (6) and is fed to the container (1) via a liquid feed line (7) by means of a delivery device (16), and the gas is compressed in the container (1) to be filled, gas (3) in the gaseous state is removed from the container (1) to be filled and is at least partially liquefied by cooling in a heat exchanger (19), and the at least partially liquefied gas is fed into the liquid feed line (7) at the suction end of the delivery device (16).
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the differential pressure between the pressure in the container (1) and the pressure in the storage tank (6) is measured directly or indirectly and the gas which is liquefied in the heat exchanger is fed to the liquid feed line (7) only when a predefined, minimum differential pressure is present.
3. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the gas is liquefied in the heat exchanger (19) by exchanging heat with the liquid gas in the storage tank (6).
4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the gas from the container (1) to be filled is compressed before being fed to the heat exchanger (19).
5. Device for filling a container (1) with liquefied gas from a storage tank (6), having a liquid feed line (7) which is connected to the storage tank (6), can be connected to the container (1) and is equipped with a delivery device (16) for delivering liquid gas into the container (1), and having a gas discharge line (13, 17) which can be connected to the container (1), passes through a heat exchanger (19) and has a flow connection to the liquid feed line at a connecting point (18) arranged at the suction end of the delivery device.
6. Device according to Claim 5, **characterized in that** the heat exchanger is embodied in such a way that it brings about thermal contact between gas removed from the container (1) and gas in the storage tank.
7. Device according to Claim 6, **characterized in that** the heat exchanger (19) is arranged inside the storage tank (6).

8. Device according to one of Claims 5 to 7, **characterized by** a control device (21) which comprises a shutoff fitting which is arranged in the gas discharge line (17) downstream of the heat exchanger (19), and a device for measuring the differential pressure upstream and downstream of the shutoff fitting.
9. Device according to Claim 8, **characterized in that** a valve which is standardized or can be standardized and which opens the gas discharge line (17) when a predefined or adjustable differential pressure is reached is provided as the control device (21).
10. Device according to one of Claims 5 to 9, **characterized in that** an apparatus for compressing the gas, for example a compressor (22), is arranged in the gas discharge line (13).
11. Device according to one of Claims 5 to 10, **characterized in that** an apparatus (23) for preventing backflow of liquid gas into the storage tank (6) is provided in the liquid feed line (7) between the storage tank (6) and the connecting point (18).
12. Device according to one of Claims 5 to 11, **characterized in that** a multistage pump is used as the delivery device (16), and the connecting point (18) is arranged in the liquid feed line (7) between two pump stages.
13. Device according to one of Claims 5 to 12, **characterized in that** the storage tank (6) and/or the container (1) are arranged in a mobile supply unit, for example a tanker truck.

Revendications

1. Procédé de remplissage d'un contenant (1) avec du gaz liquéfié provenant un réservoir (6), dans lequel du gaz liquéfié est prélevé du réservoir (6) et est acheminé au contenant (1) au moyen d'un dispositif de transport (16) par le biais d'une conduite d'amenée de fluide (7) et le gaz est comprimé dans le contenant (1) à remplir, du gaz sous forme gazeuse (3) est prélevé du contenant à remplir (1) et est liquéfié au moins en partie par refroidissement dans un échangeur de chaleur (19), et le gaz au moins en partie liquéfié est introduit dans la conduite d'amenée de fluide (7) du côté de l'aspiration par rapport au dispositif de transport (16).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pression différentielle entre la pression dans le contenant (1) et la pression du réservoir (6) est détectée directement ou indirectement et le gaz

liquéfié dans l'échangeur de chaleur est seulement acheminé à la conduite d'amenée de fluide (7) en présence d'une pression différentielle minimale prédéfinie.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la liquéfaction du gaz s'effectue dans l'échangeur de chaleur (19) par échange thermique avec le gaz liquide dans le réservoir (6). 5 10
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le gaz provenant du contenant à remplir (1) est comprimé avant son alimentation à l'échangeur de chaleur (19). 15
5. Dispositif pour remplir un contenant (1) avec du gaz liquide provenant d'un réservoir (6), comprenant une conduite d'amenée de fluide (7) raccordée au réservoir (6) et pouvant être connectée au contenant (1), qui est munie d'un dispositif de transport (16) pour transporter le gaz liquide dans le contenant (1), et comprenant une conduite d'évacuation de gaz (13, 17) pouvant être connectée au contenant (1), qui traverse un échangeur de chaleur (19) et qui est en liaison fluide avec la conduite d'amenée de fluide au niveau d'un point de connexion (18) disposé du côté de l'aspiration par rapport au dispositif de transport. 20 25 30
6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur est réalisé de telle sorte qu'il crée un contact thermique entre le gaz prélevé du contenant (1) et le gaz dans le réservoir. 35
7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur (19) est disposé à l'intérieur du réservoir (6). 40
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, **caractérisé par** un dispositif de commande (21) qui comprend un robinet d'arrêt disposé dans la conduite d'évacuation de gaz (17) en aval de l'échangeur de chaleur (19) ainsi qu'un dispositif pour détecter la pression différentielle avant et après le robinet d'arrêt. 45 50
9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'on prévoit en tant que dispositif de commande (21) une soupape calibrée ou calibrable qui ouvre la conduite d'évacuation de gaz (17) une fois qu'une pression différentielle prédéfinie ou ajustable est atteinte. 55
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 9, **caractérisé en ce que** l'on dispose dans la conduite d'évacuation de gaz (13) un dispositif pour

comprimer le gaz, comme par exemple un compresseur (22).

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 10, **caractérisé en ce que** l'on prévoit dans la conduite d'amenée de fluide (7), entre le réservoir (6) et le point de connexion (18), un dispositif (23) pour empêcher le retour de gaz liquide dans le réservoir (6).
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 11, **caractérisé en ce que** l'on prévoit comme dispositif de transport (16) une pompe à plusieurs étages, et le point de connexion (18) est disposé dans la conduite d'amenée de fluide (7) entre deux étages de la pompe.
13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 12, **caractérisé en ce que** le réservoir (6) et/ou le contenant (1) sont disposés dans une unité d'alimentation mobile, comme par exemple un camion-citerne.

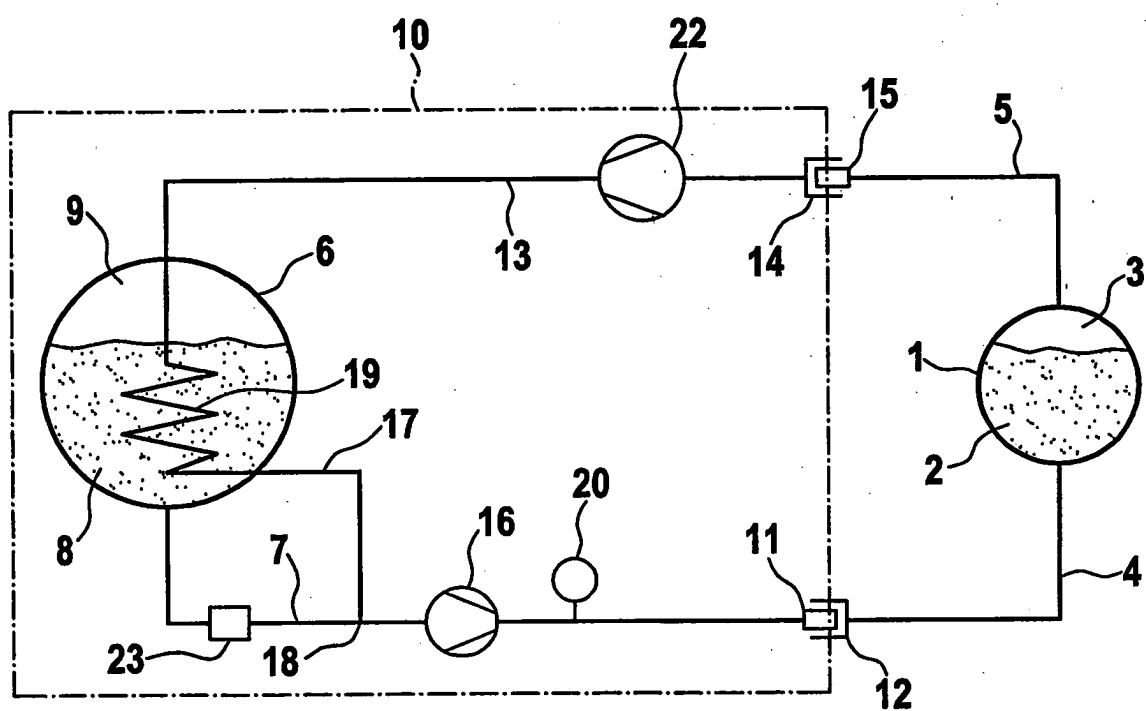


Fig. 1

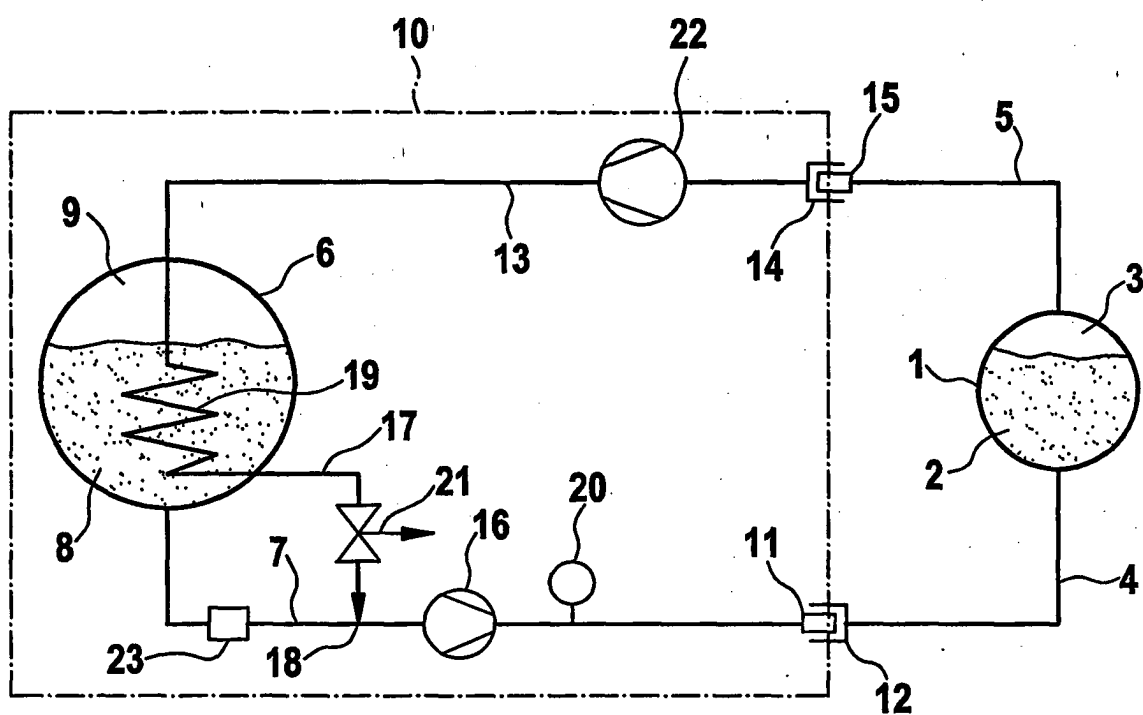


Fig. 2

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 0165168 A1 [0005]
- WO 02081963 A1 [0006] [0013]
- WO 081963 A [0006]