



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.02.2002 Patentblatt 2002/08

(51) Int Cl.7: **F17C 7/04**

(21) Anmeldenummer: **01118814.1**

(22) Anmeldetag: **10.08.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **MESSER GRIESHEIM GMBH**
60547 Frankfurt (DE)

(72) Erfinder:
• **Kruell, Joachim**
47138 Duisburg (DE)
• **Fieseler, Heinrich**
41541 Dormagen (DE)

(30) Priorität: **19.08.2000 DE 10040679**

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur druckgeregelten Versorgung aus einem Flüssiggastank mit einem Wärmetauscher**

(57) Bei Tankeinrichtungen für flüssiggasbetriebene Fahrzeuge erfolgt ein nur sehr langsamer Druckaufbau bis Erreichen eines gewünschten Betriebsdrucks. Der Einbau von Heizeinrichtungen im Tankinnern führt zu Wärmebrücken, welche die Speicherdauer des Tanks herabsetzen.

Erfindungsgemäß wird Flüssiggas aus einem Speicherbehälter entnommen, durch eine Flüssiggaszuleitung einem Wärmetauscher zugeführt und dort verdampft. Das verdampfte Flüssiggas wird über eine Gasrückleitung anschließend zumindest teilweise dem Speicherbehälter wieder zugeführt. Durch Einsatz von Rückschlagventilen in der Flüssiggaszuleitung sowie in

der Gasrückleitung werden gerichtete Druckpulsationen hergestellt, die einen raschen Wärmeeintrag in das Innere des Speicherbehälters bewirken. Eine Entnahme von Gas für einen Verbraucher erfolgt zweckmäßigerweise auf der der Flüssiggaszuführung strömungstechnisch abgewandten Seite des Wärmetauschers.

Durch die Erfindung wird ein rascher Druckanstieg im Speicherbehälter erreicht, gleichzeitig wird der Wärmeeintrag durch Wärmebrücken oder thermoakustischen Schwingungen gegenüber Vorrichtungen nach dem Stande der Technik vermindert. Herstellungs- und Wartungskosten des Speicherbehälters werden verringert und der Einsatz einfacher Lecksuchverfahren erleichtert.

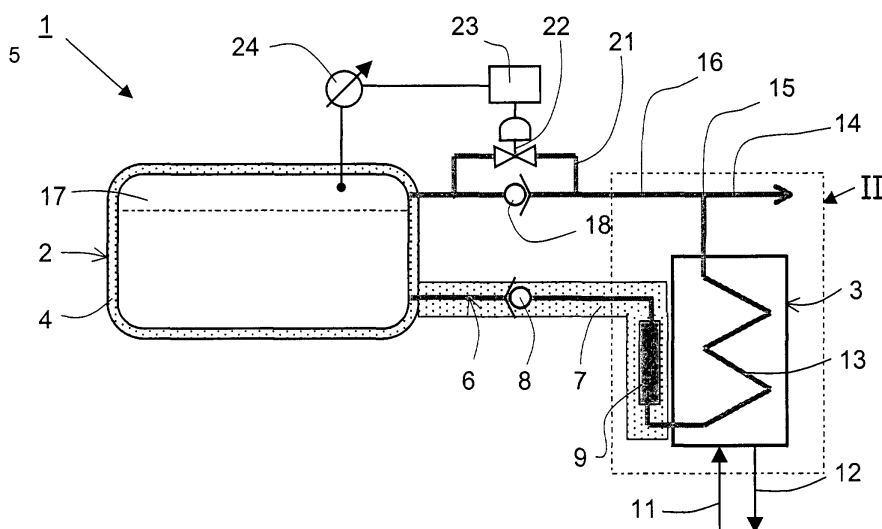


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Vorrichtung sowie ein Verfahren zur druckgeregelten Versorgung aus einem Flüssiggastank.

[0002] Nach den technischen Regeln für Druckgase (TRG 103) werden als tiefkalte verflüssigte Gase solche Gase eingeordnet, deren flüssiger Zustand dadurch erhalten bleibt, dass ihre Lagertemperatur durch technische Maßnahmen wie Kühlung oder Isolation erhalten bleibt. Durch spezielle Isolierungen, wie Pulvervakuum- oder Superisolation, kann der flüssiger Zustand über einen längeren Zeitraum hinweg gehalten und der Verlust aufgrund von Verdampfung auf weniger als 1% pro Tag begrenzt werden. Bei der Entnahme von Flüssigkeit kommt es zum Druckabfall im Speicherbehälter. Bei vielen Anwendungen, beispielsweise beim Einsatz als Treibstofftank in der Fahrzeugtechnik, ist es jedoch erforderlich, den Tankdruck im wesentlichen konstant zu halten. Um den zum Betrieb erforderlichen Druckaufbau zu erreichen, muss dem Tankinnern Wärme zugeführt werden. Hierfür wurden bislang Druckaufbauverdampfer oder Heizeinrichtungen im Tankinnern eingesetzt.

[0003] Bei einem Druckaufbauverdampfer wird dem Speicherbehälter eine kleine Menge des flüssiges Gases entnommen. Dieses wird außerhalb des Flüssiggases verdampft und dem Tank wieder zugeführt. Derartige, beispielsweise aus der DE 23 29 053 A1 bekannte Systeme sind jedoch bei kleindimensionierten Wasserstofftanks, wie sie in der Fahrzeugtechnik überwiegend zum Einsatz kommen, wenig effizient.

[0004] Ein auf der Basis von Heizgas arbeitendes System zum Aufrechterhalten und Erhöhen des Drucks in einem Tieftemperaturtank ist aus der DE 196 45 492 C2 bekannt. Dabei wird ein Heizgas durch eine sich durch den Tank hindurch erstreckende Rohrleitung geführt. In dem Artikel von F. Michel: "Der nächste Schritt: Fahren mit Flüssigwasserstoff", gas aktuell **58**, S. 18 (2000) wird ein Druckregelsystem beschrieben, bei dem ein Teil des in einem Speicherbehälter gespeicherten flüssigen Wasserstoffs in einem Wärmetauscher verdampft und anschließend durch eine Rohrleitung geführt wird, die sich teilweise durch den Tank hindurch erstreckt. Der durch die Rohrleitung geleitete Wasserstoff gibt im Innern des Tanks einen Teil seiner Wärme ab, wird anschließend in einem zweiten Wärmetauscher erneut erwärmt und einem Verbraucher zugeführt. Alternativ zu gasbetriebenen Heizeinrichtungen kommen elektrische Heizungen zum Einsatz, wie sie beispielsweise in dem Artikel von H. Fieseler, W. Hettinger und M. Kesten: "Flüssigwasserstoff als Kraftstoff in Versuchsfahrzeugen", gas aktuell, **36**, S. 17, (1989) beschrieben sind.

[0005] Nachteilig bei den bekannten Systemen mit Innenheizung ist jedoch, dass zusätzliche Rohrleitungen und/oder Zuführungen in das Tankinnere erforderlich sind, die zum einen Wärmebrücken darstellen und somit zu einem unerwünschten Wärmeeintrag in den Tank führen und die zum anderen sehr aufwendig in Einbau

und Wartung sind. Bei Vorrichtungen mit geschlossenen Leitungssystemen im Innenbehälter können zudem thermoakustische Schwingungen auftreten, durch die der unerwünschte Wärmeeintrag weiter vergrößert wird.

[0006] Aus der DE 196 45 488 C1 ist ein System zum Entnehmen von kaltem Gas, etwa flüssiger Wasserstoff oder verflüssigtes Erdgas, aus einem Tieftemperaturtank vorbekannt, das eine mit einem wärmeisolierten Speicherbehälter für flüssiges Gas verbundene Entnahmeleitung aufweist. Die gleichfalls wärmeisolierte Entnahmeleitung mündet außerhalb des Tieftemperaturtanks in ein nicht-isoliertes Verdampfervolumen, das etwa die Form einer Erweiterung der Entnahmeleitung haben kann. Von dem Verdampfervolumen führt eine Leitung über ein Ventil zu einem Verbraucher. Aufgrund des Druckgefälles zwischen Tank und Verbraucher kommt es zu einer Strömung von Flüssigkeit in der Entnahmeleitung bis zum Verdampfervolumen. Die dort eindringende Flüssigkeit verdampft sofort. Hierdurch kommt es zu einer Druckerhöhung, aufgrund der Flüssigkeit und ein Teil der bereits verdampften Flüssigkeit durch die Entnahmeleitung in den Tank zurückgedrängt wird, bis der Druck in der Entnahmeleitung ausgeglichen ist. Danach strömt die Flüssigkeit wieder durch die Entnahmeleitung in Richtung des Verdampfungsvolumens. Auf diese Weise entsteht eine Druckschwingung, welche den durch die Entnahme bedingten Druckabfall kompensiert. Nachteilig bei diesem Stand der Technik ist jedoch, dass die Zeitdauer bis zum Erreichen des Betriebsdrucks im Speicherbehälter recht lange währt.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher, eine Möglichkeit für die Versorgung mit Gas oder Flüssiggas aus einem Flüssiggastank zu schaffen, bei der ein unbeabsichtigter Wärmeeintrag über Wärmebrücken oder thermoakustische Schwingungen minimiert ist und bei der zugleich dennoch ein rascher Druckaufbau im Tank erfolgt.

[0008] Gelöst wird diese Aufgabe zum einen durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, zum anderen durch Verfahren mit den Merkmalen der Patentansprüche 10 bzw. 12.

[0009] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird Flüssiggas aus dem Speicherbehälter entnommen und über eine Flüssigkeitszuleitung einem Wärmetauscher zugeführt. Im Wärmetauscher erfolgt eine sehr rasche Verdampfung des Flüssiggases, die zu einem starken Druckanstieg führt. Ein Teil des verdampften Flüssiggases gelangt über die Gasrückleitung in den Speicherbehälter zurück und erhöht dort den Druck. Zugleich sind in der Gasrückleitung und in der Flüssigkeitszuleitung Sperrmittel vorgesehen, die den Rückfluss von Flüssiggas aus dem Wärmetauscher in den Speicherbehälter sowie von Gas aus dem Speicherbehälter in den Wärmetauscher zumindest weitgehend sperren. Dadurch werden gerichtete Druckpulsationen erzeugt, mittels derer in kurzer Zeit eine große Wärmemenge in den Speicherbehälter eingebracht und der Druck dort rasch

erhöht werden kann.

[0010] Als besonders vorteilhaft erweist sich die Entnahme von Gas für einen Verbraucher an einer Gasleitung, die auf der der Flüssigkeitszuleitung strömungstechnisch abgewandten Seite des Wärmetauschers angeordnet ist. Ein erster Teil des im Wärmetauscher verdampften Flüssiggases wird somit unmittelbar dem Verbraucher zugeleitet, während ein zweiter Teil zwecks Druckaufbau dem Speicherbehälter zugeführt wird. Durch die Sperrmittel wird zumindest weitgehend vermieden, dass Gas unmittelbar aus dem Speicherbehälter zum Verbraucher gelangt und somit Gas, das für den Druckaufbau im Speicherbehälter vorgesehen ist, abgezogen wird.

[0011] In einer Weiterbildung der Erfindung sind die Sperrmittel in der Gasrückleitung mit einer Regeleinrichtung wirkverbunden, mittels der ein Arbeitsdruck einstellbar ist. Der Arbeitsdruck definiert einen Druck, oberhalb dessen die Sperrmittel eine Strömung in Richtung des Wärmetauschers bzw. des Verbrauchers freigeben. Beim Arbeitsdruck handelt es sich beispielsweise um einen zum Betrieb des Verbrauchers erforderlichen Arbeitsdruck. Ist dieser Druck im Speicherbehälter erreicht, kann Gas unmittelbar aus dem Speicherbehälter zum Verbraucher abgegeben werden.

[0012] In bevorzugter Weise umfassen die Sperrmittel in der Flüssiggaszuleitung und/oder in der Gasrückleitung Rückschlagventile, die eine Strömung in Sperrrichtung praktisch vollständig unterbinden.

[0013] Als besonders zweckmäßig erweist sich ein vorzugsweise mit einer Wärmeisolierung versehenes Vorratsvolumen, das in der Flüssiggaszuleitung angeordnet ist und in dem Flüssiggas - bis zu seiner vollständigen Verdampfung im Wärmetauscher - zwischengespeichert werden kann. Durch das Vorratsvolumen wird dem Wärmetauscher mehr Flüssiggas zugeführt, als vom Verbraucher an Gas entnommen wird. Das überschüssige Gas wird zum Druckaufbau im Speicherbehälter eingesetzt. Das Vorratsvolumen, das bevorzugt strömungstechnisch zwischen den Sperrmitteln der Flüssigkeitszuleitung und dem Wärmetauscher angeordnet ist, sollte so bemessen sein, dass die Menge an zugeführtem und verdampften Flüssiggas, einschließlich der vom Verbraucher entnommenen Menge, gerade ausreicht, um den gewünschten Betriebsdruck im Speicherbehälter zu erzeugen.

[0014] Um sicherzustellen, dass das dem Wärmetauscher zugeführte Flüssiggas nicht bereits ganz oder teilweise in der Flüssiggaszuleitung verdampft, ist diese zweckmäßigerweise mit einer Wärmeisolation versehen. Durch die Anordnung einer Wärmeisolation bis unmittelbar vor den Wärmetauscher wird sichergestellt, dass der weitaus überwiegende Teil des durch die Flüssiggaszuleitung geleiteten Flüssiggases erst beim Eintritt in den Wärmetauscher verdampft. Bei entsprechender Wärmeübertragungsleistung des Wärmetauschers erfolgt die Verdampfung schlagartig. Die dadurch erzeugten, hochgradig instationären Strömungsverhält-

nisse führen zu einem gutem Wärmeeintrag in den Tank.

[0015] Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann vorteilhaft auch bei Systemen eingesetzt werden, die einen Flüssiggasverbraucher versorgen. Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht daher vor, die Flüssiggaszuleitung mit einer Entnahmeleitung zur Zuführung von Flüssiggas an einen Flüssiggasverbraucher zu versehen, die strömungstechnisch zwischen dem Sperrmittel in der Flüssigkeitszuleitung und dem Wärmetauscher angeordnet ist.

[0016] Besonders vorteilhaft erweist sich die Anordnung eines druckgeregelten Ventils in der Flüssigkeitszuleitung, strömungstechnisch zwischen dem Anschluss der Entnahmeleitung und dem Wärmetauscher, das die Flüssigkeitszuleitung oberhalb eines vorgegebenen Betriebsdrucks im Tank sperrt, bei Unterschreiten des Betriebsdrucks um ein vorbestimmtes Maß jedoch öffnet. Mit diesem Ventil kann der Wärmetauscher bei Erreichen des Betriebsdrucks abgekoppelt und so eine unerwünschte weitere Verdampfung von Flüssiggas vermieden werden.

[0017] Der Speicherbehälter wird bevorzugt zur Speicherung von flüssigem Wasserstoff oder verflüssigtem Erdgas (LNG) eingesetzt.

[0018] Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Gasversorgung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 10 wird Flüssiggas aus dem Speicherbehälter entnommen und einem Wärmetauscher zugeführt. Im Wärmetauscher erfolgt eine sehr rasche Verdampfung des Flüssiggases, die zu einem starken Druckanstieg im Wärmetauscher führt. Zumindest ein Teil des verdampften Flüssiggases gelangt in den Speicherbehälter zurück und erhöht dort den Innendruck. Dabei wird das Rückströmen von Flüssiggas aus dem Wärmetauscher in den Speicherbehälter und das Rückströmen von Gas aus dem Speicherbehälter zum Wärmetauscher zumindest weitgehend durch geeignete Sperrmittel, etwa Rückschlagventile Klappensysteme, Strömungswiderstände o. dergl., unterbunden. Bei einem Überdruck im Wärmetauscher gegenüber dem Speicherbehälter wird ein Druckausgleich im wesentlichen nur über die Gasphase, bei einem Unterdruck im Wärmetauscher gegenüber dem Speicherbehälter dagegen im wesentlichen nur über die flüssige Phase des Flüssiggases hergestellt. Auf diese Weise werden gerichtete Druckpulsationen ausgebildet, die große Wärmemengen in den Speicherbehälter einbringen und so im Speicherbehälter einen raschen Druckaufbau, beispielsweise bis zu einem gewünschten Betriebsdruck des Verbrauchers bewirken. Die Gasversorgung des Verbrauchers erfolgt durch Entnahme eines Teils des verdampften Flüssiggases strömungstechnisch zwischen dem Wärmetauscher und dem das Rückströmen von Gas aus dem Speicherbehälter unterbindenden Sperrmittel. Dadurch wird sichergestellt, dass das in den Speicherbehälter geleitete verdampfte Flüssiggas vorrangig zum Druckaufbau eingesetzt wird.

[0019] Es erweist sich als vorteilhaft, das Rückströmen von Gas aus dem Speicherbehälter in den Wärmetauscher oberhalb eines vorgegebenen Arbeitsdruckes, bei dem es sich beispielsweise um den Betriebsdruck eines angeschlossenen Verbrauchers handeln kann, freizugeben. Nach Erreichen des Arbeitsdruckes, und solange der Druck im Speicherbehälter höher als dieser ist, kann somit eine Versorgung des Verbrauchers auch unmittelbar aus dem Speicherbehälter erfolgen.

[0020] Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Flüssiggasversorgung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 12 wird Flüssiggas aus dem Speicherbehälter entnommen und einem Wärmetauscher zugeführt. Im Wärmetauscher erfolgt eine sehr rasche Verdampfung des Flüssiggases, die zu einem starken Druckanstieg im Wärmetauscher führt. Zumindest ein Teil des verdampften Flüssiggases gelangt in den Speicherbehälter zurück und erhöht dort den Innendruck. Dabei wird das Rückströmen von Flüssiggas aus dem Wärmetauscher in den Speicherbehälter und das Rückströmen von Gas aus dem Speicherbehälter zum Wärmetauscher zumindest weitgehend durch geeignete Sperrmittel, etwa Rückschlagventile Klappensysteme, Strömungswiderstände o. dergl., unterbunden. Die Versorgung eines Verbrauchers mit Flüssiggas erfolgt durch Entnahme eines Teils des noch nicht verdampften Flüssiggases strömungstechnisch zwischen dem Wärmetauscher und dem das Rückströmen von Flüssiggas in den Speicherbehälter unterbindenden Sperrmittel. Die Entnahme des Flüssiggases an diese Stelle bewirkt die automatische Mitversorgung des Wärmetauschers mit Flüssiggas und somit die Aufrechterhaltung eines hinreichenden Drucks im Speicherbehälter.

[0021] Die erfindungsgemäßen Verfahren nach den Ansprüchen 10, 11 oder 12 sind besonders geeignet zur Gasversorgung von Fahrzeugmotoren. Insbesondere lässt sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ein schneller Druckaufbau im Speicherbehälter realisieren und so nach einer Betankung rasch der zum Fahrbetrieb erforderliche Gasdruck erreichen.

[0022] Anhand der Zeichnungen sollen nachfolgend Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert werden.

[0023] In schematischen Ansichten zeigen:

Fig. 1: eine erfindungsgemäßen Vorrichtung zur druckgeregelten Gasversorgung eines Fahrzeugmotors,

Fig. 2: den Ausschnitt II aus Fig. 1 in einer anderen Ausführungsform und

Fig. 3: eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur druckgeregelten Flüssiggasversorgung.

[0024] Die in Fig. 1 gezeigte Vorrichtung 1 umfasst einen Speicherbehälter 2 und einen Wärmetauscher 3. Beim Speicherbehälter 2 handelt es sich um einen Be-

hälter zum Speichern von tiefkaltem verflüssigtem Gas, beispielsweise von verflüssigtem Wasserstoff oder verflüssigtem Erdgas, der, um eine langanhaltende Speicherwirkung zu erzielen, mit einer Wärmeisolierung 4 versehen ist. Bei dieser Wärmeisolierung 4 kann es sich beispielsweise um eine für Flüssiggas-Fahrzeugtanks geeignete Superisolation handeln, wie sie in dem Artikel "Flüssigwasserstoff als Kraftstoff in Versuchsanlagen" gas aktuell **36**, S. 17 (1989) beschrieben ist. Weitere Armaturen, wie eine Einfüll-Leitung für Flüssiggas, ein Füllstandsmessgerät, ein Überdruckventil u. dergl. sind in der Zeichnung aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht gezeigt, gleichwohl beim Speicherbehälter 2 vorhanden.

[0025] Der Speicherbehälter 2 ist über eine Flüssiggaszuleitung 6 mit dem Wärmetauscher 3 strömungsverbunden. Die Flüssiggaszuleitung 6 ist über ihre volle Länge mit einer Wärmeisolierung 7 versehen. In der Flüssiggaszuleitung 6 ist - strömungstechnisch nacheinander - ein Rückschlagventil 8, das nur eine Strömung von Flüssiggas oder Gas in Richtung des Wärmetauschers 3, nicht jedoch in Richtung des Speicherbehälters 2, erlaubt, sowie ein Vorratsvolumen 9 in Gestalt einer Erweiterung des Leitungsquerschnitts der Flüssiggaszuleitung 6 angeordnet.

[0026] Der Wärmetauscher 3 wird entweder elektrisch oder mittels eines flüssigen Wärmeträgers betrieben, der durch eine Wärmeträgerzuleitung 11 in den Wärmetauscher 3 ein- und durch eine Wärmeträgerableitung 12 wieder herausgeleitet wird und im Innern des Wärmetauschers 3 in thermischen Kontakt mit dem hier in Heizschlangen 13 geführten Flüssiggas gebracht wird. Statt Heizschlangen 13 sind auch andere Verdampfungsvolumina einsetzbar, etwa eine Verdampfungskammer in Form einer nicht-isolierten Erweiterung der Flüssiggaszuleitung 6 oder ein mit der Flüssiggaszuleitung 6 strömungsverbundener Becher. Auf ihrer - strömungstechnisch gesehen - der Flüssiggaszuleitung 6 abgewandten Seite sind die Heizschlangen 13 über eine Gasleitung 14 mit einem hier nicht gezeigten Verbraucher, etwa einem gasbetriebenen Motor, strömungsverbunden.

[0027] Von der Gasleitung 14 zweigt an einem Strömungsteiler 15 eine Gasrückleitung 16 ab, die wiederum in den Speicherbehälter 2 einmündet. Durch die Gasrückleitung 16 besteht eine Strömungsverbindung zwischen Gas, das sich in der Gasleitung 14 befindet, also insbesondere im Wärmetauscher 3 verdampftes Flüssiggas, und einer im Speicherbehälter 2 bestehenden Gasphase 17. In der Gasrückleitung 16 ist ein Rückschlagventil 18 angeordnet, das eine Gasströmung nur in Richtung zum Speicherbehälter 2, nicht jedoch in Richtung der Gasleitung 14 erlaubt. Zugleich wird jedoch das Rückschlagventil 18 mittels einer Bypassleitung 21 überbrückt, die mit einem steuerbaren Ventil 22 ausgerüstet ist. Das Ventil 22 wird von einer Steuereinrichtung 23 in Abhängigkeit von dem im Speicherbehälter 2 herrschenden Innendruck, der von einem Messge-

rät 24 erfasst wird, angesteuert. Die Flüssiggaszuleitung 6 und die Gasrückleitung 16 sind im Ruhezustand der Vorrichtung 1 oder während einer Betankung mit hier nicht gezeigten Ventilen verschließbar. Anstelle eines durch eine Steuereinrichtung 23 geregelten Ventils 22 kann auch eine einfache mechanische Druckregelung zum Einsatz kommen.

[0028] Bei einer Entnahme von Gas durch einen Verbraucher strömt Flüssiggas vom Speicherbehälter 2 in das Vorratsvolumen 9 und von dort in den Wärmetauscher 3 (Einströmpase). Das dort einströmende Flüssiggas verdampft sehr rasch, wobei mehr Gas erzeugt, als vom Verbraucher entnommen wird (Verdampfungsphase). Der dadurch entstehende Überdruck im Wärmetauscher 3 gegenüber dem Druck im Speicherbehälter 2 wird ausschließlich durch die Strömung von Gas durch die Gasrückleitung 19 ausgeglichen, da ein Zurückdrängen von Flüssiggas durch die Flüssiggaszuleitung 6 in den Speicherbehälter 2 vom Rückschlagventil 8 verhindert wird. Der Druck im Speicherbehälter 2 steigt somit an. Das Rückschlagventil 18 verhindert im übrigen den direkten Abstrom von Gas aus dem Speicherbehälter 2 zum Verbraucher. Nachdem das gesamte Flüssiggas aus dem Vorratsvolumen 9 verdampft worden ist, sinkt der Druck im Wärmetauscher 3 und gleicht sich dem Druck im Speicherbehälter 2 an. (Ausgleichsphase). Durch fortgesetzte Entnahme von Gas durch den Verbraucher entsteht schließlich ein Unterdruck im Wärmetauscher 3 gegenüber dem Speicherbehälter 2, der durch erneute Zufuhr von Flüssiggas aus dem Speicherbehälter 2 ausgeglichen wird (Einströmpase, s.o.).

[0029] Die schlagartige Verdampfung des Flüssiggases in der Verdampfungsphase führt somit zur Entstehung hochgradig instationärer Strömungsverhältnisse in Form von Druckpulsationen, durch die ein guter Wärmeeintrag in den Tank 2 erreicht wird. Dadurch wird ein rascher Druckaufbau im Speicherbehälter 2 erzielt. Die Ausbildung instationärer Strömungsverhältnisse gelingt umso besser, je geringer der Anteil des in den Wärmetauscher 3 geführten Flüssiggases ist, der bereits in der Flüssiggaszuleitung 6 verdampft, mit anderen Worten, je besser die Wärmesolation 7 oder je kürzer die Flüssiggaszuleitung 6 ausgebildet ist. Die Amplitude und die Pulsfrequenz der Druckpulsation werden insbesondere durch das Verdampfungsvolumen und die Heizleistung im Wärmetauscher 3 sowie durch die Größe des Vorratsvolumens 9 bestimmt.

[0030] Ist ein für den Verbraucher optimale Betriebsdruck im Speicherbehälter 2 erreicht, öffnet die Steuereinrichtung 23 das Ventil 22. Über die Bypassleitung 21 wird die direkte Versorgung des Verbrauchers mit Gas aus dem Speicherbehälter 2 ermöglicht. Sinkt der Druck im Speicherbehälter 2 unter den Betriebsdruck, etwa durch fortgesetzten Verbrauch oder während des Befüllvorgangs des Speicherbehälters 2, so wird das Ventil 22 aufgrund eines entsprechenden Steuersignals der Steuereinrichtung 23 geschlossen.

[0031] Die in Fig. 2 gezeigte Alternative II' zur Anordnung eines Wärmetauschers 3 in der Vorrichtung 1 unterscheidet sich von der in Fig. 1 gezeigten Alternative II nur dadurch, dass der Wärmetauscher 3 unterhalb des Vorratsvolumens 9 angeordnet ist. Hierdurch wird verhindert, dass sich in den Wärmetauscher 3 einströmende Flüssigkeit am unteren Teil des Wärmetauschers 3 ansammelt, mit der Folge, dass die volle Kapazität des Wärmetauschers nur teilweise genutzt wird. Bei der Anordnung II' in Fig. 2 durchläuft die in den Wärmetauscher 3 einströmende Flüssigkeitstropfen aufgrund der Schwerkraft die Heizschlange 13 von oben nach unten, während die Flüssigkeitsoberfläche allmählich verdampft. Die Kapazität des Wärmetauschers 3 wird dabei optimal genutzt.

[0032] Die in Fig. 3 gezeigte Vorrichtung 25, bei der im übrigen wirkungsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugsziffern wie bei der Vorrichtung 1 aus Fig. 1 bezeichnet sind, eignet sich für Systeme, bei denen ein Verbraucher mit Flüssiggas versorgt und dabei ein vorbestimmter Betriebsdruck rasch aufgebaut werden soll. In diesem Fall ist anstelle einer Gasentnahmeleitung 14 eine Flüssigkeitsentnahmeleitung 27 vorgesehen, die an einem Strömungsteiler 26 aus dem Vorratsvolumen 9 ausmündet. Der Strömungsteiler 26 ist in etwa in der Mitte der Längserstreckung des Vorratsvolumens 9 angeordnet, um zu gewährleisten, dass der Wärmetauscher 3 stets mit Flüssiggas im Vorratsvolumen 9 in Strömungsverbindung steht. Zwischen dem Vorratsvolumen 9 und dem Wärmetauscher 3 ist ein druckgeregeltes Ventil 28 eingebaut, das in Abhängigkeit vom Druck in der Gasrückleitung - wie unten näher beschrieben - die Flüssiggaszuleitung 6 schließt oder öffnet. Die Flüssiggaszuleitung 6, das Vorratsvolumen 9, das Ventil 28 sowie zumindest ein oberer Abschnitt 29 der Flüssigkeitsentnahmeleitung 28 ist mit einer Wärmeisolation 7 ummantelt.

[0033] Bei einem Tank 2' der Vorrichtung 25, die für die Flüssiggasversorgung eines Fahrzeugs vorgesehen ist, ist der hydrostatische Druck der nur wenige Dezimeter messende Flüssigkeitssäule im Speicherbehälter 2' in der Regel nicht ausreichend, um den Strömungswiderstand des Rückschlagventils 8 gegen eine Strömung in Richtung des Wärmetauschers zu überwinden. Aus diesem Grund kann eine Flüssiggasentnahme erst bei einem Anfangsdruck, gemessen zwischen dem Innern des Speicherbehälters 2' und dem Vorratsvolumen 9, der größer als der Strömungswiderstand des Rückschlagventils 8 ist, erfolgen. Ein solcher Anfangsdruck wird freilich beim Betanken des Speicherbehälters 2' erreicht. Nach Herstellung des Anfangsdrucks strömt Flüssiggas aus dem Tank 2' in das Vorratsvolumen 9 und von dort weiter in den Wärmetauscher 3. (Einströmpase). Das in den Wärmetauscher 3 einströmende Flüssiggas verdampft schlagartig (Verdampfungsphase). Das entstehende Gas gelangt über die Gasrückleitung 16 in den Speicherbehälter 2' und erhöht dort den Druck. Ein Rückströmen von Flüssiggas in den Spei-

cherbehälter 2' wird durch das Rückschlagventil 8 verhindert. Bei Erreichen eines vorbestimmten, in der Gasrückleitung 16 vor oder hinter dem Rückschlagventil 18 gemessenen Betriebsdrucks schließt das Ventil 26. Mit der Entnahme von Flüssiggas über verringert sich der Druck im Speicherbehälter 2' wieder (Ausgleichsphase). Wird der Betriebsdruck um ein vorbestimmtes Maß unterschritten, öffnet sich das Ventil 26 wieder und Flüssiggas strömt in den Wärmetauscher ein. Das verdampfende Flüssiggas sorgt in der beschriebenen Weise für eine Druckerhöhung im Speicherbehälter 2'.

[0034] Die Vorrichtung 1 bzw. 25 lässt sich, durch Einbau der entsprechenden, aus der jeweils anderen Vorrichtung 25 bzw. 1 ersichtlichen Armaturen zu einer neuen Vorrichtung ergänzen, die sowohl die Entnahme von Gas als auch von Flüssiggas erlaubt.

[0035] Bei den Vorrichtungen 1 und 25 wird ein rascher Druckaufbau im Speicherbehälter 2 erzielt, ohne dass hierfür, wie beim Stande der Technik, gesonderte Einbauten im Innern des Speicherbehälters 2, wie Heizleitungen, Stromzuführungen etc. erforderlich wären. Auf diese Weise wird ein für die dauerhafte Lagerung des Flüssiggases unvorteilhafter, jedoch mit derartigen Einbauten zwangsläufig verknüpfter Eintrag von Wärme durch Wärmebrücken oder durch thermoakustische Schwingungen in etwa vorhandenen Heizleitungen vermieden.

Bezugszeichenliste

[0036]

1. Vorrichtung
- 2,2' Speicherbehälter
3. Wärmetauscher
4. Wärmeisolierung
5. -
6. Flüssiggaszuleitung
7. Wärmeisolierung
8. Rückschlagventil
9. Vorratsvolumen
10. -
11. Wärmeträgerzuleitung
12. Wärmeträgerableitung
13. Heizschlangen
14. Gasleitung
15. Strömungsteiler
16. Gasrückleitung
17. Gasphase
18. Rückschlagventil
19. -
20. -
21. Bypassleitung
22. steuerbares Ventil
23. Steuereinrichtung
24. Messgerät
25. Vorrichtung
26. Strömungsteiler

27. Flüssigkeitsentnahmeleitung
28. Ventil
29. oberer Abschnitt

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur druckgeregelten Versorgung aus einem Flüssiggastank, mit einem wärmeisolierten Speicherbehälter (2) zum Speichern von Flüssiggas und einem Wärmetauscher (3) zum Verdampfen von Flüssiggas, welcher Wärmetauscher (3) über eine Flüssiggaszuleitung (6) für verflüssigtes Gas sowie über eine Gasrückleitung (16) für im Wärmetauscher (3) verdampftes Flüssiggas mit dem Speicherbehälter (2) in Strömungsverbindung steht, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** in der Gasrückleitung (16) sowie in der Flüssiggaszuleitung (6) Sperrmittel angeordnet sind, die den Rückfluss von Flüssiggas aus dem Wärmetauscher (3) in den Speicherbehälter (2) bzw. den Rückfluss von Gas aus dem Speicherbehälter (2) in den Wärmetauscher (3) zumindest weitgehend unterdrücken.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Wärmetauscher (3) auf seiner der Flüssiggaszuleitung (6) strömungstechnisch abgewandten Seite über eine Gasleitung (14) mit einem Gasverbraucher strömungsverbunden ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Sperrmittel (18) in der Gasrückleitung (16) mit einer Regeleinrichtung (23) wirkverbunden sind, mittels der ein Arbeitsdruck einstellbar ist, oberhalb dessen keine Sperrwirkung der Sperrmittel (18) in Richtung der Gasleitung (14) mehr besteht.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Sperrmittel in der Gasrückleitung (16) und/oder in der Flüssiggaszuleitung (6) ein Rückschlagventil (8,18) umfassen.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** in der Flüssiggaszuleitung (6) ein vorzugsweise mit einer Wärmeisolierung (7) versehenes Vorratsvolumen (9) vorgesehen ist, aus dem kontinuierlich Flüssiggas zum Verdampfen entnehmbar ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Flüssiggaszuleitung (6) zum Wärmetauscher (3) mit einer Wärmeisolierung (7) versehen ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden An-

sprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flüssiggaszuleitung (6) mit einer Entnahmeleitung (27) zur Zuführung von Flüssiggas an einen Flüssiggasverbraucher versehen ist, die strömungstechnisch zwischen dem Sperrmittel (8) in der Flüssigkeitszu-

5

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Flüssiggaszuleitung (6), strömungstechnisch zwischen dem Anschluss der Ent-

10

nahmeleitung (27) und dem Wärmetauscher (3), ein druckgeregeltes Ventil (28) vorgesehen ist, das die Flüssigkeitszuleitung oberhalb eines vorgegebenen Betriebsdrucks im Tank (2) sperrt, bei Unterschreiten des Betriebsdrucks um ein vorbestimm-

15

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Flüssiggas im Speicherbehälter (2) verflüssigter Wasserstoff oder verflüssigtes Erdgas zum Einsatz kommt.

20

10. Verfahren zur druckgeregelten Versorgung mit Gas aus einem Flüssiggastank, bei dem Flüssiggas einem Speicherbehälter (2) entnommen, einem Wärmetauscher (3) zugeführt und dort verdampft wird, und bei dem anschließend zumindest ein Teil zurück in den Speicherbehälter (2) geleitet wird, wobei das Rückströmen von nichtverdampften Flüssiggas aus dem Wärmetauscher (3) in den Speicherbehälter (2) sowie das Rückströmen von verdampften Flüssiggas aus dem Speicherbehälter (2) in den Wärmetauscher (3) und/oder den Verbraucher durch Sperrmittel (8,18) zumindest weitgehend unter-

25

30

35

40

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückströmen von verdampftem Flüssiggas aus dem Speicherbehälter (2) in den Wärmetauscher (3) und/oder den Verbraucher oberhalb eines vorgegebenen Arbeitsdruckes freigegeben wird.

45

12. Verfahren zur druckgeregelten Versorgung mit Flüssiggas aus einem Flüssiggastank, bei dem Flüssiggas einem Speicherbehälter (2') entnommen, einem Wärmetauscher (3) zugeführt und dort verdampft wird, und bei dem anschließend zumindest ein Teil des verdampften Flüssiggases zurück in den Speicherbehälter (2') geleitet wird, wobei das Rückströmen von nichtverdampften Flüssiggas aus dem Wärmetauscher (3) in den Speicherbehälter

50

55

(2') sowie das Rückströmen von verdampften Flüssiggas aus dem Speicherbehälter (2') in den Wärmetauscher (3) durch Sperrmittel (8,18) zumindest weitgehend unterbunden wird und bei dem eine Entnahme von Flüssiggas für einen Verbraucher strömungstechnisch zwischen dem Wärmetauscher und dem das Rückströmen von Flüssiggas in den Speicherbehälter (2') unterbindenden Sperrmittel (8) erfolgt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **gekennzeichnet durch** die Verwendung bei der Gas- oder Flüssiggasversorgung für Fahrzeugmotoren.

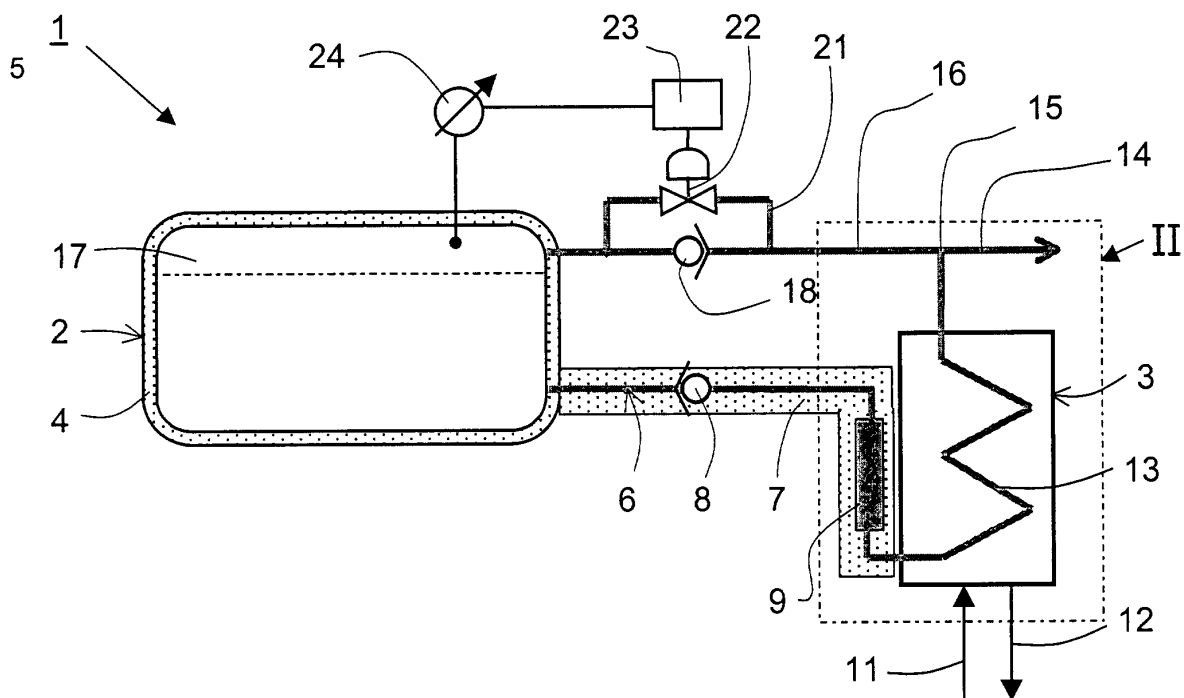


Fig. 1

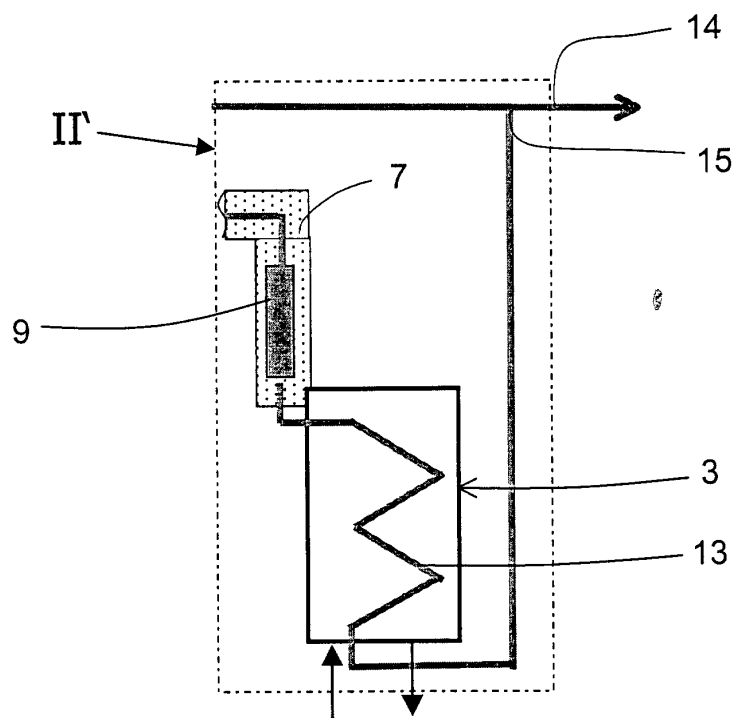


Fig. 2

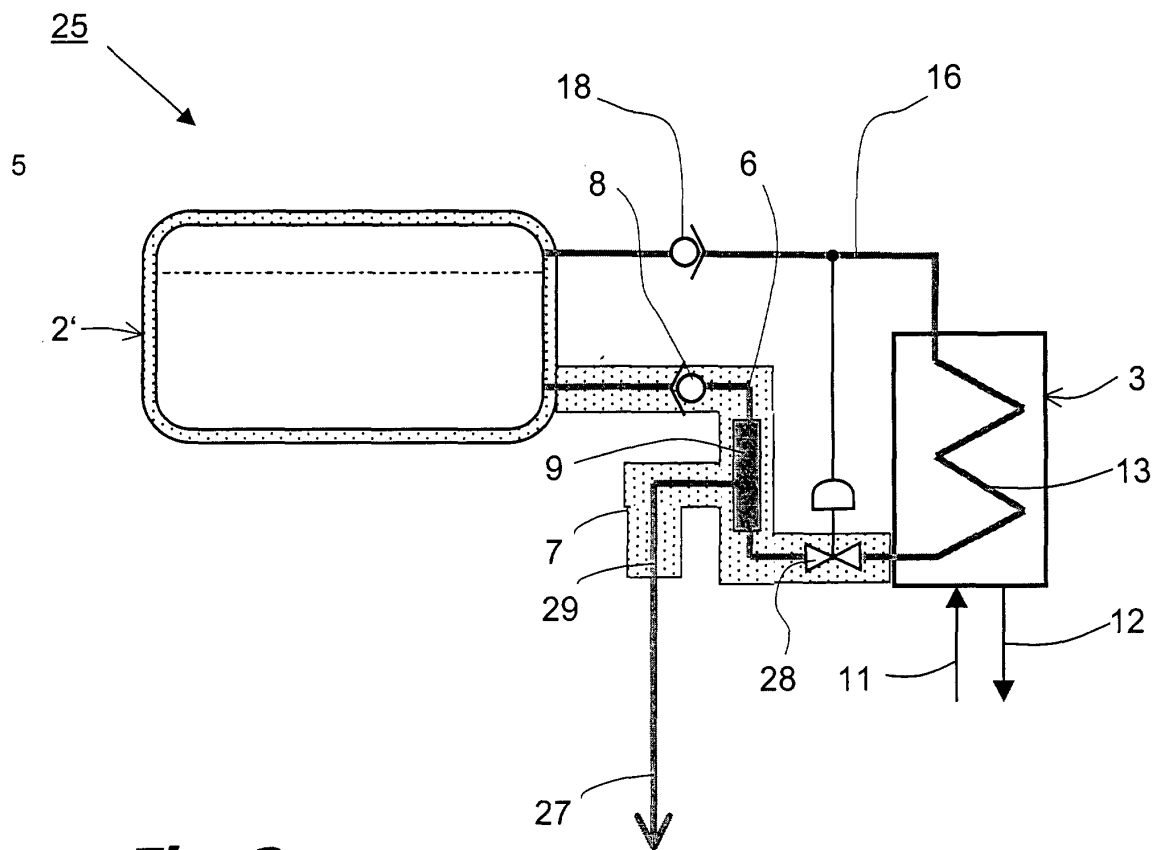


Fig. 3