



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.03.2003 Patentblatt 2003/11

(51) Int Cl.7: **F17C 7/02**

(21) Anmeldenummer: **02014277.4**

(22) Anmeldetag: **27.06.2002**

(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**
65933 Frankfurt am Main (DE)

(72) Erfinder:
• **Henrich, Helmut**
50259 Puhlheim (DE)
• **Krüll, Joachim**
47138 Duisburg (DE)

(30) Priorität: **31.08.2001 DE 10142757**

(54) **Betankungseinrichtung und Verfahren zur Betankung von kryokraftbetriebenen Fahrzeugen**

(57) Zur Betankung von mit kryogenem Kraftstoff betriebenen Fahrzeugen wird unterkühlter verflüssigter kryogener Kraftstoff aus einem Vorratstank unter Druck einem Fahrzeugtank zugeführt. Zur Wiederherstellung des notwendigen Betriebsdrucks im Fahrzeugtanks wird bei Betankungseinrichtungen nach dem Stande der Technik im Anschluss an die Befüllung mit verflüssigtem Kraftstoff warmes Gas zugeführt.

Insbesondere bei Fahrzeugtanks, die vor der Befüllung leer und erwärmt waren, wird dabei viel Zeit zur Herstellung eines thermischen Gleichgewichts nach der Befüllung benötigt.

Erfindungsgemäß werden beim Betankungsvorgang Parameter wie Druck, oder Strömung des dem Fahrzeugtank zugeführten kryogenen Kraftstoffs oder Parameter des Fahrzeugtanks wie Größe, Innentemperatur u. dergl. erfasst und zur Regelung einer den jeweiligen Füllzuständen angepassten Temperatur des zugeführten Kryokraftstoffs eingesetzt. Dadurch gelingt eine rasche Einstellung des thermischen Gleichgewichts im Fahrzeugtank nach der Befüllung.

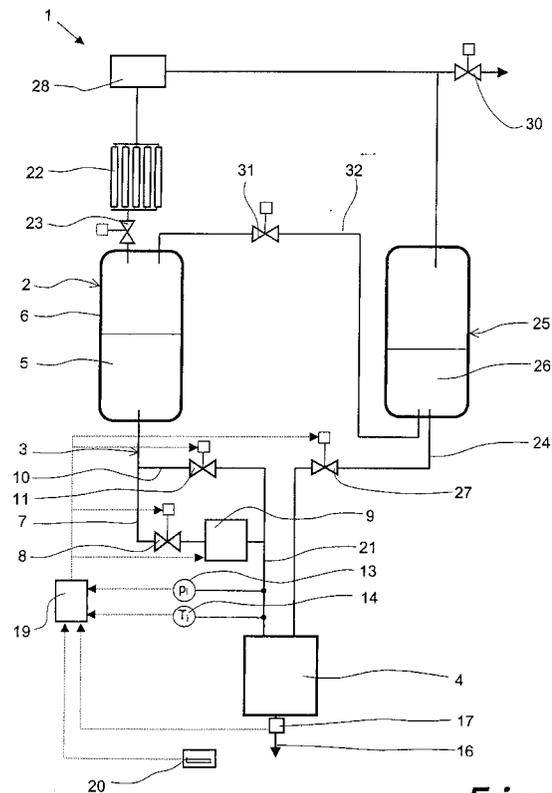


Fig.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Betankungseinrichtung sowie ein Verfahren zum Betanken von mit kryogenem Kraftstoff betriebenen Fahrzeugen.

[0002] Kryogene Kraftstoffe, wie verflüssigtes Erdgas, verflüssigter Wasserstoff u. dergl. gewinnen wegen ihres sparsamen Energiebedarfs und ihres umweltfreundlichen Betriebs als Energieträger, insbesondere als Kraftstoff für Fahrzeuge, wie Personenkraftwagen, Bussen, Schienenfahrzeugen oder Flugzeugen zunehmend an Bedeutung.

[0003] Die Speicherung des Kraftstoffes erfolgt dabei sinnvollerweise in tiefkalter verflüssigter Form. Dazu wird der Kraftstoff im Fahrzeugtank durch geeignete Isoliermaßnahmen auf einen Wert unterhalb des Siedepunktes des Kraftstoffes gehalten. Zur Betankung wird dem Fahrzeugtank somit Kraftstoff in verflüssigter Form zugeführt.

[0004] In der US 5 373 702 erfolgt die Betankung dabei aus einem Standspeicherbehälter, in dem der Kraftstoff bei tiefer Temperatur und einem niedrigen Druck gelagert wird. Die Unterkühlung wird dadurch erreicht, dass der kryogene Kraftstoff im Standspeicherbehälter bei niedrigem Druck gelagert wird und mittels einer Pumpe in den Speicherbehälter gefördert wird. Da der Kraftstoff dem Fahrzeugtank im unterkühlten Zustand zugeführt wird, kommt es zu einer Drucksenkung im Fahrzeugtank und damit zum Einkondensieren von im Fahrzeugtank verbliebenen gasförmigem Mediums. Um den erforderlichen Betriebsdruck im Fahrzeugtank herzustellen, wird daher nach Abschluss des Befüllvorgangs verflüssigter Kraftstoff mittels eines Wärmetauschers verdampft und dem Fahrzeugtank zwecks Druckerhöhung zugeführt.

[0005] In der DE 197 04 360 C1 wird eine Betankungseinrichtung beschrieben, bei der ein erster Speicherbehälter mit einem zweiten Speicherbehälter strömungsverbunden ist, der innerhalb des ersten Speicherbehälters angeordnet ist und mit einem Fahrzeugtank strömungsverbunden wird. Der zum Befüllen erforderliche Druckaufbau im zweiten Speicherbehälter erfolgt zu Beginn des Befüllvorgangs mittels einer Heizeinrichtung. Nach Beendigung des Befüllvorgangs wird zwecks Druckaufbau die Gasphase im zweiten Speicherbehälter mit dem Fahrzeugtank strömungsverbunden.

[0006] In der US 5 231 838 wird der zu befüllende Kraftstoff aus einem Standspeichertank einem Portionierungsspeicherbehälter zugeführt, dessen Innendruck durch Wärmetauscher mit der Umgebung bzw. mit einem Flüssigstickstoffspeicher einstellbar ist. Nach dem Befüllvorgang erfolgt der Druckaufbau im Fahrzeugtank durch die Herstellung einer Strömungsverbindung der Gasphase des Portionierungsspeicherbehälters mit der des Fahrzeugtanks.

[0007] Problematisch bei den vorgenannten Gegenständen ist, dass sich der Inhalt des Fahrzeugtanks

nach Beendigung des Befüllvorgangs nicht vollständig im thermischen Gleichgewicht befindet. Dies gilt besonders für Fahrzeuge, deren Tank vor der Befüllung vollständig entleert und mehr oder weniger stark erwärmt war. Das nach der eigentlichen Flüssigbetankung zugeführte, zum Druckaufbau bestimmte Gas kann auskondensieren und hierdurch der Betriebsdruck im Fahrzeugtank unterschritten werden.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist demnach, die Betankungszeiten von Fahrzeugen, die mit verflüssigten kryogenen Kraftstoffen betrieben werden, insbesondere bei Fahrzeugen mit erwärmten Fahrzeugtanks zu reduzieren.

[0009] Gelöst ist diese Aufgabe durch eine Betankungseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren zum Betanken mit den Merkmalen des Anspruchs 9.

[0010] Die erfindungsgemäße Betankungseinrichtung zum Betanken von mit kryogenem Kraftstoff betriebenen Fahrzeugen umfasst einen druckfesten und wärmeisolierten Vorratstank zur Speicherung von verflüssigtem kryogenen Kraftstoff in einem unterkühlten Zustand, d.h. bei Temperaturen deutlich unterhalb der Siedetemperatur, Mittel zum Erzeugen eines vorgegebenen Fülldrucks und eine über eine Flüssigzuleitung mit dem Vorratstank strömungsverbundenen Tanksäule zur Betankung eines Fahrzeugtanks. Zur Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe ist die Flüssigzuleitung mit Stellmitteln zum Einstellen einer vorgegebenen Temperatur des durch die Flüssigleitung hindurchgeführten verflüssigten kryogenen Kraftstoffes ausgerüstet.

[0011] Der dem Fahrzeugtank zugeführte kryogene Kraftstoff wird also im flüssigen Zustand temperiert. Auf diese Weise wird erreicht, dass die Temperatur des Kraftstoffes im Innern des Fahrzeugtanks stets den jeweiligen Erfordernissen angepasst ist. So wird etwa beim Befüllen warmer Tanks zunächst unterkühlter Kraftstoff zugeführt, um eine möglichst rasche Abkühlung des Tanks zu erzielen. In der Folge wird sukzessive wärmerer Kraftstoff zugeführt, um das Tankinnere bereits während des Einfüllvorgangs dem im Betrieb des Tanks herrschenden Siedezustand anzugleichen. Eine nachfolgende Beaufschlagung des Tanks mit Gas ist nicht erforderlich.

[0012] Bevorzugt stehen die Stellmittel mit einer Steuereinheit in Datenverbindung, die die Temperatur des Kraftstoffes in Abhängigkeit von an Erfassungsmitteln erfassten - und für den Befüllvorgang wesentlichen - Parametern des Füllvorgangs regelt. Zu diesen Parametern gehören etwa Strömungsgeschwindigkeit, Druck oder Temperatur des dem Fahrzeugtank zugeführten kryogenen Kraftstoffes. Dabei werden die Parameter kontinuierlich oder in vorgegebenen Zeitabständen erfasst und die erfassten Werte der Steuereinheit zugeführt. Die Temperatur des dem Fahrzeugtank zugeführten kryogenen Kraftstoffes wird also im flüssigen Zustand laufend den aktuellen Erfordernissen angepasst. Ein Fahrzeug ist somit nach der Betankung an einer er-

findungsgemäßen Betankungseinrichtung sehr viel schneller betriebsbereit als nach der Betankung an Betankungseinrichtungen nach dem Stande der Technik.

[0013] In vorteilhafter Weise kann die Steuereinheit zusätzlich mit Erfassungsmitteln zur Erfassung von Parametern in Datenaustausch gebracht werden, die den Tank-Status betreffen. So kann etwa das Tankvolumen, der zulässige Höchstdruck, der Füllstand oder die Innentemperatur des Fahrzeugtanks vor dem Befüllvorgang erfasst und in der Regelung der Kraftstofftemperatur oder des Kraftstoffzustroms in den Fahrzeugtank berücksichtigt werden. Diese Daten können beispielsweise mittels einer Chipkarte oder mittels berührungsloser Datenträger übermittelt werden.

[0014] Zweckmäßigerweise ist die Tanksäule mit einer Gasableitung zum Abführen von verdampftem kryogenen Kraftstoff aus dem Fahrzeugtank ausgerüstet, die mit einem Gassammelbehälter zur zumindest vorübergehenden Speicherung des verdampften kryogenen Kraftstoffes strömungsverbunden ist. Der beim Befüllen des Fahrzeugtanks entstehende gasförmige Kraftstoff geht somit nicht verloren, sondern wird einer Weiterverwertung zugeführt.

[0015] Die Gasableitung ist dabei bevorzugt mit dem Vorratstank in Strömungsverbindung bringbar. Auf diese Weise kann Überdruck, der beispielsweise im Verlauf des Betankungsvorgangs im Vorratstank entsteht, abgeleitet und einer späteren Nutzung wieder zugeführt werden.

[0016] Zur Herstellung des erforderlichen Fülldrucks kommt bevorzugt wenigstens ein Druckbehälter zum Einsatz, der während des Befüllvorgangs mit dem Vorratstank strömungsverbunden wird und dort für den Aufbau eines entsprechenden Stützdrucks sorgt. Mit dieser Anordnung werden aufwändige und anfällige Pumpenanordnungen in der Flüssigzuleitung vermieden. Als Druckbehälter kommen beispielsweise einzelne Druckflaschen oder ein Druckflaschenbündel zum Einsatz.

[0017] Alternativ oder ergänzend zu den vorgenannten Druckerzeugern kommt ein Gasverdichter in Betracht, der mit der Gasableitung oder dem Gassammelbehälter strömungsverbunden ist. Auf diese Weise wird eine besonders vorteilhafte Nutzung des im Gassammelbehälter oder der Gasableitung vorliegenden Abgases erreicht.

[0018] Eine besonders Variante der erfindungsgemäßen Betankungseinrichtung sieht einen alternierenden Einsatz zweier Behälter vor. Dazu sind zwei Behälter mit Einrichtungen zur Verflüssigung von gasförmigem kryogenem Treibstoff ausgerüstet und mit der Flüssigzuleitung über geeignete Strömungsmittel derart verbunden, dass beide Behälter abwechselnd als Vorratstank und als Gassammelbehälter einsetzbar sind.

[0019] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird auch mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst.

[0020] Beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Betanken von mit kryogenem Kraftstoff betriebenen Fahr-

zeugen, bei dem verflüssigter kryogener Kraftstoff in einem Vorratstank unterkühlt gelagert und unter einem vorgegebenen Fülldruck einem Fahrzeugtank zugeführt wird, werden also Parameter des Füllvorgangs wie Druck, Temperatur, Strömungsgeschwindigkeit in der Flüssigzuleitung, kontinuierlich oder in vorgegebenen Zeitabständen erfasst. Mittels einer Steuereinrichtung wird die Temperatur und/oder der Zustrom des dem Fahrzeugtank zugeführten verflüssigten kryogenen Kraftstoffes in Abhängigkeit von den erfassten Parametern geregelt. Der flüssige kryogene Treibstoff wird also während der Betankung temperiert und in seinem Zustrom automatisch geregelt. Das Fahrzeug kann, insbesondere bei zuvor vollständig entleertem und warmem Fahrzeugtank, sehr viel rascher betankt werden, als dies bei Betankungsverfahren nach dem Stande der Technik möglich ist.

[0021] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass auch Parameter des jeweiligen Fahrzeugtank-Status vor Beginn des Betankungsvorgangs erfasst und zur Regelung des Fülldrucks oder der Temperatur und des Zustroms des dem Fahrzeugtank zugeführten Kraftstoffes eingesetzt werden.

[0022] Um aufwändige Pump- oder Heizsysteme zu vermeiden, erfolgt die Erzeugung des Fülldrucks zweckmäßigerweise durch eine Druckbeaufschlagung des im Vorratstank gespeicherten kryogenen Kraftstoffes.

[0023] Eine sehr rasche Befüllung eines Fahrzeugtanks wird in einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung dadurch gewährleistet, dass der im Vorratstank erzeugte Fülldruck einen Wert von 5 bar (Überdruck) nicht unterschreitet. Bevorzugt liegt der Druckwert bei wenigstens 10 bar (Überdruck).

[0024] Eine besonders vorteilhafte Ausführungsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, den beim Befüllen - insbesondere von warmen Fahrzeugtanks - dem Fahrzeugtank entweichenden gasförmigen Kraftstoff aufzufangen, ihn mittels Druckeinwirkung und/oder Einwirkung von Kälte zu verflüssigen und dem Vorratstank zuzuführen. Alternativ oder ergänzend hierzu kann das dem Fahrzeugtank während des Befüllvorgangs entweichende Gas auch zur Weiterverwendung in ein Gasversorgungsnetz eingespeist werden.

[0025] Anhand der Zeichnung soll nachfolgend ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert werden.

[0026] Die einzige Zeichnung (Fig.) zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Einrichtung zur Betankung von mit kryogenem Kraftstoff betriebenen Fahrzeugen.

[0027] Die - im wesentlichen aus Standard-Komponenten aufgebaute -Betankungseinrichtung 1 umfasst einen Vorratstank 2 für flüssigen, kryogenen Kraftstoff, der über eine Flüssigzuleitung 3 mit einer Tanksäule 4 verbunden ist.

[0028] Der Vorratstank 2, in dem verflüssigter, kryogener Kraftstoff 5, wie etwa Wasserstoff oder Erdgas

unterkühlt, d.h. bei Temperaturen deutlich unterhalb der Siedetemperatur des Kraftstoffes, gespeichert werden kann, ist mit wärmeisolierten Wänden 6 versehen und für einem Betriebsüberdruck von mindestens 10 bar gegenüber dem Umgebungsdruck ausgelegt.

[0029] In der Flüssigzuleitung 3 sind in einem Leitungsabschnitt 7 nacheinander ein kontinuierlich zwischen einer Schließposition und einer Position mit maximalem Strömungsdurchfluss verstellbares Ventil 8 sowie ein vorzugsweise mit Wasser als Wärmequelle betriebener Wärmeübertrager 9 angeordnet. Eine Bypassleitung 10 mit eingebautem, gleichfalls kontinuierlich verstellbarem Ventil 11 umgeht den Leitungsabschnitt 7 strömungstechnisch. Der Wärmeübertrager 9 dient in der unten näher beschriebenen Weise dazu, den durch den Leitungsabschnitt 7 hindurch geführten verflüssigten kryogenen Kraftstoff 5 bis auf Temperaturen nahe an seinem Siedepunkt zu erwärmen, ohne ihn jedoch zu verdampfen. Im weiteren Verlauf der Flüssigzuleitung 3 sind Mess-Sonden 13,14 angeordnet. Die Mess-Sonde 13 dient zur Erfassung des Drucks, die Mess-Sonde 14 dient zur Erfassung der Temperatur des durch die Flüssigzuleitung 3 hindurchgeführten kryogenen Kraftstoffes 5.

[0030] Die Tanksäule 4 ist zur Weitergabe des verflüssigten kryogenen Kraftstoffes 5 an einen - hier nicht gezeigten - Fahrzeugtank mit einer Tankleitung 16 versehen. Bei der Tankleitung 16 handelt es um eine einrohrige, zum Transport von tiefkalten Medien geeignete Schlauchleitung, die in bekannter Weise vor Beginn des eigentlichen Tankvorgangs mit einer Einfüll-Leitung des Fahrzeugtanks druckdicht verbunden wird. Der Tankleitung 16 ist ein Durchflussmesser 17 zugeordnet, der den Mengendurchfluss durch die Tankleitung 16 hindurch misst.

[0031] Zur Herstellung eines vorgegebenen Fülldrucks in der Tankleitung 16 ist im Ausführungsbeispiel ein Bündel 22 aus Druckgasflaschen, deren zulässiger Betriebsdruck jeweils 200 - 300 bar beträgt, vorgesehen, das über eine mittels eines Ventil 23 sperrbare Druckleitung mit dem Vorratstank 2 strömungsverbunden ist. Vor Beginn eines Betankungsvorgangs wird das Ventil 23 so lange geöffnet, bis der gewünschte Fülldruck im Vorratstank 2 erreicht ist.

[0032] Um die Temperatur und den Zustrom des dem Fahrzeugtank zugeführten kryogenen Kraftstoffes 5 möglichst optimal den Erfordernissen anzupassen, ist eine Steuereinrichtung 19 vorgesehen. Die Steuereinrichtung 19 ist mit den Mess-Sonden 13, 14 zur Erfassung von Temperatur und Druck sowie mit dem Durchflussmesser 17 datenverbunden. Zugleich besteht eine Datenverbindung mit einer Leseinheit 20, mittels der Parameter des zu befüllenden Fahrzeugtanks, wie etwa Volumen, maximaler Fülldruck, Füllstand, Innentemperatur u. dergl. an die Steuereinrichtung 19 übermittelt werden können. Die Eingabe der Daten erfolgt dabei beispielsweise mit einem separaten und mit der Leseinheit lösbar verbindbarer Datenträger, etwa einer

Chipkarte oder mit einem berührungslosen Datenträger. Es ist auch vorstellbar, das Lesegerät in die Tank-Leitung 16 und den mit den entsprechenden Fahrzeugtank-Parametern gekennzeichneten Datenträger in die Einfüll-Leitung des zu betankenden Fahrzeugs zu integrieren.

[0033] Mit den so gewonnenen Parametern berechnet die Steuereinrichtung 19 nach einem vorgegebenen Programm eine für den aktuellen Stand des Befüllvorgangs optimale Temperatur des Kraftstoffes und einen optimalen Mengendurchfluss. Zur Regelung der Temperatur des flüssigen kryogenen Kraftstoffes 5 wird ein erster Teil des dem Fahrzeugtank insgesamt zugeführten Kraftstoffes durch den Leitungsabschnitt 7 hindurchgeführt und vom Wärmetauscher 9 erwärmt, ein zweiter Teil des Kraftstoffes wird im unterkühlten, d.h. nicht erwärmten Zustand durch die Bypassleitung 10 hindurchgeführt und in einer Mischstrecke 21 der Flüssigzuleitung mit dem aus dem Leitungsabschnitt 7 herangeführten erwärmten Kraftstoff gemischt. Die Regelung erfolgt dabei weitgehend über die Regulierung der Mengendurchflüsse durch den Leitungsabschnitt 7 bzw. die Bypassleitung 10.

[0034] Das beim Befüllen insbesondere warmer Fahrzeugtanks entstehende Abgas aus gasförmigem Kraftstoff wird aus der Tankzuleitung über eine Abgasleitung 24 einem Abgasbehälter 25 zugeführt. Die Abgasleitung 24 ist mit einem Ventil 27 versehen, das unterhalb eines vorgegebenen Grenzdrucks in der Abgasleitung 24 diese strömungstechnisch sperrt. Eine im Abgasbehälter 25 vorliegende und ständig über hier nicht gezeigte Zuführungen erneuerte flüssige Phase 26 des kryogenen Kraftstoffes sorgt dafür, dass beim Einströmen des erwärmten gasförmigen Kraftstoffes aus dem Fahrzeugtank der Druckaufbau im Abgasbehälter 25 gedämpft wird. Das Abgas wird im Abgasbehälter 25 zwischengespeichert und kann bei Bedarf in einem Gasverdichter 28 verdichtet und den Druckgasflaschenbündel 22 zugeführt werden. Alternativ zum Gasverdichter 28 kann auch eine Kühleinrichtung zum Einsatz kommen, bei der das Gas aus dem Abgasbehälter 25 durch Kühlung verflüssigt und beispielsweise über eine hier nicht gezeigte Leitung dem Vorratstank 2 als flüssiger kryogener Kraftstoff zugeführt wird. Überschüssiges Gas kann - etwa bei Vorliegen eines bestimmten, vorgegebenen Überdrucks im Abgastank 25 - über eine Verbindungsleitung 30 in ein dezentrales Gasversorgungsnetz eingespeist und auf diese Weise einer Weiterverwertung zugeführt werden. Der Abgasbehälter 25 ist zudem über eine mittels eines Ventils 31 sperrbare Gasleitung 32 mit der Gasphase im Vorratstank 2 strömungsverbunden. Die Gasleitung 32 dient etwa bei längeren Einsatzpausen des Vorratstanks 2 zur Druckreduzierung.

Beispiel: Betankung eines erwärmten Tanks für kryogene Kraftstoffe

[0035] Bei mit kryogenen Medien betriebene Fahr-

zeuge, die über einen längeren Zeitraum, etwa einige Wochen hinweg, nicht betankt werden, geht der Tankinhalt aufgrund eines unvermeidlichen Wärmeintrags in den Fahrzeugtank im Laufe der Zeit durch Verdampfen verloren. Ist der Tankinhalt vollständig abgedampft, erwärmt sich der Fahrzeugtank allmählich bis auf Umgebungstemperatur.

[0036] Zur Befüllung eines derartigen erwärmten Tanks mittels der Betankungseinrichtung 1 wird nach Herstellung der Strömungsverbindung zwischen der Tankleitung 16 und der Einfüll-Leitung eines zu betankenden Fahrzeugtanks flüssiger kryogener Kraftstoff 5 aus dem Vorratstank 2 über die Bypassleitung 10 der Flüssigzuleitung 3 herangeführt. Der Kontakt der unterkühlten Flüssigkeit mit dem warmen Fahrzeugtank führt einerseits zum Abkühlen des Fahrzeugtanks, andererseits dazu, dass ein großer Teil des eingefüllten Kraftstoffes zunächst verdampft. Der verdampfte Kraftstoff führt zu einem Überdruck im Fahrzeugtank und damit in der Abgasleitung 24. Bei Überschreiten eines vorgegebenen Grenzdrucks, beispielsweise 4 bar, öffnet das Ventil 27 und Abgas strömt in über die Abgasleitung 24 in den Abgasbehälter 25 ein. Dadurch entspannt sich der Druck im Fahrzeugtank und neuer, flüssiger Kraftstoff 5 kann aus dem Vorratstank 2 herangeführt werden. Nach einer gewissen Zeit sind die Innenwände des Fahrzeugtanks auf eine Temperatur unterhalb der Siedetemperatur des eingefüllten Kraftstoffes 5 abgekühlt und es findet keine Verdampfung des eingefüllten Kraftstoffes 5 mehr statt; der Fahrzeugtank füllt sich. Aufgrund der von der Leseinheit 20 eingelesenen Tankdaten werden dabei die Füllparameter von der Steuereinheit in einer für den jeweiligen Fahrzeugtanktyp und Tankstatus optimierter Weise geregelt. Kurz vor Erreichen der maximalen Füllhöhe im Fahrzeugtank wird ein zunehmender Teil des dem Fahrzeugtank zugeführten Kraftstoffes 5 über den Leitungsabschnitt 7 geführt. Es gelangt also zunehmend wärmerer, flüssiger kryogener Kraftstoff 5 in den Fahrzeugtank. Auf diese Weise im Fahrzeugtank der gewünschte Siedezustand, wie er beim Betrieb des Fahrzeugtanks herrscht, hergestellt. Das Fahrzeug ist somit unmittelbar nach dem Betankungsvorgang betriebsbereit.

Bezugszeichenliste

[0037]

1. Betankungseinrichtung
2. Vorratstank
3. Flüssigzuleitung
4. Tanksäule
5. verflüssigter kryogener Kraftstoff
6. Wände (des Vorratstanks)
7. Leitungsabschnitt
8. Ventil
9. Wärmeübertrager
10. Bypassleitung

11. Ventil
12. -
13. Mess-Sonde (für Druck)
14. Mess-Sonde (für Temperatur)
- 5 15. -
16. Tankleitung
17. Durchflussmesser
18. -
19. Steuereinrichtung
- 10 20. Leseinheit
21. Mischstrecke
22. Druckgasflaschenbündel
23. Ventil
24. Abgasleitung
- 15 25. Abgastank
26. flüssige Phase
27. Ventil
28. Gasverdichter
29. -
- 20 30. Verbindungsleitung
31. Ventil
32. Gasleitung

25 **Patentansprüche**

1. Betankungseinrichtung zum Betanken von mit kryogenem Kraftstoff betriebenen Fahrzeugen, mit einem druckfesten und wärmeisolierten Vorratstank (2) zur Speicherung von unterkühltem, verflüssigtem kryogenen Kraftstoff, mit Mitteln (22) zum Erzeugen eines vorgegebenen Fülldrucks und mit einer über eine Flüssigzuleitung (3) mit dem Vorratstank (2) strömungsverbundenen Tanksäule (4) zur Betankung eines Fahrzeugtanks, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flüssigzuleitung mit Stellmitteln (7,9,10) zum Einstellen einer vorgegebenen Temperatur des durch die Flüssigzuleitung (3) hindurchgeführten verflüssigten kryogenen Kraftstoffes (5) ausgerüstet ist.
2. Betankungseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stellmittel (7,9,10) mit einer Steuereinheit (19) in Datenverbindung stehen, die in Abhängigkeit von an Erfassungsmitteln (13,14) erfassten Parametern des Füllvorgangs, wie Strömungsgeschwindigkeit, Druck oder Temperatur des dem Fahrzeugtank zugeführten kryogenen Kraftstoffes (5), die Temperatur des Kraftstoffes regelt.
3. Betankungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (19) mit Erfassungsmitteln (20) zur Erfassung von Parametern des Fahrzeugtank-Status, wie Tankvolumen, zulässiger Höchstdruck, Füllstand oder Innentemperatur in Datenverbindung bringbar ist.

4. Betankungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Tanksäule (2) mit einer Gasableitung (24) zum Abführen von verdampftem kryogenen Kraftstoff aus dem Fahrzeugtank ausgerüstet ist, die mit einem Gassammelbehälter (25) zur zumindest vorübergehenden Speicherung des verdampften kryogenen Kraftstoffes strömungsverbunden ist.
5. Betankungseinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gasableitung (24) oder der Gassammelbehälter (25) mit dem Vorratstank (2) strömungsverbunden ist.
6. Betankungseinrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur Erzeugung eines Fülldrucks einen Gasverdichter (27) umfassen, der mit der Gasableitung (24) oder dem Gassammelbehälter (25) strömungsverbunden ist.
7. Betankungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Erzeugung eines Fülldrucks wenigstens einen mit dem Vorratstank (2) im Strömungsverbindung bringbarer Druckbehälter (22) umfassen.
8. Betankungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zwei Behälter jeweils mit Einrichtungen zur Verflüssigung von gasförmigem kryogenem Treibstoff ausgerüstet und mit der Flüssigzuleitung (3) über Strömungsmittel derart verbunden sind, dass beide Behälter abwechselnd als Vorratstank (2) und als Gassammelbehälter (25) einsetzbar sind.
9. Verfahren zum Betanken von mit kryogenem Kraftstoff betriebenen Fahrzeugen, bei dem verflüssigter kryogener Kraftstoff (5) in einem Vorratstank (2) unterkühlt gelagert und unter einem vorgegebenen Fülldruck einem Fahrzeugtank zugeführt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass Parameter des Füllvorgangs wie Druck, Temperatur, Strömungsgeschwindigkeit in einer Tankzuleitung (18), kontinuierlich oder in vorgegebenen Zeitabständen erfasst werden, und mittels einer Steuereinrichtung (19) die Temperatur und/oder der Zustrom des dem Fahrzeugtank zugeführten verflüssigten kryogenen Kraftstoffes (5) in Abhängigkeit von den erfassten Parametern geregelt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor Beginn des Tankvorgangs Parameter des Fahrzeugtank-Status, wie Tankvolumen, zulässiger Höchstdruck, Füllstand oder Innentemperatur des Fahrzeugtanks erfasst und die so ermittelten Werte der Steuereinrichtung (19) übermittelt werden.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fülldruck durch Druckbeaufschlagung des unterkühlten, verflüssigten, kryogenen Kraftstoffes (5) im Vorratstank (2) erzeugt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der im Vorratstank (2) erzeugte Fülldruck mindestens 5 bar (Überdruck), vorzugsweise mindestens 10 bar (Überdruck) beträgt.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Tankvorgang dem Fahrzeugtank entweichender gasförmiger Kraftstoff aufgefangen, durch Einwirkung von Druck und/oder Kälte verflüssigt und dem Vorratstank (2) zugeführt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Tankvorgang dem Fahrzeugtank entweichender gasförmiger Kraftstoff aufgefangen und einem Gasversorgungsnetz zugeführt wird.

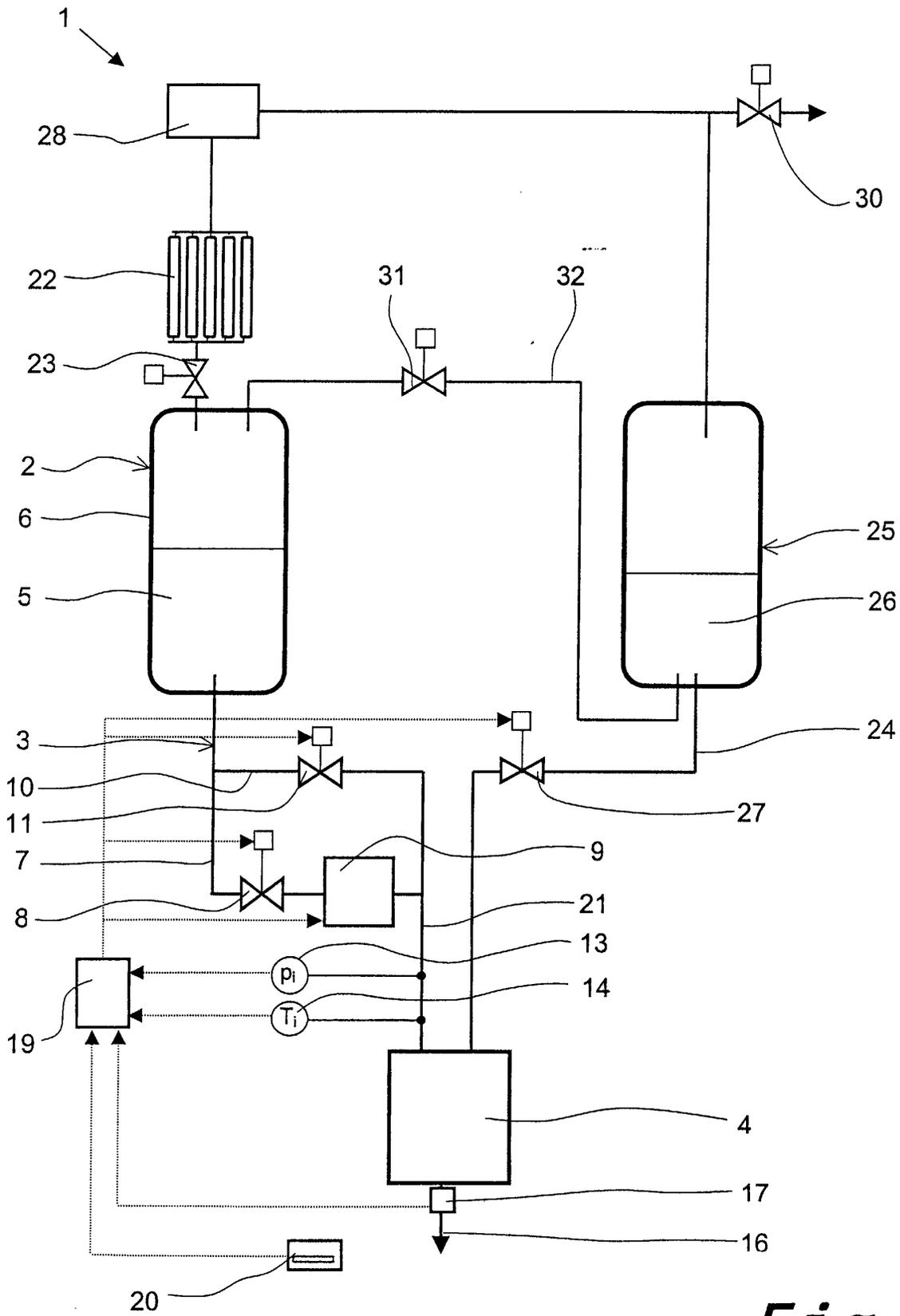


Fig.