

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 872 683 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(43) Veröffentlichungstag:
21.10.1998 Patentblatt 1998/43(51) Int. Cl.⁶: **F17C 9/04**(21) Anmeldenummer: **98106824.0**(22) Anmeldetag: **15.04.1998**(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI(71) Anmelder:
**Linde Aktiengesellschaft
65189 Wiesbaden (DE)**(72) Erfinder: **Adler, Robert
2201 Gerasdorf (AT)**(30) Priorität: **18.04.1997 DE 19716414**(54) **Hochdruckgasversorgung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bereitstellung von Hochdruckgas für einen Verbraucher, wobei das Gas verflüssigt mit niedrigem Druck einem Speicherbehälter entnommen wird, wobei verflüssigtes Gas aus dem Speicherbehälter in einen Vorlagebehälter eingeleitet und außerhalb des Vorlagebehälters in einem Verdampfer verdampft wird, sowie eine Gasversorgungsanlage zur Bereitstellung von Hochdruckgas für einen Verbraucher umfassend einen Speicherbehälter zur Speicherung von verflüssigtem Gas, einen über eine Leitung mit dem Speicherbehälter verbundenen Vorlagebehälter und einen Verdampfer zum Verdampfen des verflüssigten Gases aus dem Vorlagebehälter.

Erfindungsgemäß wird das durch die Verdampfung des verflüssigten Gases erhaltene Gas zumindest teilweise zum Antrieb eines Kolbens eines Arbeitszylinders verwendet und mit Hilfe des Arbeitszylinders ein Kolben eines Pumpzylinders angetrieben, welcher verflüssigtes Gas vom Vorlagebehälter zum Verdampfer pumpt. Über das Pumpen und die Verdampfung wird ein Gas mit einem höheren Druck als dem für den Verbraucher benötigten Hochdruck gewonnen. In der erfindungsgemäßen Gasversorgungsanlage ist ein Pumpzylinder mit Kolben zum Pumpen von verflüssigtem Gas aus dem Vorlagebehälter vorgesehen, welcher über einen Kolben eines mit verdampfem Gas beschickten Arbeitszylinders angetrieben ist.

Der Pumpzylinder wird vorteilhafterweise mit einem Saug- und Pumpektakt betrieben, wobei im Saugtakt verflüssigtes Gas aus dem Vorlagebehälter angesaugt und im Pumpektakt zum Verdampfer gepumpt wird. Der Arbeitszylinder kann mit zwei Arbeitstakten betrieben werden, wobei eine entsprechend taktweise Umschaltung der Zufuhr des Gases aus der Verdampfung zum Antrieb des Kolbens des Arbeitszylinders erfolgt. Bevorzugt wird in diesem Fall ein Volumenverhältnis zwischen dem in einem Saugtakt plus in einem Pumpektakt durch

den Pumpzylinder geförderten verflüssigten Gas und dem während zweier Arbeitstakte durch den Arbeitszylinder geleiteten verdampfenden Gas von über 1: 1,5 eingehalten.

EP 0 872 683 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bereitstellung von Hochdruckgas für einen Verbraucher, wobei das Gas verflüssigt mit niedrigem Druck einem Speicherbehälter entnommen wird, wobei verflüssigtes Gas aus dem Speicherbehälter in einen Vorlagebehälter eingeleitet und außerhalb des Vorlagebehälters in einem Verdampfer verdampft wird, sowie eine Gasversorgungsanlage zur Bereitstellung von Hochdruckgas für einen Verbraucher umfassend einen Speicherbehälter zur Speicherung von verflüssigtem Gas, einen über eine Leitung mit dem Speicherbehälter verbundenen Vorlagebehälter und einen Verdampfer zum Verdampfen des verflüssigten Gases aus dem Vorlagebehälter.

Für zahlreiche industrielle Verfahren wird Gas unter hohem Druck benötigt. Beispielsweise dient beim Laserschneiden ein entlang des Laserstrahls unter hohem Druck zugeführtes Inertgas wie Stickstoff zum Ausblasen der Schmelze beim Schneiden eines Metalls. Beim Gasinnendruckverfahren wird in eine Hohlform Kunststoffschmelze eingebracht, die anschließend mit einem Gas unter hohem Druck an die Innenwand des Formteils gepreßt wird, wo sie sich abkühlt. Bei derartigen Verfahren werden Gase mit Drücken zwischen 30 und 500 bar benötigt, die im gasförmigen oder im überkritischen Zustandsbereich vorliegen.

Entweder erfolgt die Gasversorgung bei derartigen Verfahren mit Gas aus Flaschenbündeln oder Druckgasbehältern, in denen das Gas unter hohem Druck vorliegt, oder das Gas wird verflüssigt unter hohem Druck zum Verbrauchsort gefördert, wo es mittels eines Verdampfers verdampft wird. Zur Förderung des Gases wird ein Teil des verflüssigten Gases aus einem Speicherbehälter entzogen, durch einen separaten Verdampfer geführt und anschließend in den Kopfraum des Speicherbehälters eingeleitet, um dort den Druck solange zu erhöhen, bis der gewünschte Druck erreicht ist, mit dem das Gas zum Verbrauchsort gefördert werden soll. Ein Nachteil dieser Methode ist, daß die Speicherbehälter mit einem Fassungsvermögen von beispielsweise 6000 Litern und mehr wiederholt mit verflüssigtem Gas befüllt werden müssen, wobei diese Betankung gegen einen hohen Druck im Speicherbehälter erfolgt, was erhebliche Kosten verursacht. Zum anderen findet nach einiger Zeit der Beaufschlagung des Kopfraumes des Speicherbehälters mit verdampftem Gas ein thermischer Ausgleich des verdampften Gases mit dem verflüssigten Gas statt, wodurch eine klare Phasentrennung verschwindet, die zur effektiven Förderung des verflüssigten Gases unter Hochdruck notwendig ist. Bei Stickstoff kann beispielsweise nach einiger Zeit der kritische Punkt (-147°C ; 33,9 bar) überschritten werden, so daß der Stickstoff im überkritischen Zustand im Speicherbehälter vorliegt, wodurch die Effektivität der Hochdruckförderung stark beeinträchtigt wird.

Diese Nachteile treten beispielsweise auch bei

einem Verfahren gemäß der EP 0 416 630 B1 auf, in der eine Druckerhöhung in einem Speicherbehälter, beispielsweise für verflüssigten Stickstoff, zum einen dadurch vorgesehen ist, daß ein Verdampfer in einer Rückführleitung vom Boden zum Kopf des Speicherbehälters angeordnet ist, zum anderen mittels einer Pumpe verflüssigtes Gas aus dem Speicherbehälter abgezogen, durch einen weiteren Verdampfer geführt und das entstehende Hochdruckgas in Flaschenbündeln gespeichert wird, von denen aus es wieder dem Kopfraum des Speicherbehälters für verflüssigtes Gas zur Druckbeaufschlagung zugeführt werden kann. Neben dem obengenannten Nachteil ist bei einem derartigen Verfahren eine aufwendige Befüllung von Flaschenbündeln vonnöten, die weitere Zu- und Ableitungen mit Ventilen, einer Pumpe und einem Verdampfer erforderlich machen.

Um den Einsatz von Hochdruckgaseinheiten wie Flaschenbündel zu umgehen und die Effektivität der Förderung von verflüssigtem Gas mittels Beaufschlagung mit einem Hochdruckgas zu erhöhen, wird in der DE 196 16 811 A1 vorgeschlagen, verflüssigtes Gas aus einem Speicherbehälter in einen Vorlagebehälter mit einem im Vergleich zum Speicherbehälter erheblich kleineren Volumen einzuleiten, dessen Größe derart gewählt wird, daß die Zeitspanne zu seiner Entleerung kleiner ist als zum Erreichen eines thermischen Gleichgewichts im Vortagebehälter. Anschließend wird der Kopfraum des Vorlagebehälters mit verdampftem Gas aus einem externen Verdampfer beaufschlagt, bis das verflüssigte Gas mit dem benötigten Hochdruck zum Verbrauchsort gefördert werden kann. Jeweils nach Entleerung des Vortagebehälters wird dieser erneut mit verflüssigtem Gas befüllt. Dieser Vorschlag ist apparativ relativ aufwendig und benötigt Fremdenergie.

Aufgabe vorliegender Erfindung ist es folglich, ein Verfahren und eine Anlage zur Bereitstellung von Hochdruckgas für einen Verbraucher zu entwickeln, wobei das Gas verflüssigt mit einem niedrigen Druck einem Speicherbehälter entnommen wird, bei denen die Förderung des Gases mit größerer Effektivität erfolgt und der apparative und energetische Aufwand gesenkt werden kann. Zusätzlich sollte das Hochdruckgas am Verbrauchsort möglichst mit einem vom Verbraucher festgelegten Druck zur Verfügung gestellt werden können. Darüber hinaus sollte eine Bereitstellung für ein Verbrauchernetz sichergestellt werden können, aber auch ein im Bedarf schwankender oder sogar intermittierender Gasverbrauch (zeitweise Benutzung einer Verbraucheranlage) möglich sein.

Diese Aufgabe wird für das erfindungsgemäße Verfahren dadurch gelöst, daß das durch die Verdampfung des verflüssigten Gases erhaltene Gas zumindest teilweise zum Antrieb eines Kolbens eines Arbeitszylinders verwendet wird und mit Hilfe des Arbeitszylinders ein Kolben eines Pumpzylinders angetrieben wird, welcher verflüssigtes Gas vom Vortagebehälter zum Verdampfer pumpt, und daß über das Pumpen und die Verdamp-

fung ein Gas mit einem höheren Druck als dem für den Verbraucher benötigten Hochdruck gewonnen wird.

Der Pumpzylinder wird vorteilhafterweise mit einem Saug- und Pumptakt betrieben, wobei im Saugtakt verflüssigtes Gas aus dem Vorlagebehälter angesaugt und im Pumptakt zum Verdampfer gepumpt wird. Der Arbeitszylinder kann mit zwei Arbeitstakten betrieben werden, wobei eine entsprechend taktweise Umschaltung der Zufuhr des Gases aus der Verdampfung zum Antrieb des Kolbens des Arbeitszylinders erfolgt.

In Weiterbildung des erfindungsgemäße Verfahrens wird ein Volumenverhältnis zwischen dem in einem Saugtakt plus in einem Pumptakt durch den Pumpzylinder geförderten verflüssigten Gas und dem während zweier Arbeitstakte durch den Arbeitszylinder geleiteten verdampften Gas von über 1: 1,5 und vorzugsweise von 1:2 bis 1:5 eingehalten. Hervorragende Ergebnisse wurden beispielsweise mit einem Verhältnis von 1:3 erzielt.

Da unter normalen Betriebsbedingungen nur ein Bruchteil des Hochdruckgases vom Verdampfer zum Antrieb der erfindungsgemäßen Druckerhöhungsanlage gebraucht wird, ist es in der Regel ausreichend, wenn nur ein Teilstrom des verdampften Gases aus der Verdampfung zum Verbraucher oder gegebenenfalls in eine Regelvorrichtung zur exakten Einstellung des Druckes auf den benötigten Arbeitsdruck für den Verbraucher geführt wird.

Die gestellte Aufgabe wird für die erfindungsgemäße Gasversorgungsanlage dadurch gelöst, daß ein Pumpzylinder mit Kolben zum Pumpen von verflüssigtem Gas aus dem Vortagebehälter vorgesehen ist, welcher über einen Kolben eines mit verdampftem Gas beschickten Arbeitszylinders angetrieben ist.

Vorteilhafterweise sind der Arbeitszylinder und der Pumpzylinder in einem Aggregat angeordnet, wobei die Kolben der beiden Zylinder beispielsweise über eine Kolbenstange miteinander verbunden sind.

Eine Regelvorrichtung für die exakte Einstellung des Druckes auf den benötigten Arbeitsdruck für den Verbraucher bringt zusätzliche Vorteile und macht die Anlage flexibel.

Wird der Arbeitszylinder mit zwei Arbeitstakten betrieben, sind Mittel zum entsprechend den Arbeitstakten des Arbeitszylinders taktweisen Umschalten der Zufuhr des Gases aus der Verdampfung zum Antrieb des Kolbens des Arbeitszylinders vorzusehen, beispielsweise ein Umschaltblock, der eine von der Kolbenbewegung des Arbeitszylinders abhängige Regelung umfaßt.

Es können an verschiedenen Stellen Absperrorgane angebracht sein: In der Leitung vom Verdampfer zum Arbeitszylinder oder gegebenenfalls zu den Mitteln zum taktweisen Umschalten der Gaszufuhr für den Arbeitszylinder, in der Leitung vom Kopfraum des Vorlagebehälters zum Kopfraum des Speicherbehälters oder in der Leitung für verflüssigtes Gas vom Speicherbehälter zum Vortagebehälter. Die letztgenannte Leitung

sollte möglichst kurz gewählt sein.

Der Vortagebehälter kann mit einer Niveauregulierung ausgestattet sein.

Die Erfindung kann für alle geeigneten Gase oder Gasgemische auch im überkritischen Zustand eingesetzt werden. Dies umfaßt insbesondere die Luftgase wie beispielsweise N_2 , O_2 und Argon. Aber auch für Gase wie CO_2 kann die Erfindung verwendet werden, allerdings ist dann eine Verdampfung mittels eines Wärmemediums und nicht mit Luft zu empfehlen.

Im folgenden soll in einem Ausführungsbeispiel anhand der beiliegenden Figuren die erfindungsgemäße Hochdruckgasversorgung näher erläutert werden.

Figur 1: zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Gasversorgungsanlage mit Speicherbehälter (T) und einer Druckerhöhungsanlage (DEA) im Überblick.

Figur 2: zeigt detailliert die Druckerhöhungsanlage (DEA) aus Figur 1.

In **Figur 1** ist der Speicherbehälter oder Flüssigtank T, der beispielsweise mit flüssigem Stickstoff gefüllt ist, über eine Leitung mit dem Ventil V1 für Flüssig- N_2 und eine Leitung mit Ventil V5 für gasförmiges N_2 vom Kopfraum des Speicherbehälters T mit einer Druckerhöhungsanlage DEA verbunden. Die Druckerhöhungsanlage DEA weist einen Anschluß I für Flüssig- N_2 und einen Anschluß V für gasförmiges N_2 auf.

Vom Anschluß II der Druckerhöhungsanlage DEA führt eine Leitung für Flüssig- N_2 zum Verdampfer VD. Von diesem Verdampfer VD wird der verdampfte und daher gasförmige N_2 unter einem Verdampferdruck in die Druckerhöhungsanlage DEA über den Anschluß III zurückgeführt. Über Anschluß IV gelangt das Gas mit dem gewünschten Hochdruck zum Verbraucher bzw. in ein Verbraucherntz.

Figur 2 zeigt die Druckerhöhungsanlage DEA mit einzelnen Details. Diese wird im folgenden zunächst in ihrer Funktion beschrieben.

Über den Flüssiganschluß I rinnt flüssiger Stickstoff in einen Vorlage- oder Kühlbehälter B. Im Gegenzug wird gasförmiger Stickstoff über den Gaspandelschluß oder Kugelhahn 8 via Anschluß V in den Kopfraum des Speichertanks T geleitet (geodätischer Zulauf). Dieser geodätische Zulauf wird von einem Niveauregler 1 bei Erreichen eines vorgegebenen maximalen Füllstands im Behälter B unterbrochen.

Aus dem Kühlbehälter B saugt der Pumpzylinder 2 über das Saugventil 10 Flüssig-Stickstoff an. Beim Druckhub des Kolbens im Druckzylinder 2 wird der flüssige Stickstoff über das Druckventil 11 via Anschluß II zum Hochdruckverdampfer VD geleitet.

Nach Verdampfung gelangt der gasförmige Hochdruck-Stickstoff über Anschluß III wieder in die Druckerhöhungsanlage DEA.

In der Druckerhöhungsanlage DEA wird der Hochdruck-Stickstoff als Antriebsgas in dem Arbeitszylinder 3 des Aggregats A benötigt. Nach dem Arbeitstakt wird der Stickstoff über den Arbeitsdruckregler 21 in das Verbrauchernetz gespeist (IV).

Die Druckerhöhungsanlage DEA braucht für ihre Funktion eine Druckdifferenz zwischen Hochdruckgas aus dem Verdampfer VD und dem vom Verbraucher benötigten Arbeitsdruck. Bei der dargestellten Anlage beträgt dieses Verhältnis beispielsweise 1,65. Das heißt, der Druck im Verdampfer VD ist 1,65 mal höher als der Druck im Verbrauchernetz. Bei einem beispielsweise angenommenen maximalen Arbeitsdruck für den Verbraucher von 100 bar bedeutet dies einen Verdampferdruck von 165 bar. Der Verdampfer muß also entsprechend der Vorgabe des maximal benötigten Arbeitsdruckes für den Verbraucher ausgelegt sein.

Der Umschaltblock 13 schaltet den Hochdruck-Stickstoff zwischen Kolbenoberseite und Kolbenunterseite und entspannt den jeweils gegenüberliegenden Zylinderraum des Arbeitszylinders 3. Dadurch entsteht die Auf-und-Ab-Bewegung, die den Kolben im Pumpzylinder 2 antreibt. Die Übertragung der Bewegung erfolgt über die dargestellte Kolbenstange, welche zur Wand des Aggregats A hin abgedichtet ist, so daß der Arbeitszylinderraum vom Pumpzylinderraum getrennt ist. Nach dem Umschaltblock 13 gelangt der Stickstoff über eine Rückschlagklappe zum Arbeitsdruckregler 21. Dieser Druckregler 21 hat die Aufgabe, den Hochdruck für den Verbraucher konstant zu halten.

Wird im Verbrauchernetz wenig Stickstoff gebraucht, steigt der Druck vor dem Regler 21 an. Dadurch wird die Druckerhöhungsanlage DEA automatisch langsamer. Die Druckerhöhungsanlage DEA paßt sich somit selbständig an wechselnde Lastverhältnisse an.

Der Anfahrregler 20 überwacht den Verdampferdruck der Druckerhöhungsanlage DEA. Sollte dieser zu tief absinken - beispielsweise 5 bar unter Sollwert - wird automatisch der Anfahrregler 20 geöffnet. Der Anfahrregler 20 entspannt die Leitung nach dem Umschaltblock 13. Auf diese Weise kann die Druckerhöhungsanlage DEA durch ein paar schnelle Takte des Aggregats A den Verdampferdruck rasch wieder aufbauen und der Anfahrregler 20 schließt wieder. Über den Anfahrregler kann die Druckerhöhungsanlage DEA auch gegen einen hohen Druck im Verbrauchernetz gestartet werden.

Die Zuleitung vom Anschluß II zum Verdampfer VD darf ebenso wie die Rückleitung vom Verdampfer VD zum Anschluß III kein Absperrorgan aufweisen.

Die Inbetriebnahme der Druckerhöhungsanlage DEA geht folgendermaßen vonstatten: Ein eventuell vorhandenes (nicht dargestelltes) Gasversorgungsventil des Speicherbehälters wird geöffnet. Ein gegebenenfalls vorhandener (nicht dargestellter) Druckaufbauregler muß auf einen Druck - beispielsweise 6,5 bar - eingestellt sein, den er maximal aufbauen darf. Die

Druckerhöhungsanlage DEA verfügt über einen Druckabbauregler 15, welcher auf einen bestimmten Wert - beispielsweise 8,5 bar - eingestellt ist, so daß er bei diesen 8,5 bar abregelt.

Am Betriebsgasregler 16 wird der Druck für das Betriebsgas - beispielsweise 6 bar - eingestellt. Die Gasversorgung zum Verbraucher sollte geschlossen sein. Ventil 26 muß geschlossen sein. Am Verstellkolbenregler 17 ist der Drucksollwert einzustellen.

Nach langsamem Öffnen des Ventils V1 in der Flüssigversorgungsleitung wird der Kühlbehälter B befüllt und die Druckerhöhungsanlage DEA wird automatisch auf Betriebstemperatur abgekühlt. Dieser Vorgang dauert etwa 15 min. Nun ist die Druckerhöhungsanlage DEA startbereit.

Nach Öffnen des Ventils 26 beginnt die Anlage zu arbeiten. Der Anfahrregler 20 ist dabei geöffnet und bläst Stickstoff über einen Schalldämpfer ins Freie. Dies geschieht solange, bis der eingestellte Betriebsdruck erreicht ist.

Nun kann die Gasentnahme zum Verbraucher geöffnet werden.

Die Druckerhöhungsanlage DEA regelt ihre Arbeitsgeschwindigkeit automatisch nach dem Gasverbrauch beim Verbraucher. Sollte der Vordruck der Druckerhöhungsanlage DEA zu tief absinken, wird automatisch der Anfahrregler 20 geöffnet.

Das Abstellen der Druckerhöhungsanlage DEA erfolgt über das Schließen des N₂-Flüssigventils V1 am Speichertank T. Anschließend wird das Ventil 25 der Druckerhöhungsanlage DEA geschlossen. Das Gasversorgungsventil V5 bleibt geöffnet.

Zum Wiedereinschalten der Druckerhöhungsanlage DEA muß das Absperrventil V1 für Flüssig-Stickstoff am Speichertank T geöffnet werden. Je nach Abschaltedauer kann das Ventil 25 in der Druckerhöhungsanlage DEA - beispielsweise nach 10 bis 15 min. - geöffnet werden.

In Figur 2 ist außerdem ein Endschalter 4 für den Arbeitszylinder 3 gezeigt, wobei der Endschalter 4 in Verbindung mit einem Ventil 5, dem Niveauregler 1, dem Betriebsgasregler 16 und einem mit dem Umschaltblock 13 verbundenen Ventil 6 steht. Am Aggregat A mit dem Arbeitszylinder 3 ist im Ausführungsbeispiel eine Dichtungsüberwachung 7 angebracht.

Der Vorlage- oder Kühlbehälter B ist ferner mit einem Sicherheitsventil 9 und einer mit einem Entlüftungsventil 12 versehene Leitung zu einem Flüssig-Druckbegrenzer 18 ausgestattet, wobei der Flüssig-Druckbegrenzer 18 in Verbindung mit der Leitung zum Flüssig-Anschluß II zum Verdampfer steht. Ein Gas-Druckbegrenzer 19 ist schließlich in der Leitung vom Gas-Anschluß III vom Verdampfer vorgesehen. Über einen Verstellzylinder 14 können der Flüssig-Druckbegrenzer 18, der Gas-Druckbegrenzer 19, der Anfahrregler 20 und der Arbeitsdruckregler 21 eingestellt werden. In Figur 2 ist im Bereich des Anfahrreglers 20 eine Vor-

druckanzeige 22 und eine Hinterdruckanzeige 23, sowie beim Arbeitsdruckregler 21 eine Arbeitsdruckanzeige 24 dargestellt.

Beim Einsatz von Luftverdampfern braucht die Druckerhöhungsanlage DEA keinerlei Fremdenergie zur Drucksteigerung. Die gesamte benötigte Antriebsleistung wird der Umwelt durch Verdampfung des Flüssiggases gegen Luft entzogen. Der wesentliche Gedanke der Erfindung liegt darin, die durch die Verdampfung von verflüssigtem Gas auftretende Volumenvergrößerung für den Antrieb des Aggregats zu nutzen.

Obwohl die Erfindung an anhand eines konkreten Ausführungsbeispiels näher erläutert wurde, ist die Erfindung nicht auf die diese konkrete Ausführungsform beschränkt, sondern im Gegenteil offen für Modifikationen und Abwandlungen, die sich für den Fachmann klar ergeben.

Liste der Bezugszeichen

T Speicherbehälter (Tank)
 DEA Druckerhöhungsanlage
 VD Verdampfer
 I Flüssig-Anschluß zum Speicherbehälter
 II Flüssig-Anschluß zum Verdampfer
 III Gas-Anschluß vom Verdampfer
 IV Gas-Anschluß zum Verbraucher
 V Gas-Anschluß zum Speicherbehälter
 B Vorlagebehälter (Kühlbehälter)
 A Aggregat
 V1 Absperrventil
 V5 Absperrventil
 1 Niveauregler
 2 Pumpzylinder
 3 Arbeitszylinder
 4 Endschalter
 5 Ventil (5 x 2 Wege)
 6 Ventil (5 x 2 Wege)
 7 Dichtungsüberwachung
 8 Gaspandelschluß
 9 Sicherheitsventil
 10 Saugventil
 11 Druckventil
 12 Entlüftungsventil
 13 Umschaltblock
 14 Verstellzylinder
 15 Druckabbauregler
 16 Betriebsgasregler
 17 Verstellkolbenregler
 18 Flüssig-Druckbegrenzer
 19 Gas-Druckbegrenzer
 20 Anfahrregler
 21 Arbeitsdruckregler (Entspannung)
 22 Vordruckanzeige
 23 Hinterdruckanzeige
 24 Arbeitsdruckanzeige
 25 Niveauüberprüfungsanzeige (z.B. optisch)
 26 Ventil

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bereitstellung von Hochdruckgas für einen Verbraucher, wobei das Gas verflüssigt mit niedrigem Druck einem Speicherbehälter (T) entnommen wird (I), wobei verflüssigtes Gas aus dem Speicherbehälter (T) in einen Vorlagebehälter (B) eingeleitet und außerhalb des Vorlagebehälters (B) in einem Verdampfer (VD) verdampft wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das durch die Verdampfung des verflüssigten Gases erhaltene Gas zumindest teilweise zum Antrieb eines Kolbens eines Arbeitszylinders (3) verwendet wird und mit Hilfe des Arbeitszylinders (3) ein Kolben eines Pumpzylinder (2) angetrieben wird, welcher verflüssigtes Gas vom Vorlagebehälter (B) zum Verdampfer (VD) pumpt, und daß über das Pumpen und die Verdampfung ein Gas mit einem höheren Druck als dem für den Verbraucher benötigten Hochdruck gewonnen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Pumpzylinder (2) mit einem Saug- und Pumptakt betrieben wird, wobei im Saugtakt verflüssigtes Gas aus dem Vorlagebehälter (B) angesaugt und im Pumptakt zum Verdampfer (VD) gepumpt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Arbeitszylinder (3) mit zwei Arbeitstakten betrieben wird, wobei eine entsprechend taktweise Umschaltung der Zufuhr des Gases aus der Verdampfung zum Antrieb des Kolbens des Arbeitszylinders (3) erfolgt (4, 6, 13).
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Volumenverhältnis über 1:1.5, vorzugsweise von 1:2 bis 1:5 zwischen dem in einem Saugtakt plus in einem Pumptakt durch den Pumpzylinder (2) geförderten verflüssigten Gas und dem während zweier Arbeitstakte durch den Arbeitszylinder (3) geleiteten verdampften Gas eingehalten wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teilstrom des verdampften Gases aus der Verdampfung zum Verbraucher oder gegebenenfalls in eine Regelvorrichtung (21) zur exakten Einstellung des Druckes auf den benötigten Arbeitsdruck für den Verbraucher geführt wird.
6. Gasversorgungsanlage zur Bereitstellung von Hochdruckgas für einen Verbraucher umfassend einen Speicherbehälter (T) zur Speicherung von verflüssigtem Gas, einen über eine Leitung mit dem Speicherbehälter (T) verbundenen Vorlagebehälter (B) und einen Verdampfer (VD) zum Verdampfen

des verflüssigten Gases aus dem Vorlagebehälter (B), **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Pumpzylinder (2) mit Kolben zum Pumpen von verflüssigtem Gas aus dem Vorlagebehälter (B) vorgesehen ist, welcher über einen Kolben eines mit verdampftem Gas beschickten Arbeitszylinders (3) angetrieben ist.

5

7. Gasversorgungsanlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Arbeitszylinder (3) und der Pumpzylinder (2) in einem Aggregat (A) angeordnet sind. 10
8. Gasversorgungsanlage nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Regelvorrichtung (21) für die exakte Einstellung des Druckes auf den benötigten Arbeitsdruck für den Verbraucher vorgesehen ist. 15
9. Gasversorgungsanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (13) zum entsprechend den Arbeitstakten des Arbeitszylinders (3) taktweisen Umschalten der Zufuhr des Gases aus der Verdampfung zum Antrieb des Kolbens des Arbeitszylinders (3) vorgesehen sind. 20
25
10. Gasversorgungsanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein Absperrorgan (26) in der Leitung vom Verdampfer (VD) zum Arbeitszylinder (3) oder gegebenenfalls zu den Mitteln (13) zum taktweisen Umschalten der Gaszufuhr für den Arbeitszylinder (3) vorgesehen ist. 30
11. Gasversorgungsanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine mit einem Absperrorgan (V5) versehene Leitung vom Kopfraum des Vorlagebehälters (B) zum Kopfraum des Speicherbehälters (T) vorgesehen ist. 35
12. Gasversorgungsanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine mit einem Absperrorgan (V1) versehene Leitung für verflüssigtes Gas vom Speicherbehälter (T) zum Vorlagebehälter (B) vorgesehen ist. 40
45
13. Gasversorgungsanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorlagebehälter (B) eine Niveauregulierung (1, 16) enthält. 50

55

55

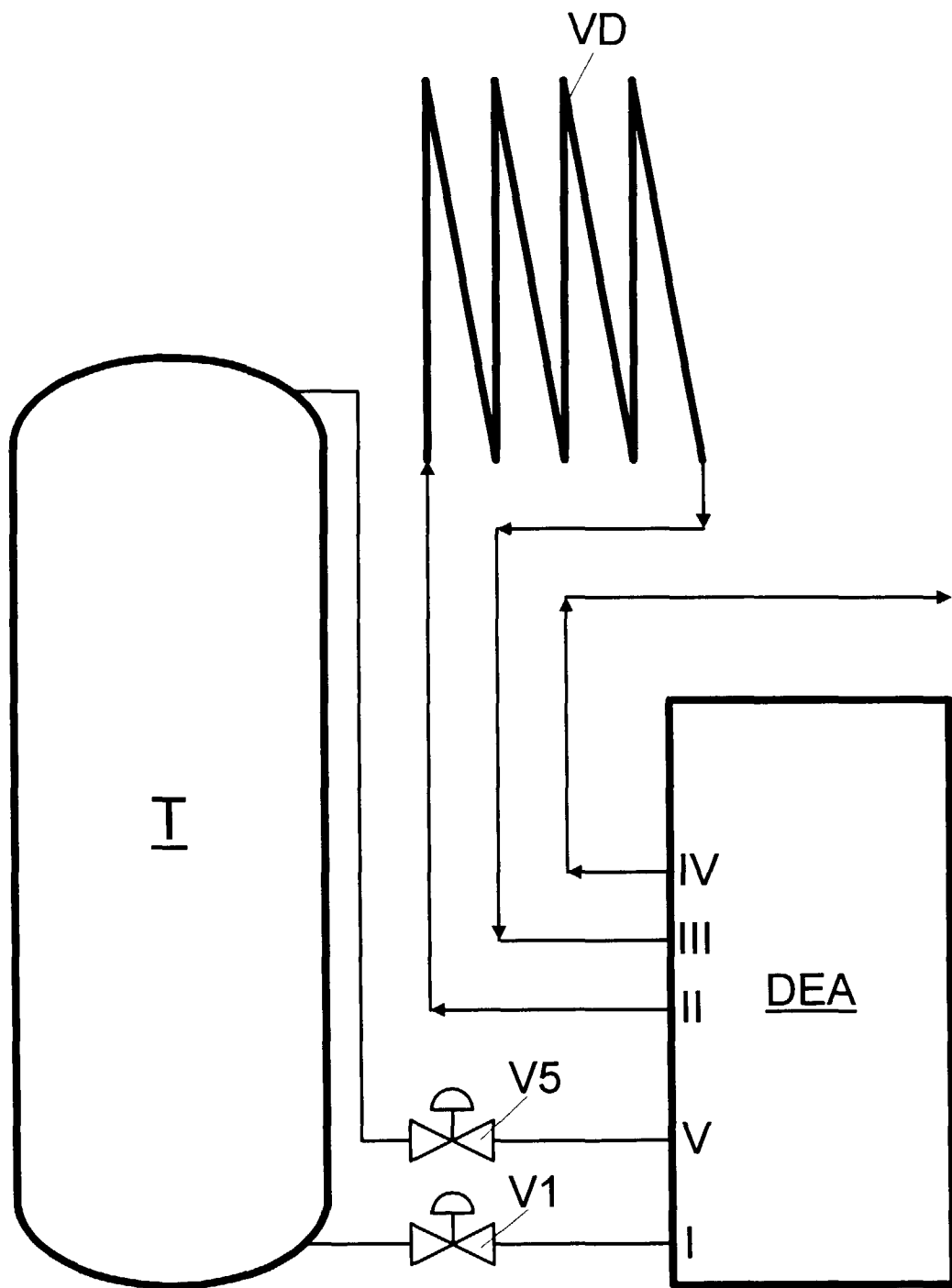


Fig. 1

Fig. 2

