

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 88810290.2

(51) Int. Cl.⁴: **F 04 B 37/08**

(22) Anmeldetag: 04.05.88

(30) Priorität: 19.05.87 CH 1923/87

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.12.88 Patentblatt 88/49

(84) Benannte Vertragsstaaten: DE FR GB IT

(71) Anmelder: **CRYOPUMP AG**
Weidenweg 12
CH-4147 Aesch (CH)

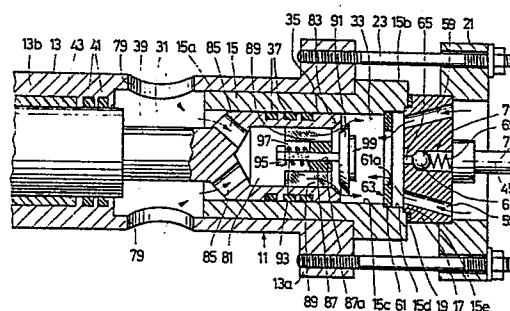
(72) Erfinder: **Tschopp, Claudio**
Lachmattstrasse 21
CH-4132 Muttenz (CH)

(74) Vertreter: **Eder, Carl E. et al**
Patentanwaltsbüro EDER AG Münchensteinerstrasse 2
CH-4052 Basel (CH)

(54) **Pumpe zum Pumpen eines verflüssigten Gas aufweisenden fluids.**

(57) Die Pumpe besitzt einen Eingang sowie einen Ausgang für das zu pumpende Fluid, ein Gehäuse (11), das einen länglichen, einenends durch einen Endteil (17) begrenzten Innenraum (31) enthält, in dem ein Kolben (35) verschiebbar geführt ist. Der Eingang ist über ein erstes Rückschlagventil (63) mit der zwischen dem Endteil (17) und dem Kolben (35) vorhandenen Pumpkammer (33) verbunden, die ihrerseits über ein zweites Rückschlagventil (71) mit dem Ausgang verbunden ist. Der Kolben (35) ist mit einem dritten Rückschlagventil (99) versehen, dass den Eingang zusätzlich mit der Pumpkammer (33) verbindet und ermöglicht während der Saugtakte und insbesondere in deren Anfangsphasen Druckabfälle, die in der Pumpkammer (33) die Umwandlung von flüssigem Fluid in gasförmiges Fluid bewirken könnten, weitgehend zu vermeiden.

Fig. 2



Beschreibung

Pumpe zum Pumpen eines verflüssigten Gas aufweisenden Fluids.

Die Erfindung betrifft eine gemäss dem Oberbegriff des Anspruches 1 ausgebildete Pumpe zum Pumpen eines verflüssigten Gas aufweisenden Fluids. Eine solche, auch als cryogene Pumpe bezeichnete Pumpe kann beispielsweise verwendet werden, um ein Fluid zu pumpen, das mindestens ein verflüssigtes Gas, wie flüssigen Stickstoff, Sauerstoff oder Wasserstoff oder flüssiges Argon oder flüssige Luft und eventuell auch noch ein wenig gasförmiges Fluid enthält. Das zu pumpende Fluid soll sich jedoch vorzugsweise zumindest zum grössten Teil im flüssigen Aggregatzustand befinden. Die Pumpe soll den beispielsweise ursprünglich höchstens relativ wenig über dem Umgebungs-Luftdruck liegenden, typischerweise etwa 0,1 bis 0,5 MPa betragenden Druck des cryogenen Fluids auf beispielsweise 20 bis 50 MPa oder noch mehr erhöhen können.

Auf dem Markt bekannte, einstufige, cryogene Pumpen besitzen einen Ein- sowie einen Ausgang für das zu pumpende Fluid, ein Gehäuse, einen verschiebbar in diesem geführten Kolben und eine zum Verschieben von diesem dienende Antriebsvorrichtung. Ein sich auf der der Antriebsvorrichtung abgewandten Seite des Kolbens befindender Endteil des Gehäuses weist ein erstes Rückschlagventil auf, durch welches dem Eingang zugeführtes Fluid in die zwischen dem genannten Endteil und dem Kolben vorhandene Pumpkammer hinein gesaugt werden kann. Ein die Pumpkammer umschliessender Mantelteil des Gehäuses ist bei einer Umfangsstelle mit einem Durchgang versehen, der über ein zweites Rückschlagventil mit dem Ausgang der Pumpe verbunden ist. Wenn sich der Kolben beim Betrieb vom genannten Endteil wegbewegt und Fluid in die Pumpkammer hineinpumpt, kann insbesondere in der Anfangsphase eines solchen Saugtaktes wegen des entstehenden Unterdrucks ein verhältnismässig grosser Teil des verflüssigten Gases wieder in den gasförmigen Aggregatzustand gelangen, was den Betrieb der Pumpe stört und einen erheblichen Nachteil darstellt.

Zur Behebung dieses Nachteils ist es bekannt, der Pumpkammer einen Vorverdichter vorzuschalten und die Pumpe also zweistufig auszubilden. Eine Pumpe dieser Art ist zum Beispiel aus der EP-A-174 269 bekannt und besitzt ein durch eine Trennwand in zwei zylindrische Innenräume unterteiltes Gehäuse, in denen je ein Kolben verschiebbar geführt ist. Die beiden Kolben sind an einer gemeinsamen, ein mit einer Dichtung versehenes Loch der Trennwand durchdringenden Kolbenstange befestigt und durch diese mit einer Antriebsvorrichtung verbunden. Der weiter von der letzteren entfernte Kolben dient zusammen mit einer ihn enthaltenden, am der Antriebsvorrichtung abgewandten Ende offenen Hülse des Gehäuses als Vorverdichter, um das verflüssigte Gas durch in der Trennwand vorhandene Durchgänge hindurch, in die zum Hochdruckverdichter gehörende Pumpkammer zu pumpen. Damit der die beiden Kolben verbindende

Teil der Kolbenstange der aus der EP-A-174 269 bekannten Pumpe in den zwischen der Trennwand und den beiden Kolben vorhandenen, zum Aufnehmen des zu pumpenden Fluids dienenden Kammern nicht zuviel Platz beansprucht, sollte er wesentlich dünner sein als die Kolben. Wenn die Kolbenstange jedoch dünn bemessen wird, besteht beim Betrieb eine erhebliche Gefahr, dass sie bricht. Da die Trennwand, die beiden Kolben und der diese verbindende Kolbenstangenteil ausgehend von der normalen Raumtemperatur beim Pumpen auf abhängig von der Art des zu pumpenden Fluids etwa in der Grösse von - 200° C liegende Temperaturen abgekühlt werden müssen und da beim Pumpen zwischen dem Vorverdichter und der Pumpkammer des Hochdruckverdichters ein grosser Druckunterschied entsteht, ist die zum Dichten der Durchführung der Kolbenstange durch die Trennwand erforderliche Dichtung, insbesondere wenn der die Trennwand durchdringende Kolbenstangenteil verhältnismässig dünn ist, aufwendig in der Herstellung und beim Betrieb störanfällig. Auch wenn die Kolbenstange verhältnismässig dünn bemessen wird, vergrössert sie dennoch, bei vorgegebener Förderleistung den Platzbedarf der Pumpe, wobei eine zweistufige Pumpe im übrigen schon an sich mehr Platz als eine einstufige Pumpe mit gleicher Förderleistung benötigt. Weil der wesentliche Teil der Trennwand und der den Kolben des Hochdruckverdichters umschliessende Mantel des Gehäuses sich ausserhalb eines vom Eingang zugeführtes, verflüssigtes Gas enthaltenden Behälters befindet, hat diese Pumpe zudem die Nachteile, dass der Hochdruckverdichter gegen die Umgebung nicht isoliert ist und dass die vom Kolben des Hochdruckverdichters infolge der Reibung erzeugte Wärme schlecht abgeführt werden kann.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, Nachteile der bekannten Pumpen zu vermeiden und insbesondere zu ermöglichen, beispielsweise ausgehend von der bekannten einstufigen Pumpe, die Verdampfung von flüssigem Fluid in der Pumpkammer möglichst gering zu halten, ohne dieser Pumpkammer eine Vorverdichterstufe vorschalten zu müssen.

Diese Aufgabe wird durch eine Pumpe der im Oberbegriff des Anspruches 1 angegebenen Gattung gelöst, wobei die Pumpe erfindungsgemäss durch den kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 gekennzeichnet ist. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Pumpe gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor.

Der Erfindungsgegenstand wird nun anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels einer Pumpe erläutert. In der Zeichnung zeigt

die Figur 1 eine teils in Seitenansicht und teils im Vertikalschnitt dargestellte Pumpe und die Figur 2 einen Schnitt durch Teile der in Figur 1 ersichtlichen Pumpe, in grösserem Massstab.

Die in der Figur 1 ersichtliche Pumpe weist einen

Sockel 1 auf, der eine Antriebsvorrichtung 3 und ein hülsenförmiges, mit Rippen versehenes Verbindungsstück 5 trägt. An diesen ist ein als Ganzes mit 11 bezeichnetes längliches Gehäuse lösbar befestigt, das einen länglichen, als durchgehend offene Hülse ausgebildeten Träger 13 aufweist, dessen einer Endabschnitt mit dem Verbindungsstück 5 verschraubt ist und dessen anderer Endabschnitt mit einem radial nach aussen ragenden, ringflanschartigen Kragen 13a versehen ist. Eine besonders deutlich in der Figur 2 ersichtliche Buchse 15 hat einen hohlzylindrischen Mantel 15a, der im letztgenannten Endabschnitt des hülsenförmigen Trägers 13 steckt, und einen radial nach aussen ragenden Kragen 15b aufweist, der an der radialen Endfläche des Kragens 13a anliegt. Die durchgehend offene Buchse 15 hat eine sich über den grössten Teil ihrer Länge erstreckende, zylindrische Innenfläche 15c und in ihrem der Antriebsvorrichtung 3 abgewandten Endabschnitt eine Erweiterung 15d, an die eine noch weitere Erweiterung 15e anschliesst. Das der Antriebsvorrichtung 3 abgewandte Ende der Buchse 15 ist durch eine aus einem separaten Endteil 17 bestehende Stirnwand, oder kurz gesagt, Wand des Gehäuses 11 abgeschlossen, die einen in die Erweiterung 15e hineinragenden Vorsprung aufweist und mit einer ringförmigen Dichtung 19 abgedichtet ist. Ein Klemmring 21 ist durch Gewindebolzen und Muttern aufweisende Befestigungselemente 23 lösbar mit dem Kragen 13a verbunden und drückt den als Stirnwand dienenden Endteil 17 an den Kragen 15b und diesen an den Kragen 13a an, wodurch der Endteil 17 lösbar mit der Buchse 15 und diese lösbar mit dem hülsenförmigen Träger 13 verbunden wird.

Das Gehäuse 11 enthält einen als Ganzes mit 31 bezeichneten, länglichen Innenraum, in dessen von der Buchse 15 begrenztem, zylindrischem Teil ein Kolben 35 verschiebbar geführt und mit ringförmigen Dichtungen 37 abgedichtet ist. Der Kolben 35 ist durch eine mindestens zum Teil mit ihm zusammen aus einem einstückigen Körper bestehende Kolbenstange 39 mit einer Kurbel der Antriebsvorrichtung 3 verbunden, wobei ein Abschnitt des Trägers 13 als Durchführung 13b ausgebildet ist und zwei ringförmige Dichtungen 41 sowie eine manschettenförmige Dichtung 43 zum Abdichten der Kolbenstange enthält. Der Träger 13, die Buchse 15, der Endteil 17, der Innenraum 31, der Kolben 35 und die Kolbenstange 39 haben eine gemeinsame, horizontale Achse 45 oder, genauer gesagt, Längsmittelachse 45 und sind zumindest im allgemeinen zu dieser rotationssymmetrisch. Der sich zwischen dem Endteil 17 und dem Kolben befindende Bereich des Innenraums 31 wird im folgenden als Pumpkammer 33 bezeichnet.

Der grösste Teil des Gehäuses 11 und insbesondere mindestens dessen den Kolben 35 berührender sowie dicht führender Teil, d.h. die Buchse 15, und der Gehäuse-Endteil 17 befinden sich im gegen die Umgebung dicht abgeschlossenen Innenraum 53 eines Behälters 51. Der Behälter 51 besitzt eine wärmeisolierende Wandung mit einer Innenwand und einer von dieser durch einen vorzugsweise evakuierten Zwischenraum getrennten Aussen-

wand. Im übrigen besteht die Wandung des Behälters 51 aus zwei Teilen, von denen der eine, erste in der Nähe des Verbindungsstückes 5 dicht am hülsenförmigen Träger 13 befestigt und der andere, zweite durch lösbare Verbindungsmittel lösbar sowie dicht am ersten Teil befestigt ist. Die untersten Abschnitte des Gehäuses 11 befinden sich geringfügig über der tiefsten Stelle des Behälter-Innenraums 53 und die Achse 45 des Gehäuses 11 und Kolbens 35 befindet sich in der unteren Hälfte des Behälter-Innenraums 53 und also unterhalb der horizontalen Längsmittelachse 55 des im allgemeinen zylindrischen Behälters 51.

Ein als Eingang 57 für das zu pumpende Fluid dienender Stutzen mündet, beispielsweise im untersten Bereich des Behälters 51, in dessen Innenraum 53. Der Endteil 17 besitzt mindestens einen Durchgang 59, nämlich mindestens zwei und vorzugsweise noch mehr um die Achse 45 herum verteilte Durchgänge 59. Diese bilden zusammen mit dem Behälter-Innenraum 53 Fluid-Zuleitmittel 53, 59, die den Eingang 57 mit der Pumpkammer 33 verbinden. Ein plattenförmiges Ventilelement 61 besitzt eine zentrale, zur Achse 45 koaxiale Durchgangsöffnung 61a und ist entlang der Achse 45 und also in der Verschieberichtung des Kolbens 35 verschiebbar in der Pumpkammer 33 geführt, wobei der mögliche Verschiebeweg des Ventilelements 61 auf der einen Seite durch den Endteil 17 des Gehäuses und auf der anderen Seite durch das der Antriebsvorrichtung 3 zugewandte Ende der Erweiterung 15d begrenzt ist. Die Durchgänge 59 dienen zusammen mit dem Ventilelement 61 als erstes Rückschlagventil 63, dessen Ventilsitz durch die dem Kolben 35 zugewandte, ebene Stirnfläche des Endteils 17 gebildet ist.

Der Endteil 17 des Gehäuses 11 ist ferner mit einem zentralen, zur Achse 45 koaxialen Durchgang 65 versehen, der einen sich von der Pumpkammer 33 weg erweiternden, einen Ventilsitz bildenden Abschnitt aufweist. Im Durchgang 65 ist ein zum Beispiel kugelförmiges Ventilelement 67 bewegbar gehalten, das durch eine Feder 69 gegen den Ventilsitz gedrückt wird. Der Durchgang 63 dient zusammen mit dem Ventilelement 65 und der Feder 69 als zweites Rückschlagventil 71. Eine am Endteil 17 befestigte, dicht mit dem Durchgang 65 verbundene, etwa aus einem Rohr bestehende Leitung 75 führt durch den Behälter-Innenraum 53 hindurch zu einer die Wandung des Behälters 51 durchdringenden Durchführung und bildet dort mit dieser zusammen einen Ausgang 77 für das gepumpte Fluid. Der Durchgang 65 bildet zusammen mit der Leitung 75 Fluid-Ableitmittel 65, 75, welche die Pumpkammer 33 mit dem Ausgang 77 verbinden.

Der Durchmesser des an den Kolben 35 anschliessenden Abschnitts der Kolbenstange 39 ist kleiner als der Durchmesser des Kolbens sowie der Buchsen-Innenfläche 15c. Der hülsenförmige Träger 13 ist zwischen der Buchse 15 und der Durchführung 13b mit mindestens einem seinen Mantel durchdringenden Loch 79 und nämlich mit mindestens zwei über seinen Umfang verteilten Löchern 79 versehen. Diese münden in einen freien, die Kolbenstange 39 umschliessenden Bereich des

Innenraums 31 des Gehäuses 11. Der Kolben 35 besitzt ein von seiner der Pumpkammer 33 zugewandten Stirnseite her in ihn gebohrtes Sackloch 81. Dieses besitzt einen sich in Richtung zum Endteil 17 des Gehäuses 11 hin konisch erweiternden Mündungsabschnitt, der als Ventilsitz 83 dient. Der Kolben ist auf seiner der Antriebsvorrichtung 3 zugewandten und der Pumpkammer 33 abgewandten Seite zwischen seiner zylindrischen Mantelfläche und der Kolbenstange 39 durch eine konische Ringfläche begrenzt, von der aus geneigte Löcher 85 in den Kolben gebohrt sind, die in den Grundabschnitt des Sacklochs 81 münden. In dieses ist zwischen dessen Grundabschnitt und dem Ventilsitz 85 ein Führungskörper 87 eingesetzt, der im mittleren Teil einen buchsen- und/oder nabenartigen Mittelabschnitt aufweist. Von diesem ragen um ihn herum verteilte, rippen- oder flügelartige Vorsprünge nach aussen, deren freie Ränder in das Sackloch 81 eingepresst sind und den Führungskörper in diesem festhalten, wobei eventuell noch zusätzliche Sicherungsmittel und/oder Befestigungsmittel vorhanden sind, um den Führungskörper 87 zu sichern und starr im Kolben zu fixieren. Zwischen den einander benachbarten, rippen- oder flügelartigen Vorsprüngen des Führungskörpers sind um dessen nabenartigen Mittelabschnitt herum verteilte Kanäle 89 vorhanden. Die Anzahl Kanäle 89 ist beispielsweise gleich der Anzahl Löcher 85 und kann zum Beispiel je nach der Grösse und vorgesehenen Förderleistung der Pumpe etwa vier bis acht betragen. Ein Ventilelement 91 hat einen zur Achse 45 koaxialen Teller mit einem konischen, in den konischen Ventilsitz 83 hineinpassenden Abschnitt und auf seiner dem Endteil 17 zugewandten Seite einen kurzen, zylindrischen Vorsprung, dessen Durchmesser etwas kleiner ist als der Durchmesser der Durchgangsöffnung 61a des Ventilelements 61 des ersten Rückschlagventils. Das Ventilelement 91 ist starr mit einem Bolzen 93 verbunden und beispielsweise mit diesem zusammen aus einem einstückigen Körper gebildet. Der Bolzen 93 durchdringt das Führungsloch 87a des Führungskörpers 87, ist in diesem parallel zur Verschieberichtung des Kolbens verschiebbar geführt und an seinem dem Ventilelement 91 abgewandten Ende mit einem Gewinde versehen, auf das eine Mutter 95 aufgeschraubt ist. Zwischen dieser und dem nabenartigen Mittelabschnitt des Führungskörpers 87 ist mindestens eine Feder 97, nämlich eine den Bolzen 93 umschliessende Schraubenfeder angeordnet, die auf die Mutter 95 und über den Bolzen 93 eine vom Endteil 17 weg zur Antriebsvorrichtung 3 hin gerichtete Kraft auf das Ventilelement 91 ausübt. Die freien Bereiche des Sacklochs 81 bilden zusammen mit den Löchern 85 und den Kanälen 89 einen Durchgang. Dieser verbindet den zwischen dem Kolben 35 und der Durchführung 13b vorhandenen, freien Bereich des Gehäuse-Innenraums 31 durch den Kolben 35 hindurch fluidmässig mit der Pumpkammer 33 und bildet zusammen mit dem in ihm vorhandenen Ventilsitz 83, dem Ventilelement 91, dem Bolzen 93, der Mutter 95 und der Feder 97 ein drittes, das Einströmen von Fluid in die Pumpkammer 33 ermöglichendes Rückschlagventil 99.

Das Gehäuse 11 besteht zumindest im wesentlichen aus metallischen, vorzugsweise aus rostfreiem Stahl hergestellten Teilen, wobei die Buchse 15 beispielsweise aus gehärtetem rostfreiem Stahl besteht. Der Kolben 35 besteht beispielsweise aus einer Beryllium-Kupfer-Legierung. Das Ventilelement 61 besteht etwa aus rostfreiem Stahl, das Ventilelement 67 aus metallischem Material, etwa ebenfalls rostfreiem Stahl, und/oder Polytetrafluoräthylen und das Ventilelement 91 aus einem metallischen Material, wie einer Beryllium-Kupfer-Legierung oder der unter dem Namen Monel bekannten Kupfer-Nickel-Legierung.

Beim Betrieb der Pumpe wird der Eingang 57 beispielsweise mit einem Reservoir verbunden, welches das zu pumpende Fluid, d.h. verflüssigtes Gas enthält. Der im Reservoir vorhandene Druck ist mindestens gleich dem UmgebungsLuftdruck und vorzugsweise etwas grösser als dieser, so dass das Fluid durch den im Reservoir vorhandenen Druck zum Eingang 57 der Pumpe und in den Innenraum 53 von deren Behälter 51 hineingedrückt wird. Der Behälter 51 ist noch mit einem Gasablass 101 versehen, dessen inneres Ende sich in der Nähe des obersten Bereichs des Behälter-Innenraums 53 befindet. Der Gasablass 101 ist beispielsweise über eine Gas-Rückleitung mit dem erwähnten Reservoir oder über ein Überdruckventil mit der Umgebung verbunden. Der Ausgang 77 für das verflüssigte und mit der Pumpe verdichtete Gas kann beispielsweise mit einer Verdampfungs- und Füllvorrichtung verbunden sein, um das nun wieder gasförmige, aber stark verdichtete Fluid in den Druckbehälter abzufüllen.

Beim Betrieb der Pumpe strömt durch den Eingang 57 mindestens zur Hauptsache aus verflüssigtem Gas bestehendes Fluid in den Innenraum 53 des Behälters 51. Das verflüssigte Gas steigt im Behälter beispielsweise bis zum Niveau 111, über dem sich dann durch Verdampfen wieder in den gasförmigen Aggregatzustand gelangtes, in der Figur 1 durch Blasen angedeutetes Fluid befindet. Die sich innerhalb des Behälter-Innenraums 53 befindenden Teile des Gehäuses 11 und also insbesondere dessen Buchse 15 und Endteil 17, die zusammen den eigentlichen Pumpzylinder bilden, sind beim Betrieb der Pumpe von unter Niederdruck stehendem, d.h. vom Eingang zugeführtem, noch nicht gepumptem, verflüssigtem Gas umgeben. Die beim Pumpen infolge der Reibung des Kolbens 35 in der Buchse 15 erzeugte Reibungswärme sowie auch die von der Kolbenstange 39 in der Durchführung 13b erzeugte Reibungswärme und die allenfalls in der Pumpkammer 33 sowie den drei Rückschlagventilen erzeugte Wärme kann daher zu einem grossen Teil an das im Behälter-Innenraum 53 vorhandene, unter Niederdruck stehende, verflüssigte Gas abgegeben werden, wobei diese Wärme dann als Verdampfungswärme verbraucht und mit dem dabei entstehenden Dampf aus dem Behälter 51 abtransportiert wird.

Beim Pumpen schiebt die Antriebsvorrichtung 3 den Kolben 35 abwechselnd entlang der horizontalen Achse 45 hin und her. Wenn sich der Kolben im nachfolgend als Saugtakt bezeichneten Zeitintervall

in den Figuren 1 und 2 nach links, d.h. vom Endteil 17 weg bewegt, wie es beim Zeichnen der Ventilelemente angenommen wurde, saugt er in der durch Pfeile angedeuteten Weise Fluid aus dem Behälter-Innenraum 53 durch das erste Rückschlagventil 63 sowie durch die Löcher 79 und den Durchgang des dritten Rückschlagventils 99 in die Pumpkammer 33 hinein. Wenn sich der Kolben dann im nachfolgend als Verdichtungstakt bezeichneten Zeitintervall in der entgegengesetzten Richtung bewegt, drückt er Fluid aus der Pumpkammer 33 heraus über das zweite Rückschlagventil 71 zum Ausgang 77.

Nachdem die allgemeine Arbeitsweise der Pumpe beschrieben wurde, sollen nun noch einige Einzelheiten des Pumpvorgangs näher erläutert werden. Im Verdichtungstakt, in dem sich der Kolben 35 zum Endteil 17 hin bewegt, presst das in der Pumpkammer 33 vorhandene Fluid das Ventilelement 61 an den Gehäuse-Endteil 17 und das Ventilelement 91 in den Kolben 35 hinein gegen den Ventilsitz 83, so dass das erste Rückschlagventil 63 sowie das dritte Rückschlagventil 99 geschlossen sind, während das zweite Rückschlagventil 71 selbstverständlich offen ist. Die Feder 97 ist so bemessen, dass sie nur eine verhältnismässig kleine Kraft erzeugt, die gerade ausreicht, um das Ventilelement 91, wenn keine anderen Kräfte auf dieses einwirken, zum Anliegen am Ventilsitz 83 zu bringen. Wenn nun der Kolben 35 am Ende eines Verdichtungstaktes bis zum Stillstand abgebremst und dann am Anfang des Saugtaktes in der vom Endteil 17 weg verlaufenden Richtung beschleunigt wird, sind die durch die Trägheit auf das Ventilelement 91 ausgeübten Kräfte bestrebt, das Ventilelement 91 vom Ventilsitz 83 abzuheben. Diese Trägheitskräfte werden dann noch durch den Staudruck des sich auf der linken Seite des Ventilelements 91 befindenden Fluids unterstützt. Dies hat zur Folge, dass das dritte Rückschlagventil 99 am Anfang eines Saugtaktes sehr rasch geöffnet wird. Dadurch kann weitgehend vermieden werden, dass in der besonders kritischen Anfangsphase des Saugtaktes in der Pumpkammer ein das Verdampfen von verflüssigtem Gas bewirkender Druckabfall entsteht. Wenn sowohl das erste als auch das dritte Rückschlagventil offen sind, ergeben sie zusammen einen verhältnismässig grossen Durchlassquerschnitt, was der Entstehung von Druckabfällen und dem Verdampfen von verflüssigtem Gas ebenfalls entgegenwirkt. Die bereits erwähnte Tatsache, dass beim Pumpen in der Pumpkammer 33 und deren Umgebung durch Reibung und/oder in anderer Weise erzeugte Wärme an das im Behälter-Innenraum 53 vorhandene, die Buchse 15 und den Endteil 17 umgebende, verflüssigte Gas abgegeben werden kann, hilft ebenfalls mit, das Verdampfen von verflüssigtem, sich in der Pumpkammer befindendem Gas zu vermeiden.

Das Ventilelement 91 kann beispielsweise derart ausgebildet sein, dass die dem Endteil 17 zugewandte Ringfläche seines konischen Abschnitts, wenn es in seiner Schliessstellung am Ventilsitz 83 anliegt, etwa bündig mit der Stirnfläche des Kolbens ist. Ferner kann der Verschiebeweg des Kolbens derart festgelegt werden, dass er und die genannte Ringfläche des Ventilelements 91 am Ende des

Verdichtungstaktes, wenn das Ventilelement 61 am Endteil 17 anliegt, ihrerseits mindestens annähernd am Ventilelement 61 anliegen und dass der Vorsprung des Ventilelements 91 in die zentrale Öffnung 61a des Ventilelements 61 hinein ragt. Wenn diese Bedingungen erfüllt sind, wird das freie Volumen der Pumpkammer am Ende des Verdichtungstaktes nahezu auf Null reduziert, so dass sich in der Pumpkammer 33 und zwischen dieser und den Ventilsitzen der drei Rückschlagventile praktisch kein toter Raum ergibt.

Die Pumpe kann selbstverständlich in verschiedener Hinsicht modifiziert werden. Beispielsweise kann der Eingang 57 statt radial - wie in Figur 1 gezeichnet - parallel zur Kolbenachse durch die sich in der Figur 1 rechts befindende Stirnwand des Behälters 51 hindurch in dessen Innenraum 53 einmünden. Ferner kann dann im Innenraum des Behälters zwischen dem Eingang 57 und den Durchgängen des ersten und dritten Rückschlagventils noch ein Filtersieb angeordnet sein, dass zur Erzielung einer grossen Oberfläche beispielsweise konusförmig ausgebildet sein kann. Zudem können die Durchgänge der drei Rückschlagventile und deren übrige Ausbildung auf mannigfaltige Weise geändert werden. Der als Stirnwand des Gehäuses 11 dienende Endteil 17 kann zum Beispiel durch einen - in axialer Richtung gemessen - dickeren Endteil ersetzt werden, dessen Mantelfläche mit einer Ringnut versehen ist, die sich von ihrem Grund nach aussen erweitert. Die den Durchgängen 59 entsprechenden Durchgänge können dann bei ihren der Pumpkammer 33 abgewandten Enden statt wie bei der Figur 2 in die der Buchse 15 abgewandte Stirnfläche des Endteils 17 in die in dessen Mantelfläche vorhandene Ringnut münden.

Ferner kann stattdessen oder zusätzlich zum Beispiel mindestens eine Feder vorgesehen werden, die das bewegbare Ventilelement des ersten Rückschlagventils mit einer vom Kolben 35 weg zum Gehäuse-Endteil 17 hin gerichteten Kraft beaufschlägt. Das Ventilelement des ersten Rückschlagventils kann zu diesem Zweck beispielsweise auf seiner dem Kolben abgewandten Seite mit mindestens einem in ein Loch des Gehäuses-Endteils hineinragenden Finger versehen sein, auf dessen dem Kolben abgewandten Ende eine Mutter aufgeschraubt ist. Auf dem Finger kann dann eine Schraubenfeder gehalten sein, die einenends an einer Radialfläche des Gehäuse-Endteils und anderenends an der besagten Mutter angreift. Das den Finger aufnehmende und führende Loch des Gehäuse-Endteils kann beispielsweise coaxial zum Kolben im Gehäuse-Endteil und also an der Stelle angeordnet sein, an der sich in der Figur 2 der Durchgang 65 des zweiten Rückschlagventils befindet. In diesem Fall könnte der Durchgang des zweiten Rückschlagventils dann beispielsweise in radialer Richtung durch den Mantel der Buchse 15 hindurch in die Pumpkammer 33 einmünden.

Des weiteren kann das bewegbare Ventilelement 67 des zweiten Rückschlagventils 71 statt aus einer Kugel aus einem anders geformten Körper, zum Beispiel aus einer Hülse bestehen, die am ventilsitzseitigen Ende durch eine Stirnwand abgeschlossen

ist und in deren anderes, offenes Ende eine der Feder 69 entsprechende Feder angreift.

Der zur Führung des Bolzens 93 des dritten Rückschlagventils dienende Führungskörper 87 kann aus einer Buchse gebildet sein, die aussen eine rund um ihre Achse herum zusammenhängende, zylindrische Mantelfläche besitzt. Die Buchse kann analog wie es für den Führungskörper 87 beschrieben ist, in das Sackloch 81 eingepresst und im Kolben zusätzlich mit Sicherungs- und/oder Befestigungsmitteln fixiert sein. Die letzteren können zum Beispiel mindestens eine Madenschraube und beispielsweise mehrere solche aufweisen, die unter einer der Dichtungen des Kolbens über dessen Umfang verteilt in radiale Gewindebohrungen des Kolbenmantels eingeschraubt sind und mit ihren der Kolbenachse zugewandten, beispielsweise kegelförmigen Enden in Löcher der den Führungskörper bildenden Buchse eingreifen. Die in der Figur 2 ersichtlichen Kanäle 89 können dann durch um die Achse und des dem Führungsloch 87a entsprechende Loch der Buchse herum verteilte Löcher, vorzugsweise Bohrungen gebildet sein.

Patentansprüche

1. Pumpe zum Pumpen eines verflüssigten Gas aufweisenden Fluids, mit einem Eingang (57) sowie einem Ausgang (77) für das Fluid, einem Gehäuse (11), das einen Innenraum (31) enthält, in welchem ein Kolben (35) verschiebbar geführt ist, den Eingang (57) mit einer zwischen einem Endteil (17) des Gehäuses (11) und dem Kolben (35) vorhandenen Pumpkammer (33) des Innenraumes (31) verbindenden, ein erstes Rückschlagventil (63) aufweisenden Fluid-Zuleitmitteln (53, 59) und die Pumpkammer (33) mit dem Ausgang (77) verbindenden, ein zweites Rückschlagventil (71) aufweisenden Fluid-Ableitmitteln (65, 75), dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (35) ein drittes Rückschlagventil (99) aufweist, über das der Eingang (57) mit der Pumpkammer (33) verbunden ist und das zum Einlassen von Fluid in diese ausgebildet ist.

2. Pumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das dritte Rückschlagventil (99), einen bezüglich des Kolbens (35) festen Ventilsitz (83) und ein Ventilelement (91) aufweist, das in einer Schliessstellung am Ventilsitz (83) anliegt und in Richtung zum Endteil (17) hin von diesem wegbewegbar ist.

3. Pumpe nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch eine Feder (97), die auf das Ventilelement (91) des dritten Rückschlagventils (99) eine zu dessen Ventilsitz (83) hin gerichtete Kraft ausübt.

4. Pumpe nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (35) auf seiner an die Pumpkammer (33) angrenzenden Stirnseite eine den Ventilsitz (83) des dritten Rückschlagventils (99) bildende Vertiefung be-

sitzt, dass das Ventilelement (91) des dritten Rückschlagventils (99) mit einem Bolzen (93) verbunden ist, dass im Kolben (35) ein den Bolzen (93) verschiebbar führendes Führungsloch (87a) vorhanden ist und dass die Vertiefung über mindestens zwei im Kolben (35) vorhandene, um das Führungsloch (87a) herum verteilte Kanäle (89) mit dem Eingang (57) verbunden ist.

5. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingang (57) fluidmässig mit einem sich auf der dem Endteil (17) abgewandten Seite des Kolbens (35) befindenden Bereich des Innenraums (31) des Gehäuses (11) verbunden ist und dass das dritte Rückschlagventil (99) einen mindestens einen Teil des Kolbens (35) durchdringenden Durchgang (81, 85, 89) mit mindestens einem in den genannten Innenraum-Bereich mündenden Loch (85) und vorzugsweise mindestens zwei solche Löcher (85) besitzt, deren, in den genannten Innenraum-Bereich mündenden Mündungen und die Achse (45) des Kolbens (35) herum und beispielsweise um eine diesen mit einer Antriebsvorrichtung (3) verbindende Kolbenstange (39) herum verteilt sind.

6. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Rückschlagventil (63) mindestens einen den Endteil (17) durchdringenden Durchgang (59) und ein in der Verschieberichtung des Kolbens (35) bewegbar gehaltenes Ventilelement (61) aufweist.

7. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Fluid-Ableitmittel (65, 75) einen den Endteil (17) durchdringenden Durchgang (65) aufweisen, der einen Ventilsitz für das zweite Rückschlagventil (71) bildet und ein zu diesem gehörendes, bewegbares Ventilelement (67) enthält, an dem vorzugsweise eine Feder (69) angreift, wobei dieser Durchgang (65) der Fluid-Ableitmittel (65, 75) vorzugsweise coaxial zur Achse (45) des Kolbens (35) angeordnet ist, das Ventilelement (61) des ersten Rückschlagventils (63) vorzugsweise in der Pumpkammer (33) zwischen dem Endteil (17) und dem Kolben (35) angeordnet ist sowie eine zur Längsmittelachse (45) des Kolbens (35) koaxiale, Durchgangsöffnung (61a) hat und das erste Rückschlagventil (63) vorzugsweise mindestens zwei den Endteil (17) durchdringende, um den Durchgang (65) der Fluid-Ableitmittel (65, 75) herum verteilte Durchgänge (59) aufweist.

8. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass sich zumindest der Endteil (17) und derjenige, restliche Teil (15) des Gehäuses (11), dessen Innenfläche mit dem Kolben (35) in Berührung kommt, im Innenraum (53) eines mindestens zum Teil eine wärmeisolierende Wandung besitzenden Behälters (51) befinden, dass der Eingang (57) über den Innenraum (53) des Behälters (51) mit dem ersten Rückschlagventil (63) sowie mit dem dritten Rückschlagventil (99) verbunden ist und

dass der Behälter (51) einen Auslass (101) zum Ablassen von in den gasförmigen Aggregatzustand gelangten Fluid besitzt.

9. Pumpe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet dass die Achse (45) des Kolbens (35) horizontal ist und sich unterhalb der ebenfalls horizontalen Achse (55) des Behälters (51) befindet.

10. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass sie ausschliesslich den genannten Kolben (35) und keine andern Kolben aufweist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

7

Fig. 1

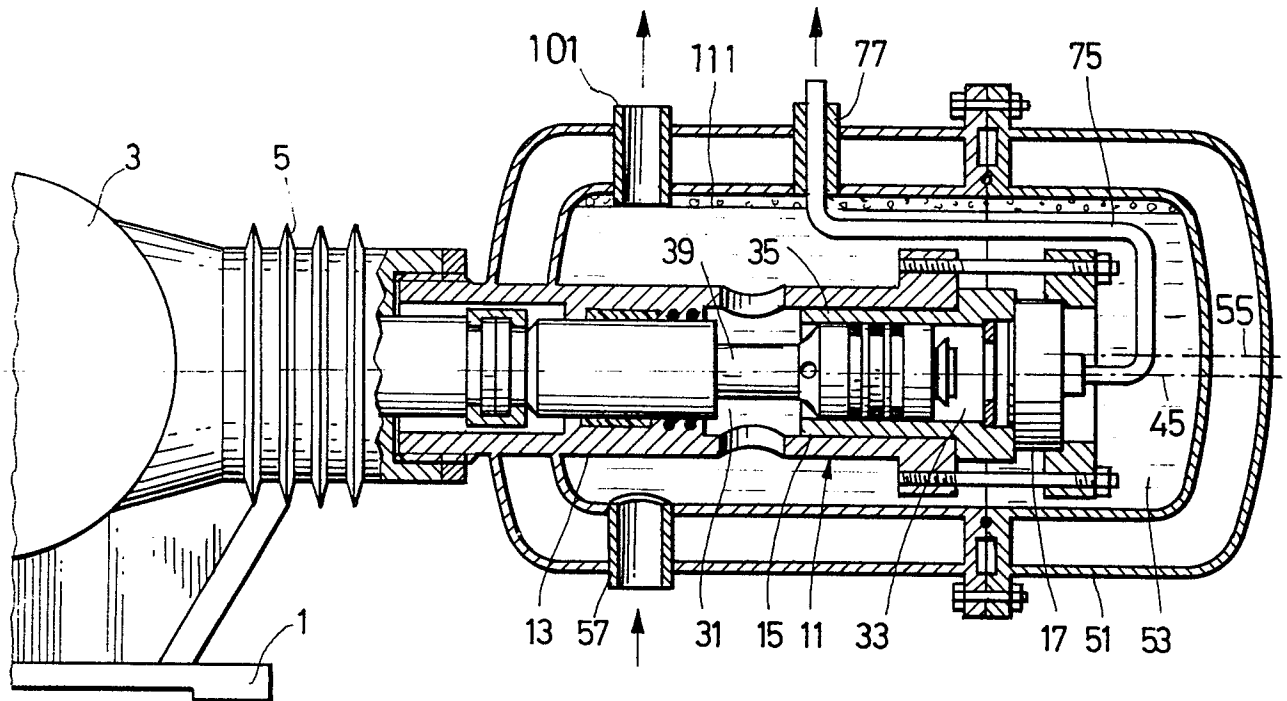


Fig. 2

