

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 641 936 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **94108470.9**

51 Int. Cl.<sup>8</sup>: **F04B 43/067**, F04B 43/00

22 Anmeldetag: **01.06.94**

30 Priorität: **19.08.93 DE 4327969**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**08.03.95 Patentblatt 95/10**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

71 Anmelder: **LEWA Herbert Ott GmbH + Co.**  
**Ulmer Strasse 10**  
**D-71229 Leonberg (DE)**

72 Erfinder: **Horn, Waldemar**  
**Wasenweg 15**  
**D-71299 Wimsheim (DE)**

74 Vertreter: **Zeitler & Dickel**  
**Patentanwälte**  
**European Patent Attorneys**  
**Herrnstrasse 15**  
**D-80539 München (DE)**

54 **Hydraulisch angetriebene Membranpumpe.**

57 Bei einer hydraulisch angetriebenen Membranpumpe mit einer aus wenigstens zwei Einzellagen (1a, 1b) bestehenden Membran (1) ist im mittleren Bereich der Membran (1) ein mit der Membran (1) in Anlage gehaltenes und sich zusammen mit der Membran (1) bewegendes formstabiles Versteifungselement (25, 26; 42) vorgesehen. Die Ein- und Auslaßkanäle (14, 15) der Membranpumpe münden hierbei zumindest größtenteils radial innerhalb des Versteifungselements (25, 26; 42) in den Förderraum, so daß sie vom Versteifungselement (25, 26; 42) entsprechend überdeckt sind.

**EP 0 641 936 A1**

Die Erfindung betrifft eine hydraulisch angetriebene Membranpumpe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei hydraulisch angetriebenen Membranpumpen ist es zur Aufrechterhaltung einer einwandfreien Funktion von großer Bedeutung, daß im Hydraulikraum stets die vorgesehene Menge an Hydraulikflüssigkeit vorhanden ist, eine ordnungsgemäße Membranbewegung sichergestellt wird und Beanspruchungen vermieden werden, die zu einer Beschädigung der Membran führen könnten.

Zum Ausgleich eines Hydraulikflüssigkeitsdefizits im Hydraulikraum ist es aus der DE-PS 23 33 876 bekannt, eine membranlagengesteuerte Leckergänzungseinrichtung vorzusehen. Dies bedeutet, daß die Membran selbst die Betätigung eines Steuerventils übernimmt, wobei ein mit der Membran verbundener Steuerschieber, der im Pumpenkörper verschiebbar geführt ist, in der Saughubendstellung der Membran eine Verbindung von einem Vorratsraum für die Hydraulikflüssigkeit zum Hydraulikraum öffnet. Die Leckergänzung kann und soll dabei nur dann erfolgen, wenn die Membran eine vorbestimmte Grenzposition am Ende des Saughubes erreicht hat.

Weitere Ausführungsformen derartiger Leckergänzungseinrichtungen von Membranpumpen sind in DE-PS 28 43 054 sowie in FR-PS 24 92 473 beschrieben.

Die Steuerung der Leckergänzung durch die Membranlage bringt im Vergleich zur druckgesteuerten Leckergänzung mit einem Schnüffelventil eine Reihe von Vorteilen. So können einerseits große Saughöhen überwunden werden, wobei die Saughöhe allein durch den Dampfdruck der Förderflüssigkeit und Hydraulikflüssigkeit begrenzt ist. Andererseits sind Überladungen des Hydraulikraums, wie sie bei der druckgesteuerten Leckergänzung durch Unterdruckspitzen auftreten können, ausgeschlossen. Derartige ausgeprägte Unterdruckspitzen treten vorzugsweise bei großen Hochdruckmembranpumpen zu Beginn der Saughphase auf, wenn die Flüssigkeitssäule in der Saugleitung beim Öffnen des Saugventils ruckartig beschleunigt wird. Schließlich ermöglicht die membranlagengesteuerte Leckergänzung das Anschnüffeln von Hydraulikflüssigkeit bei einem geringen Differenzdruck von beispielsweise weniger als 0,3 bar, d.h. der Absolutdruck bleibt bei etwa 0,7 bar. Dadurch kann die Gasbildung im Hydraulikraum weitgehend vermieden werden, was entsprechende Vorteile hinsichtlich der Förderleistung und der Fördergenauigkeit erbringt. Demgegenüber erfordert die druckgesteuerte Leckergänzung eine relativ hohe Einstellung des Differenzdruckes am Schnüffelventil von beispielsweise 0,6 bar, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten. Die dadurch bewirkte Druckabsenkung im Hydraulikraum während des

Schnüffelvorgangs auf beispielsweise 0,4 bar Absolutdruck führt zu einer verstärkten Gasbildung. Dies hat eine verminderte Förderleistung und Fördergenauigkeit zur Folge.

5 In der Praxis hat sich jedoch gezeigt, daß diese bekannten Membranpumpen noch bestimmte Schwächen aufweisen, deren Beseitigung wünschenswert ist. So muß vor Inbetriebnahme der Pumpe dafür gesorgt werden, daß die Membran in Bezug auf den Kolben auf keinen Fall zu weit in Richtung Förderraum ausgelenkt ist. Im Hydraulikraum darf sich weiterhin nur eine vorbestimmte Menge an Hydraulikflüssigkeit befinden, da eine zu große Menge an Hydraulikflüssigkeit beim ersten ausgeführten Druckhub des Kolbens zu einer Überdehnung oder gar zum Bersten der Membran führen würde. Mit einer unkorrekten Menge an Hydraulikflüssigkeit im Hydraulikraum ist jedoch immer dann zu rechnen, wenn während einer Betriebspause ein Unterdruck am Saugventil oder Druckventil des Förderraums ansteht. Der z.B. am Saugventil herrschende Unterdruck kann sich über das statisch nie ganz dichte Saugventil in den Förderraum sowie in den Hydraulikraum fortpflanzen und führt dann dazu, daß Hydraulikflüssigkeit, z.B. über die Kolbenabdichtung, vom Vorratsraum in den Hydraulikraum gesaugt wird.

Um zu vermeiden, daß die Membran zur Verhinderung von Membranschäden vor dem Start der Membranpumpe jedesmal neu manuell positioniert werden muß, ist es aus der DE-OS 41 41 670 bereits bekannt, sowohl in der Saughub- als auch in der Druckhubgrenzstellung der Membran eine Membranhubbegrenzung vorzusehen. Diese erfolgt in der Saughubgrenzstellung auf rein mechanische Weise, nämlich mittels eines Stütztellers, an den sich die Membran in der Saughubgrenzstellung anlegt. In der Druckhubgrenzstellung wird die Membranhubbegrenzung dagegen rein hydraulisch bewirkt, indem ein Ventilglied, das am kolbenseitigen Ende eines Steuerschiebers einer Leckergänzungsvorrichtung vorgesehen ist, die hydraulische Verbindung vom Kolbenarbeitsraum zum Membranarbeitsraum unterbricht, wobei überschüssiges Hydrauliköl über ein Druckbegrenzungsventil in den Vorratsraum verdrängt wird.

Problematisch ist hierbei jedoch, daß die verwendete hydraulische Membranhubbegrenzung relativ aufwendig ist und keine Anzeigevorrichtungen vorhanden sind, die eine Beschädigung oder ein Bersten der Membran signalisieren würden.

Um eine Überwachung des Membranzustandes vornehmen zu können, ist es bei einer Membranpumpe der gattungsgemäßen Art (DE-OS 40 18 464) bereits bekannt, die Membran als Sandwichmembran auszuführen, wobei die Membran aus zwei in Abstand gehaltenen Einzellagen besteht. Der Zwischenraum zwischen den Einzellagen ist

mit einer Anzeigevorrichtung verbunden, die anspricht, sobald sich beim Bruch einer Einzellage der Flüssigkeitsdruck - entweder vom Förderraum oder vom Druckraum - in den Membranzwischenraum fortpflanzt. Um bei dieser bekannten Membranpumpe das insbesondere im Saughub auftretende gegenseitige Abheben der Einzellagen zu vermeiden, sind diese an einer Vielzahl von Stellen, insbesondere durch Schweißen, verbunden. Bei dieser bekannten Membranpumpe können die Ein- und Auslaßkanäle jedoch nicht derart groß dimensioniert werden, wie es für hochviskose Fördermedien häufig wünschenswert wäre. Dies ergibt sich daraus, daß es beim Anfahren der Pumpe, wie bereits erwähnt, vorkommen kann, daß die Membran mit hohem Druck gegen die Förderraum-Begrenzungswand des Pumpendeckels gedrückt wird. Große Ein- und Auslaßkanäle hätten dann unter Umständen zur Folge, daß es zu einem "Durchschießen" der Membran an diesen Stellen kommt. Aus diesem Grund ist es bei der bekannten Membranpumpe auch erforderlich, daß die Ein- und Auslaßkanäle in unmittelbarer Nähe des Einspannrandes der Membran angeordnet sind, was jedoch erhöhte pumpeninterne Druckverluste und eine Verschlechterung des Wirkungsgrades zur Folge hat.

Ausgehend von diesem Stand der Technik, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Membranpumpe der eingangs genannten Art zu schaffen, die eine hohe Funktionssicherheit sowie einen verbesserten Wirkungsgrad aufweist und universell einsetzbar ist.

Die Merkmale der zur Lösung dieser Aufgabe geschaffenen Erfindung ergeben sich aus Anspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen hiervon sind in den weiteren Ansprüchen beschrieben.

Bei der erfindungsgemäßen Membranpumpe ist im mittleren Bereich der Membran ein mit der Membran in Anlage gehaltenes und sich zusammen mit der Membran bewegendes formstabiles Versteifungselement vorgesehen. Außerdem münden die Ein- und Auslaßkanäle zumindest größtenteils radial innerhalb des Versteifungselements in den Förderraum, so daß sie vom Versteifungselement entsprechend überdeckt sind.

Durch das erfindungsgemäß vorgesehene formstabile Versteifungselement im mittleren Bereich der Membran wird die Funktionssicherheit einer hydraulisch angetriebenen Membranpumpe bedeutend erhöht. Dies ergibt sich insbesondere daraus, daß das Versteifungselement die Membran auch im Bereich der Ein- und Auslaßkanäle großflächig abstützt, falls beispielsweise beim Anfahren der Pumpe die Membran in ihre Druckhubgrenzstellung gedrückt wird. Ein "Durchschießen" der Membran kann auf diese Weise zuverlässig verhindert werden. Von besonderem Vorteil ist dabei, daß

die Ein- und Auslaßkanäle ohne weiteres relativ nahe der Mittelachse des Förderraumes angeordnet werden können, d.h. in demjenigen Bereich, in dem der größte Membranhub stattfindet. Außerdem können die Ein- und Auslaßkanäle sehr groß dimensioniert werden. Aufgrund großer, nahe beieinanderliegender Ein- und Auslaßkanäle können die pumpeninternen Druckverluste wesentlich reduziert und der Einsatzbereich der Pumpe vergrößert werden, da auch hochviskose Medien problemlos gefördert werden können.

In gleicher Weise wie auf der Förderraumseite trägt das erfindungsgemäße Versteifungselement auch auf der Hydraulikraumseite zur Membranschonung bei, falls das Versteifungselement derart dimensioniert und angeordnet wird, daß es auch Ein- und Abführkanäle für die Hydraulikflüssigkeit überdeckt. In diesem Fall wirkt das Versteifungselement auch in der Saughubgrenzstellung der Membran als ein die Membran verstärkendes bzw. versteifendes Abstützorgan.

Eine weitere Membranschonung ergibt sich daraus, daß die Membran im Bereich des Versteifungselements keinen Biegebeanspruchungen unterworfen ist. Bei einer entsprechenden Ausgestaltung des Versteifungselements wird außerdem sichergestellt, daß die Membran rotationssymmetrisch beaufschlagt wird, was ebenfalls bedeutend zur Membranschonung beiträgt.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist auf der Förderraumseite eine mit dem Versteifungselement in der Druckhubgrenzstellung zusammenwirkende Pumpendeckel-Anschlagfläche und auf der Hydraulikraumseite eine mit dem Versteifungselement direkt oder über ein Zwischenelement zusammenwirkende Pumpenkörper-Anschlagfläche für eine beidseitig mechanische Hubbegrenzung der Membran vorgesehen. Hydraulische Hubbegrenzungsmittel, beispielsweise zur Begrenzung des Druckhubes, sind auf diese Weise nicht erforderlich.

Vorteilhafterweise liegt das Versteifungselement an der Außenfläche der Membran an. Bei einer derartigen Anordnung bewirkt das Versteifungselement einen zusätzlichen Schutz der Membran sowohl in chemischer Hinsicht, indem es Schutz vor aggressiven Medien bietet, als auch in mechanischer Hinsicht, indem es die mechanische Beanspruchung der Membran in ihrem Hauptbeanspruchungsbereich durch das zu fördernde Medium verringert. Ein derartiges Versteifungselement stellt außerdem ein Schutzelement dar, wenn die Membran in ihrer Druckhubgrenzstellung an die entsprechende Anschlagfläche des Pumpendeckels anschlägt.

Zweckmäßigerweise besteht das Versteifungselement aus einem förderraumseitigen und einem hydraulikraumseitigen Kopplungsglied, zwischen

denen die Einzellagen der Membran eingespannt und dadurch mechanisch miteinander verbunden sind. Auf diese Weise verhindert das erfindungsgemäße Versteifungselement zuverlässig ein gegenseitiges Abheben der Membranlagen während des Saughubes. Eine dadurch verursachte Beeinträchtigung der Saug- und Pumpleistung kann daher sicher vermieden werden. Außerdem wird verhindert, daß durch das gegenseitige Abheben der Membranlagen Druckänderungen zwischen den Membranlagen auftreten, die zum Ansprechen einer angeschlossenen Membranbruchanzeigevorrichtung führen, obwohl keine Membranundichtigkeit vorliegt.

Vorteilhafterweise sind die Kopplungsglieder derart ausgebildet, daß sie in der Druckhub- bzw. Saughubgrenzstellung zusammen mit zugeordneten Pumpenkörper- und Pumpendeckelflächen jeweils eine der natürlichen Membrangeometrie angepaßte, zumindest im wesentlichen durchgehende Abstützfläche für die Membran bilden. Eine derartige Ausgestaltung trägt wesentlich zur Membranschonung bei.

Von besonderem Vorteil ist, wenn die Kopplungsglieder als rotationssymmetrische Stützteller mit insbesondere ebenen Stirnflächen ausgebildet sind. Die der Membran abgewandte ebene Stirnfläche wirkt dabei als großflächige Anschlagfläche in der Druckhub- bzw. Saughubgrenzstellung, während die der Membran zugewandte ebene Stirnfläche als großflächige Abstützfläche für die Membran ausgebildet ist.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist das Versteifungselement zumindest teilweise mit einer Kunststoffschicht umhüllt. Diese Kunststoffschicht schützt das Versteifungselement einerseits vor aggressiven Medien und kann andererseits derart ausgelegt werden, daß es als Dämpfungsglied wirkt, wenn das Versteifungselement beispielsweise in der Druckhubgrenzstellung am Pumpendeckel anschlägt.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform weist das förderraumseitige Kopplungsglied ein stabartiges Befestigungsteil auf, das durch zentrale Durchgangslöcher in der Membran und dem hydraulikraumseitigen Kopplungsglied hindurchtritt und an einem Steuerschieber einer membranlagengesteuerten Leckergängungseinrichtung befestigt ist. Hierbei weist vorteilhafterweise auch der Steuerschieber eine durchgehende Längsbohrung auf, durch die das stabartige Befestigungsteil hindurchtritt, so daß es an dem dem Verdrängerkolben zugewandten Ende des Steuerschiebers festgelegt werden kann.

Eine einfache Ausbildung ergibt sich, wenn das hydraulikraumseitige Kopplungsglied integral, d.h. einstückig, mit dem Steuerschieber ausgebildet ist.

Gemäß einer abgewandelten Ausführungsform der Erfindung kann das Versteifungselement zwischen den Einzellagen der Membran angeordnet und mit diesen fest verbunden, insbesondere verklebt oder verschweißt sein. Bei einer derartigen Ausführungsform besteht das Versteifungselement ebenfalls vorzugsweise aus einer rotationssymmetrischen, ebenen Scheibe, was eine einfache Ausgestaltung des Versteifungselements und der zugeordneten Anschlagflächen im Pumpendeckel und Pumpenkörper ermöglicht.

Gemäß einer zweckmäßigen Ausführungsform ist das Versteifungselement zumindest teilweise unabhängig von einem hydraulikraumseitigen zentralen Stützteller zwischen seiner Saughub- und Druckhubendstellung bewegbar.

Vorteilhafterweise ist der Radius des Verstärkungselements gleich oder größer als der halbe Radius des im Förderraum liegenden Membranabschnitts. Hierdurch werden große Anschlag- bzw. Abstützflächen erzielt, die die mechanische Druckbelastung auf das Versteifungselement, den Pumpenkörper- bzw. Pumpendeckel sowie die Membran vermindern und gleichzeitig sicherstellen, daß die einzelnen Membranlagen sicher aneinander gehalten werden.

Vorteilhafterweise münden die Ein- und Auslaßkanäle derart in den Förderraum, daß ihr Mittelpunktsabstand von der zentralen Achse des Förderraums maximal 50 % des größten Förderaumaradius beträgt.

Die pumpeninternen Druckverluste können vorteilhafterweise weiterhin dadurch reduziert werden, daß die Ein- und Auslaßkanäle im Bereich ihrer förderraumseitigen Mündungen parallel zur Bewegungsrichtung der Membran ausgerichtet sind.

Da das Versteifungselement formstabil ausgebildet ist, ist es vorteilhaft, wenn die Membran-Einzellagen im Bereich zwischen Versteifungselement und randseitiger Einspannung eine Sicke aufweisen. Diese Sicke ermöglicht einerseits die gewünschte Bewegbarkeit der Membran und ist andererseits zweckmäßigerweise jedoch genügend steif ausgebildet, um das gegenseitige Abheben der einzelnen Membranlagen im Saughub zu verhindern.

Zweckmäßigerweise ist im Pumpendeckel eine Entlüftungsbohrung vorgesehen, die im geodätisch höchsten Punkt des Förderraumes in diesen mündet und mit dem Auslaßkanal in Verbindung steht. Diese Entlüftungsbohrung, die im Verhältnis zum Ein- bzw. Auslaßkanal relativ klein ausgeführt sein kann, dient der Entlüftung des Förderraums.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn im Pumpendeckel eine Feststoffteilchen-Abfuhrbohrung vorgesehen ist, die im geodätisch tiefsten Punkt des Förderraums in diesen mündet und mit dem Einlaßkanal in Verbindung steht. Diese Bohrung dient

dazu, sedimentierte Partikel abzuführen, um zu verhindern, daß diese zwischen Pumpendeckel und Membran eingeklemmt werden und zu Schäden an der Membran führen.

Zweckmäßigerweise steht der Hydraulikraum mit einem Druckbegrenzungsventil in Verbindung, da es beim Anfahren der Pumpe vorkommen kann, wie eingangs beschrieben, daß sich die Membran bzw. das Versteifungselement an den Pumpendeckel anlegen. Bewegt sich der Kolben daraufhin weiter in Richtung seiner Druckhubendstellung oder wird ein bestimmter vorgegebener Maximaldruck überschritten, wird überschüssiges Hydrauliköl über das Druckbegrenzungsventil in den Vorratsraum abgeführt. Danach arbeitet die Membran wieder in ihrem normalen Arbeitsbereich.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert. Diese zeigt in

- Fig. 1 schematisch im Querschnitt eine Membranpumpe gemäß der Erfindung,  
 Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung eines Versteifungselements in der Form zweier Kopplungsglieder, zwischen denen die Membran eingespannt ist, wobei das förderraumseitige Kopplungsglied mit Kunststoff ummantelt ist und  
 Fig. 3 eine Teildarstellung einer abgewandelten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Membranpumpe.

Aus Fig. 1 ist eine hydraulisch angetriebene Membranpumpe ersichtlich, die eine aus zwei voneinander getrennten Einzellagen 1a, 1b bestehende Membran 1, insbesondere aus Kunststoff, aufweist. Diese ist an ihrem Rand zwischen einem Pumpenkörper 2 sowie einem hieran stirnseitig lösbar festgelegten Pumpendeckel 3 eingespannt und trennt einen Förderaum 4 von einem mit Hydraulikflüssigkeit gefüllten Hydraulikraum 5, der den Kolbenarbeitsraum darstellt.

Die Membranpumpe weist einen hydraulischen Membranantrieb in Form eines oszillierenden Verdrängerkolbens 6 auf, der im Pumpenkörper 2 abgedichtet zwischen dem Kolbenarbeitsraum 5 und einem Vorratsraum 7 für die Hydraulikflüssigkeit verschiebbar ist. Der Kolbenarbeitsraum 5 steht über wenigstens eine im Pumpenkörper 2 angeordnete axiale Bohrung 8 mit einem membranseitigen Druckraum 9 in Verbindung, der den Membranarbeitsraum darstellt und zusammen mit dem Kolbenarbeitsraum 5 insgesamt den Hydraulikraum bildet. Wie ersichtlich, ist der Membranarbeitsraum 9 einerseits durch die Membran 1 sowie andererseits durch eine hintere (kolbenseitige) Kalotte 10 begrenzt. Diese hintere Begrenzungskalotte 10 wird durch die entsprechend ausgebildete Stirnfläche

des Pumpenkörpers 2 gebildet und stellt einen Teil derjenigen mechanischen Abstützfläche dar, an der sich die Membran 1 am Ende des Saughubes anlegt.

Gegenüber der kolbenseitigen Begrenzungskalotte 10 ist im Förderraum 4 eine durch die Stirnfläche des Pumpendeckels 3 gebildete vordere Begrenzungskalotte 11 gebildet. Der Pumpendeckel 3 ist in der üblichen Weise mit einem Einlaßventil 12 (Saugventil) sowie einem Auslaßventil 13 (Druckventil) versehen. Diese beiden Ventile 12, 13 stehen über einen Einlaßkanal 14 sowie einen Auslaßkanal 15 derart mit dem Förderraum 4 in Verbindung, daß das Fördermedium bei dem nach rechts gemäß Fig. 1 erfolgenden Saughub des Verdrängerkolbens 6 und damit der Membran 1 über das Saugventil 12 und den Einlaßkanal 14 in den Förderraum 4 angesaugt wird. Demgegenüber wird bei dem nach links gemäß Fig. 1 erfolgenden Druckhub der Membran 1 das Fördermedium über den Auslaßkanal 15 und das Druckventil 13 dosiert aus dem Förderraum 4 ausgetragen.

Um am Ende des Membransaughubes das Auftreten von Kavitation zu verhindern und für die aufgrund der Leckageverluste erforderliche Leckergängung zu sorgen, ist eine Leckergängungseinrichtung vorgesehen. Diese weist ein übliches federbelastetes Schnüffelventil 16 auf, das über einen Kanal 17 mit dem Vorratsraum 7 sowie über einen Kanal 18 und den Verbindungskanal 8 einerseits mit dem Kolbenarbeitsraum 5 und andererseits mit dem Membranarbeitsraum 9 in Verbindung steht.

Die Leckergängung wird durch ein Steuerventil gesteuert, das einen Steuerschieber 19 aufweist. Dieser ist achsgleich mit dem Verdrängerkolben 6 im Bereich des Verbindungskanals 8 zwischen Membranarbeitsraum 9 und Kolbenarbeitsraum 5 verschiebbar in einer entsprechenden Bohrung des Pumpenkörpers 2 geführt. An einer bestimmten Stelle des Umfangs des Steuerschiebers 19 ist eine umlaufende Nut 20 vorgesehen, die in der Saughubendstellung der Membran 1 die Verbindung zwischen dem Schnüffelventil 16 der Leckergängungseinrichtung und dem Hydraulikraum 5, 9 über die Kanäle 18, 8 - herstellt.

Die Einzellagen 1a, 1b der Membran 1 sind rotationssymmetrisch ausgebildet und weisen in ihrem randnahen Bereich Sicken 21 auf, die die freie Beweglichkeit der Lagen 1a, 1b zwischen ihrer Saughub- und Druckhubendstellung ermöglichen. Im Bereich dieser Sicken 21 verlaufen die Einzellagen 1a, 1b im Abstand zueinander, so daß ein Membranzwischenraum 22 gebildet wird. Dieser Membranzwischenraum 19 dient im Fall eines Bruchs einer Membranlage 1a, 1b zur schnellen Membranbruchsignalisierung, und zwar mittels einer entsprechenden Anzeigevorrichtung 23, die mit

dem Membranzwischenraum 22 in Verbindung steht. Der Membranzwischenraum 22 wird dadurch gebildet, daß die Membranlagen 1a, 1b in ihrer randseitigen Einspannzone durch einen Ring 24 auf Abstand gehalten werden. Dieser Ring 24 ist mit einem oder mehreren, nicht dargestellten Kanälen versehen, welche die Verbindung zwischen dem Membranzwischenraum 22 und dem Innern der Membranbruchanzeigevorrichtung 23 herstellen.

Im Gegensatz zu ihren Randbereichen verlaufen die Einzellagen 1a, 1b der Membran 1 in ihrem mittleren Bereich nicht beabstandet, sondern werden durch beidseitig angeordnete Kopplungsglieder in der Form von scheibenförmigen Stütztellern 25, 26 dicht aneinandergehalten. Die Stützteller 25, 26 sind im wesentlichen spiegelbildlich ausgebildet und zentral zur Mittelachse 27 des Steuerschiebers 19 angeordnet. Die Stützteller 25, 26 bilden zusammen ein formstabiles Versteifungselement für die Membran 1.

Der förderraumseitige Stützteller 25 weist eine dem Pumpendeckel 3 zugewandte ebene Stirnfläche 28 auf, die parallel zu einer ebenfalls ebenen Stirnfläche 29 des Pumpendeckels 3 liegt. Diese Stirnfläche 29 des Pumpendeckels 3 befindet sich zwischen den Mündungen des Einlaßkanals 14 und Auslaßkanals 15 in den Förderraum 4 und dient in der Druckhubgrenzstellung der Membran 1 als Anschlagfläche für den Stützteller 25.

Der Durchmesser des förderraumseitigen Stütztellers 25, d.h. seine Erstreckung in radialer Richtung, ist so bemessen, daß der Stützteller 25 die Mündungen der Einlaß- und Auslaßkanäle 14, 15 in radialer Richtung vollständig überdeckt, so daß diese Mündungen in der Druckhubgrenzstellung der Membran 1 vom Stützteller 25 verschlossen sind. In dieser Druckhubgrenzstellung liegt der Stützteller 25 in einer axialen Bohrung 30 des Pumpendeckels 3, so daß die an der Membran 1 anliegende ebene Abstützfläche des Stütztellers 25 zusammen mit dem radial außerhalb liegenden Bereich der Kalotte 11 des Pumpendeckels 3 eine der natürlichen Membrangeometrie angepaßte, nahezu spaltfreie Abstützfläche bildet. Auch bei großen Drücken kann die Membran 1 daher nicht in die Einlaß- oder Auslaßkanäle 14, 15 eingedrückt und beschädigt werden.

Der hierzu im wesentlichen spiegelbildlich ausgebildete hydraulikraumseitige Stützteller 26 tritt in der Saughubgrenzstellung der Membran 1 in eine axiale Bohrung 31 des Pumpenkörpers 2 ein, wobei die dem Verdrängerkolben 6 zugewandte Stirnfläche des Stütztellers 26 an einer Stirnfläche 41 des Pumpenkörpers 2 anschlägt. Die an der Membranlage 1b anliegende ebene Abstützfläche des Stütztellers 26 bildet zusammen mit der radial außerhalb liegenden Membranarbeitsraum-Begrenzungsfläche der Kalotte 10 ebenfalls eine der na-

türlichen Membrangeometrie angepaßte, nahezu spaltfreie Abstützfläche für die Membranlage 1b. Der Stützteller 26 ist integral mit dem Steuerschieber 19 ausgebildet, d.h. an diesen angeformt.

Die Befestigung des förderraumseitigen Stütztellers 25 am hydraulikraumseitigen Stützteller 26 bzw. am Steuerschieber 19 erfolgt mittels eines stabartigen Befestigungsteils 32, das sich durch zentrale Durchgangsbohrungen innerhalb der Membranlagen 1a, 1b, des hydraulikraumseitigen Stütztellers 26 und des Steuerschiebers 19 hindurch erstreckt und an dem dem Verdrängerkolben 6 zugewandten Ende des Steuerschiebers 19 mittels einer Mutter 33 festgelegt ist.

Um den Bewegungsraum des Verdrängerkolbens 6 nicht einzuschränken, ist im Verdrängerkolben 6 eine stirnseitige Axialbohrung 34 vorgesehen, deren Durchmesser größer als derjenige des Steuerschiebers 19 ist. Auf diese Weise kann sich der Verdrängerkolben 6 über das vorstehende Ende des Steuerschiebers 19 hinaus in Richtung der Membran 1 bewegen.

Die Einlaß- und Auslaßkanäle 14, 15 sind derart ausgerichtet, daß sie im Bereich ihrer Mündungen parallel zur Mittelachse 27 des Steuerschiebers 19 und damit parallel zur Bewegungsrichtung der Membran 1 verlaufen. Da sie weiterhin relativ nah an der Mittelachse 27 angeordnet sind, liegen sie im Bereich der größten Hubbewegung der Membran 1, so daß eine Zwangsdurchströmung des Förderraums 4 erzielt wird.

Am geodätisch höchsten Punkt des Förderraumes 4 ist mindestens eine druckfest ausgelegte kleine Bohrung 35 vorgesehen, die in den Auslaßkanal 15 mündet. Diese Bohrung dient der Entlüftung des Förderraums 4.

Ferner ist am geodätisch tiefsten Punkt des Förderraumes 4 ebenfalls mindestens eine druckfest ausgelegte kleine Bohrung 36 vorgesehen, die in den Einlaßkanal 14 mündet. Diese Bohrung 36 dient dazu, sedimentierte Partikel abzuführen, um zu verhindern, daß diese zwischen Pumpendeckel 3 und Membran 1 eingeklemmt werden und zu Schäden an der Membran 1 führen.

Im Normalbetrieb arbeitet die Membran 1 in deutlichem Abstand zur Begrenzungskalotte 11 im Pumpendeckel 3, so daß die Membran 1 nicht durch die mechanische Anlage beansprucht wird. Beim Anfahren der Pumpe kann es allerdings vorkommen, daß sich die Membran 1 über ihre Druckhubendstellung hinaus bis zu ihrer Druckhubgrenzstellung bewegt, in welcher der Stützteller 25 an der Stirnfläche 29 des Pumpendeckels 3 anschlägt und die Membran 1 sich an die Stützfläche im Pumpendeckel 3 anlegt. Bewegt sich der Verdrängerkolben 6 daraufhin weiter in Richtung seiner Druckhubendstellung oder wird ein bestimmter vorgegebener Maximaldruck überschritten, wird über-

schüssige Hydraulikflüssigkeit über einen Kanal 37 und über ein mit diesem in Verbindung stehendes Druckbegrenzungsventil 38 sowie einen Kanal 39 in den Vorratsraum 7 abgeführt. Bewegt sich die Membran 1 beim Anfahren der Pumpe zunächst über ihre Saughubendstellung hinaus bis zu ihrer Saughubgrenzstellung, in welcher der Stützteller 26 an der Stirnfläche 41 des Pumpenkörpers 2 anschlägt und die Membran 1 sich an die Stützfläche im Pumpenkörper 2 anlegt, wird über das Schnüffelventil 16 und den Steuerschieber 19 Hydraulikflüssigkeit aus dem Vorratsraum 7 angesaugt. In beiden Grenzpositionen erfolgt jedoch eine rein mechanische Abstützung der Membran 1 über die Stützteller 25, 26, die gleichzeitig eine sichere gegenseitige Verbindung der Membranlagen 1a, 1b gewährleisten.

Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der förderraumseitige Stützteller 25 vollständig mit einer Kunststoffschicht 40 ummantelt, die beim Anschlag des Stütztellers 25 an der Stirnfläche 29 des Pumpendeckels 3 stoßdämpfend wirkt und außerdem derart beschaffen sein kann, daß der Stützteller 25 vor aggressiven Medien geschützt wird. Auch bei dieser Ausführungsform werden die Membranlagen 1a, 1b in ihrem zentralen Bereich mittels der Stützteller 25, 26 versteift, so daß eine Beschädigung der Membran 1 in diesem Bereich sicher vermieden werden kann.

Bei dem abgewandelten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 ist ein scheibenförmiges, rotations-symmetrisches Versteifungselement 42 vorgesehen, welches zwischen den Membranlagen 1a, 1b zentrisch zur Mittelachse 27 angeordnet ist. Die Membranlagen 1a, 1b sind mit dem Versteifungselement 42 verschweißt oder verklebt, so daß sie sich auch bei großen Unterdrücken im Saughub nicht vom Versteifungselement 42 lösen und ihre gegenseitige, beabstandete Relativlage beibehalten.

Der Durchmesser des Versteifungselements 42 ist derart bemessen, daß er nur geringfügig kleiner ist als derjenige der Bohrung 30 innerhalb des Pumpendeckels 3, so daß die förderraumseitige Membranlage 1a in ihrem mittleren Bereich zusammen mit zumindest einem Teil des Versteifungselements 42 soweit in die Bohrung 30 eindringen kann, bis die Membranlage 1a an der Stirnfläche 29 des Pumpendeckels 3 anschlägt. In dieser Anschlagposition, d.h. in der Druckhubgrenzstellung der Membran 1, sind die Ein- und Auslaßkanäle 14, 15 wiederum nahezu vollständig vom Versteifungselement 42 überdeckt, so daß ein Eindringen der Membran 1 in die Ein- und Auslaßkanäle 14, 15 zuverlässig verhindert ist.

Auf der Hydraulikraumseite ist fluchtend zum Versteifungselement 42 ein spiegelbildlich gestalteter Stützteller 26' angeordnet, der einstückig mit

dem Steuerschieber 19 ausgebildet ist. Der Steuerschieber 19 steht bei dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel unter der Wirkung einer Druckfeder 43. Diese Druckfeder 43 stützt sich einerseits im Pumpenkörper 2 sowie andererseits am Stützteller 26' ab, so daß der Steuerschieber 19 in Richtung der Membran 1 vorgespannt ist und der Bewegung der Membran 1 von der Saughubendstellung in Druckhubrichtung folgt. Diese Folgebewegung findet jedoch lediglich über einen solchen Bereich statt, der beispielsweise 30 - 40 % des anfänglichen Membrandruckhubes beträgt, da der Steuerschieber 19 an seinem kolbenseitigen Ende einen - nicht dargestellten - Anschlag, beispielsweise in Form eines Seegerringes, aufweist, der den Verschiebeweg des Steuerschiebers 19 in Richtung des Membrandruckhubes begrenzt. Die Membran 1 bewegt sich somit über einen bedeutenden Teil ihres Hubes unabhängig und losgelöst vom hydraulikraumseitigen Stützteller 26' in Richtung ihrer Druckhubendstellung.

Um die freie Beweglichkeit zwischen Druckhub- und Saughubendstellung zu gewährleisten, weisen die Membranlagen 1a, 1b im Bereich zwischen dem Versteifungselement 42 und ihrer randseitigen Einspannzone jeweils eine doppelte, d.h. wellenförmige Sicke 21' auf. Die Sicken 21' legen sich in der Druckhub- bzw. Saughubgrenzstellung an die Begrenzungswände des Pumpenkörpers 2 bzw. Pumpendeckels 3 an, die zur Membranschonung die gleiche wellenförmige Kontur wie die Sicken 21' aufweisen.

### Patentansprüche

1. Hydraulisch angetriebene Membranpumpe mit einer randseitig zwischen einem Pumpenkörper und einem Pumpendeckel eingespannten Membran, die aus wenigstens zwei Einzellagen besteht, einen getrennten Ein- und Auslaßkanäle für ein zu förderndes Medium aufweisenden Förderraum von einem Hydraulikraum trennt und von einem hydraulischen Membranantrieb in Form eines oszillierenden Verdrängerkolbens zwischen einer Saughub- und Druckhubendstellung hin- und herbewegbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß im mittleren Bereich der Membran (1) ein mit der Membran (1) in Anlage gehaltenes und sich zusammen mit der Membran (1) bewegendes formstabiles Versteifungselement (25, 26; 42) vorgesehen ist und die Ein- und Auslaßkanäle (14, 15) zumindest größtenteils radial innerhalb des Versteifungselements (25, 26; 42) in den Förderraum münden, so daß sie vom Versteifungselement (25, 26; 42) entsprechend überdeckt sind.

2. Membranpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Förderraumseite eine mit dem Versteifungselement (25, 26; 42) in der Druckhubgrenzstellung zusammenwirkende Pumpendeckel-Anschlagfläche (29) und auf der Hydraulikraumseite eine mit dem Versteifungselement (25, 26; 42) direkt oder über ein Zwischenelement (26') zusammenwirkende Pumpenkörper-Anschlagfläche (41) für eine beidseitig mechanische Hubbegrenzung der Membran (1) vorgesehen ist. 5
3. Membranpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Versteifungselement (25, 26) an der Außenfläche der Membran (1) anliegt. 10
4. Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Versteifungselement aus einem förderraumseitigen und einem hydraulikraumseitigen Kopplungsglied (25, 26) besteht, zwischen denen die Einzellagen (1a, 1b) der Membran (1) eingespannt und dadurch mechanisch miteinander verbunden sind. 15
5. Membranpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplungsglieder (25, 26) derart ausgebildet sind, daß sie in der Druckhub- bzw. Saughubgrenzstellung zusammen mit zugeordneten Pumpenkörper- und Pumpendeckelflächen jeweils eine der natürlichen Membrangeometrie angepaßte, zumindest im wesentlichen durchgehende Abstützfläche für die Membran (1) bilden. 20
6. Membranpumpe nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplungsglieder (25, 26) als rotationssymmetrische Stützteller mit insbesondere ebenen Stirnflächen ausgebildet sind. 25
7. Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Versteifungselement (25, 26) zumindest teilweise mit einer Kunststoffschicht (40) umhüllt ist. 30
8. Membranpumpe nach einem der Ansprüche 4 - 7, dadurch gekennzeichnet, daß das förderraumseitige Kopplungsglied (25) ein stabartiges Befestigungsteil (32) aufweist, das durch zentrale Durchgangslöcher in der Membran (1) und dem hydraulikraumseitigen Kopplungsglied (26) hindurchtritt und an einem Steuerschieber (19) einer membranlagengesteuerten Leckergänzungseinrichtung befestigt ist. 35
9. Membranpumpe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das stabartige Befestigungsteil (32) des förderraumseitigen Kopplungsglieds (25) durch eine durchgehende Längsbohrung innerhalb des Steuerschiebers (19) hindurchtritt und an dessen dem Verdrängerkolben (6) zugewandten Ende festgelegt ist. 40
10. Membranpumpe nach einem der Ansprüche 4 - 9, dadurch gekennzeichnet, daß das hydraulikraumseitige Kopplungsglied (26) einstückig mit dem Steuerschieber (19) ausgebildet ist. 45
11. Membranpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Versteifungselement (42) zwischen den Einzellagen (1a, 1b) der Membran (1) angeordnet und mit diesem vorzugsweise fest verbunden, insbesondere verklebt oder verschweißt, ist. 50
12. Membranpumpe nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Versteifungselement (42) aus einer rotationssymmetrischen ebenen Scheibe besteht. 55
13. Membranpumpe nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Versteifungselement (42) zumindest teilweise unabhängig von einem hydraulikraumseitigen Stützteller (26') zwischen seiner Saughub- und Druckhubendstellung bewegbar ist.
14. Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Radius des Versteifungselements (25, 26; 42) gleich oder größer ist als der halbe Radius des im Förderraum liegenden Membranabschnitts.
15. Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ein- und Auslaßkanäle (14, 15) derart in den Förderraum (4) münden, daß ihr Mittelpunktsabstand von der Mittelachse (27) des Förderraums (4) maximal 50 % des größten Förderraum-Radius beträgt.
16. Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ein- und Auslaßkanäle (14, 15) im Bereich ihrer förderraumseitigen Mündungen parallel zur Bewegungsrichtung der Membran (1) ausgerichtet sind.
17. Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran-Einzellagen (1a, 1b) im Bereich zwischen Versteifungselement (25, 26; 42) und

randseitiger Einspannung eine Sicke (21, 21') aufweisen.

- 18.** Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Pumpendeckel (3) eine Entlüftungsbohrung (35) vorgesehen ist, die im vorzugsweise geodätisch höchsten Punkt des Förderraumes (4) in diesen mündet und mit dem Auslaßkanal (15) in Verbindung steht. 5  
10
- 19.** Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Pumpendeckel (3) eine Feststoffteilchen-Abführbohrung (36) vorgesehen ist, die im vorzugsweise geodätisch tiefsten Punkt des Förderraumes (4) in diesen mündet und mit dem Einlaßkanal (14) in Verbindung steht. 15
- 20.** Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Hydraulikraum (5, 9) mit einem Druckbegrenzungsventil (38) in Verbindung steht. 20

25

30

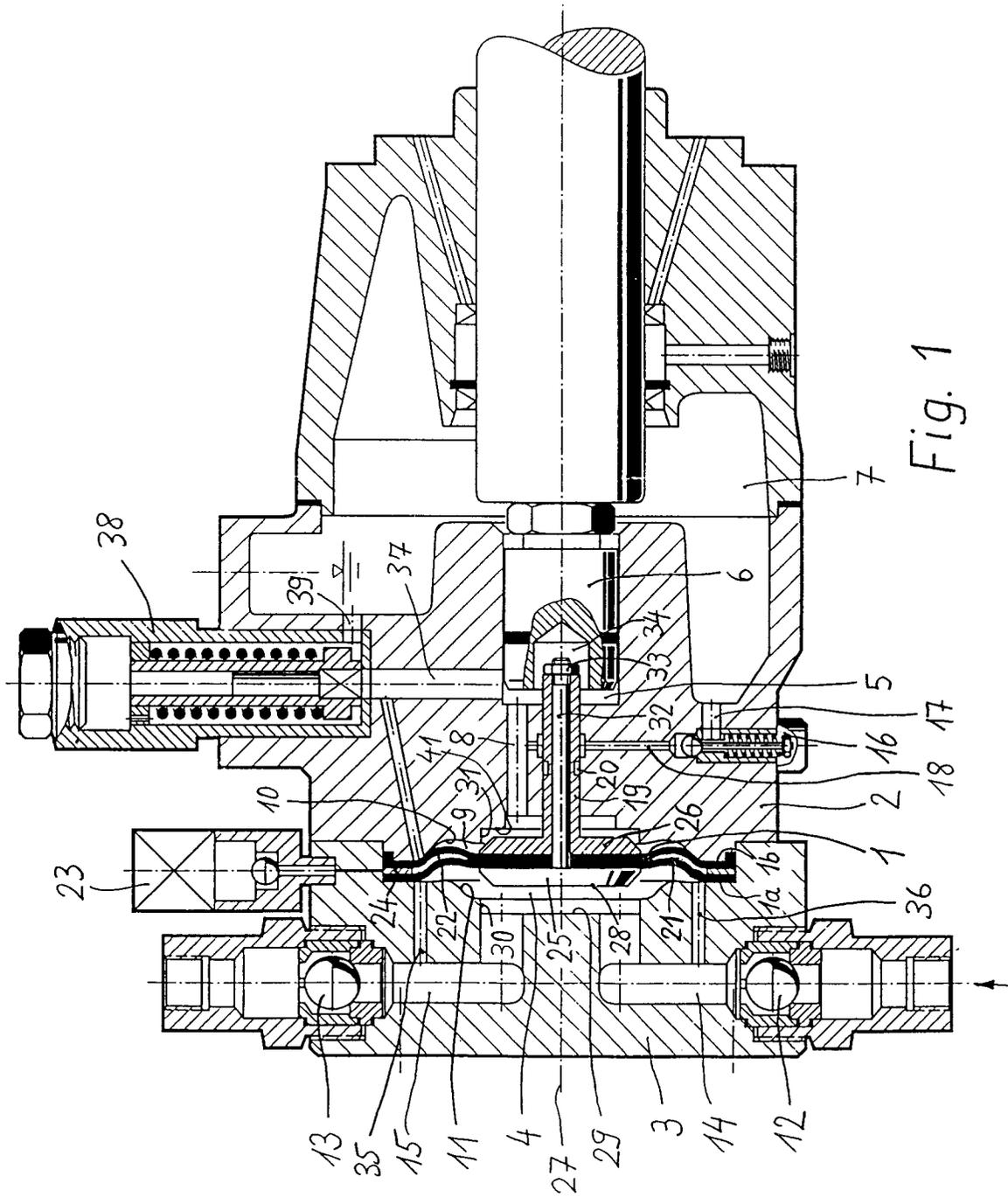
35

40

45

50

55



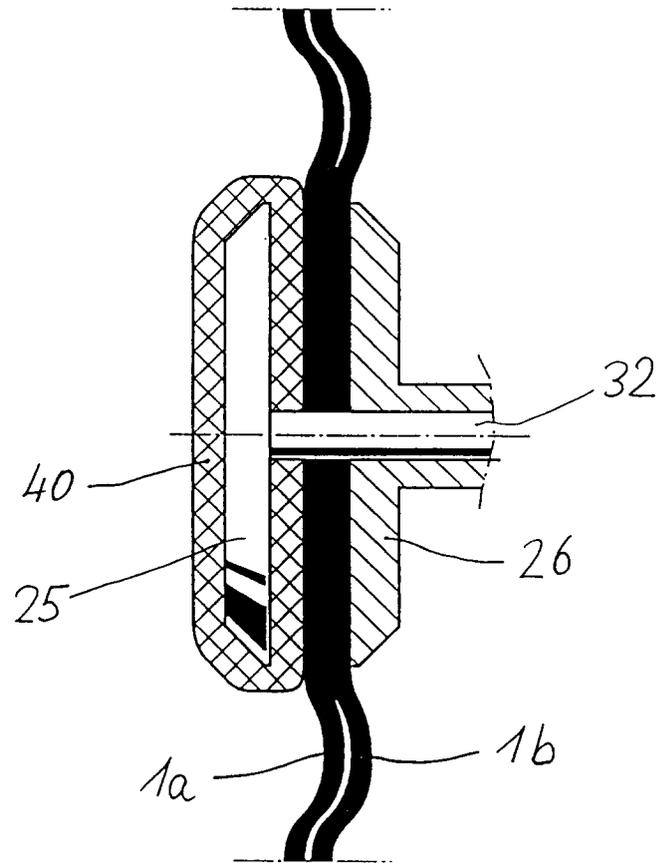


Fig. 2

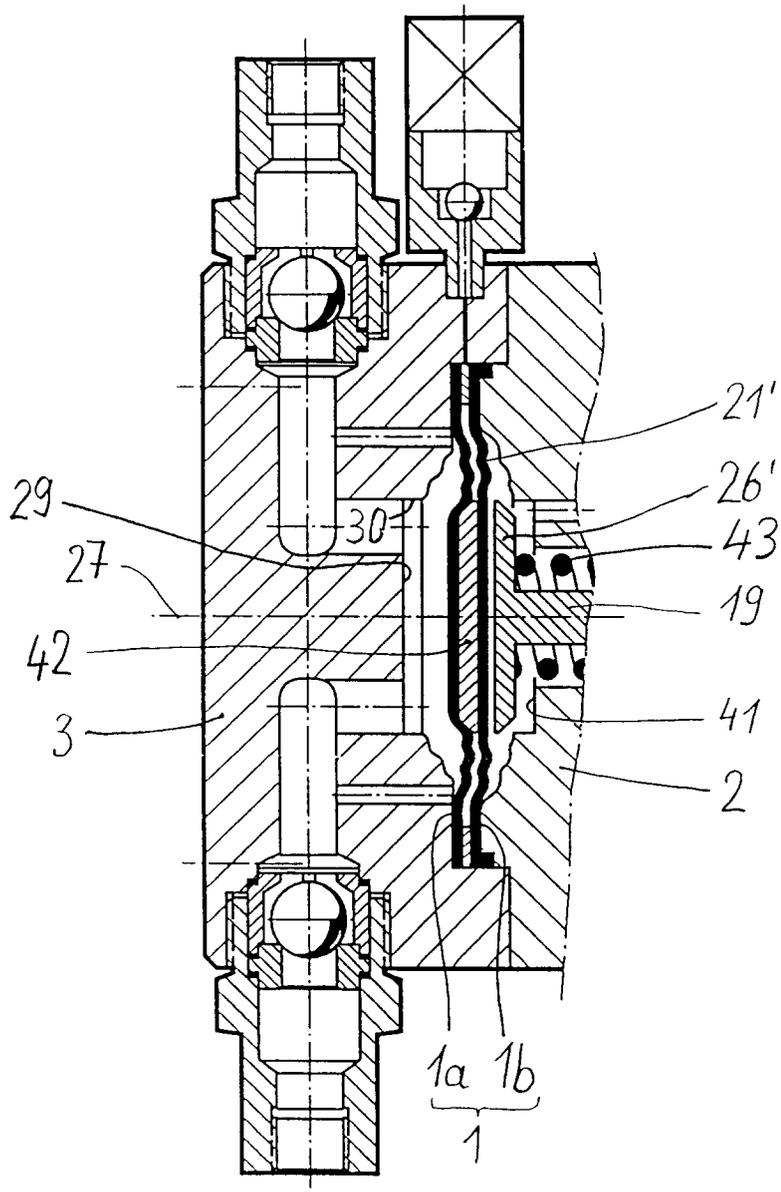


Fig. 3



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US-A-3 354 831 (ACKER) * Spalte 1, Zeile 15 - Zeile 20 * * Spalte 3, Zeile 11 - Spalte 5, Zeile 50; Abbildungen 1,3,4 * ---	1-7	F04B43/067 F04B43/00
X	US-A-3 779 669 (SOMMER) * Spalte 5, Zeile 9 - Zeile 20; Abbildungen 1-4 * ---	1-7	
A,D	DE-A-41 41 670 (LEWA) * Abbildungen 1,5 * ---	1,2	
A	US-A-4 621 990 (FORSYTHE) * Abbildung 4 * ---	1,7	
A	US-A-2 764 097 (BROWNE) * Spalte 2, Zeile 51 - Zeile 57; Abbildung 2 * * Spalte 4, Zeile 14 - Zeile 68 * ---	1,11-13 1	
A	WO-A-79 00197 (CHARLES S. MADAN) * Seite 8, Zeile 5 - Zeile 14; Abbildungen 1,2 * -----	1,11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) F04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	9. Dezember 1994	Bertrand, G	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer andern Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			