

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 955 466 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
18.12.2002 Patentblatt 2002/51

(51) Int Cl.7: **F04C 15/00**, F04C 2/16

(21) Anmeldenummer: **98106690.5**

(22) Anmeldetag: **11.04.1998**

(54) **Spaltringdichtung**

Annular gap seal

Etanchéité de jeu annulaire

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.11.1999 Patentblatt 1999/45

(73) Patentinhaber: **Joh. Heinr. Bornemann GmbH**
31683 Obernkirchen (DE)

(72) Erfinder:
• **Brandt, Jens-Uwe**
31737 Rinteln (DE)
• **Rohlfing, Gerhard**
32479 Hille (DE)

• **Hristov, Vejen**
31675 Bückeburg (DE)

(74) Vertreter: **Gramm, Werner, Prof. Dipl.-Ing. et al**
GRAMM, LINS & PARTNER GbR,
Theodor-Heuss-Strasse 1
38122 Braunschweig (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 740 161 **DE-A- 4 316 735**
GB-A- 2 138 074 **US-A- 2 710 581**
US-A- 2 758 548

EP 0 955 466 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine fluidführende Maschine, insbesondere Pumpe, mit einem in einem stillstehenden Gehäuseteil innerhalb eines Ringspaltes rotierenden Bauteil, wobei das stillstehende Gehäuseteil einen höheren Produktdruck aufweisenden Innenraum von einem einen niedrigeren Druck aufweisenden Außenraum trennt, in dem das rotierende Bauteil in einer Außenlagerung gelagert ist, die gegenüber dem Innenraum über ein Dichtungssystem abgedichtet ist.

[0002] Insbesondere betrifft die Erfindung eine Schraubenspindelpumpe mit zumindest einer Förderschraube, die von einem Gehäuse umschlossen ist, das zumindest einen Saugstutzen und zumindest einen Druckstutzen aufweist, wobei der Saugstutzen mit einem der Förderschraube vorgeschalteten Saugraum und der Druckstutzen mit einem der Förderschraube nachgeordneten Druckraum in Verbindung stehen, der Einrichtungen zur Separierung der jeweiligen Flüssigkeitsphase von der Gasphase des aus der Förderschraube austretenden Mediumstromes sowie einen unteren Abschnitt zur Aufnahme von zumindest einer Teilmenge der separierten Flüssigkeitsphase aufweist, wobei an diesem unteren Druckraumabschnitt eine Flüssigkeits-Kurzschlußleitung angeschlossen ist, die mit dem Saugraum in Verbindung steht und zusammen mit den Förderelementen einen geschlossenen Umlauf für eine zur permanenten Abdichtung erforderlichen Flüssigkeitsmenge bildet. Eine derartige Ausführungsform läßt sich der DE 43 16 735 C2 entnehmen.

[0003] Für die Abdichtung rotierender Wellen sind zahlreiche Dichtungssysteme entwickelt worden, die sich jedoch bei Maschinen der eingangs definierten Bauart als nachteilig erwiesen haben. Die Nachteile bei berührungslosen Labyrinthdichtungen liegen in deren hoher Leckage bedingt durch relativ große Spalte sowie darin, daß keine Druckdifferenzen an der Wellendurchführung ertragbar sind. Lippendichtringe ertragen nur geringe Druckdifferenzen bis maximal 5 bar an der Wellendurchführung. Weichpackungen weisen ebenfalls relativ hohe Leckagen auf, erfordern einen hohen Wartungsaufwand und entwickeln bei größeren Drehzahlen hohe Wärme. Die im Pumpenbau des gehobenen Niveaus eingesetzten Gleitringdichtungen erweisen sich hinsichtlich ihres komplexen Aufbaus und ihrer schwierigen Inbetriebnahme als nachteilig.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Maschine der eingangs beschriebenen Bauart mit einem verbesserten Abdichtsystem für das rotierende Bauteil zu entwickeln.

[0005] Ausgehend von der eingangs beschriebenen Maschine wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß der Ringspalt zwischen zwei aus extrem harten, verschleißfesten Werkstoffen bestehenden Gleitlagerschalen gebildet ist, die nach dem Wirkprinzip eines Radial-Gleitlagers eine erste Druckabbaustufe bilden, der in axialer Richtung eine die Leckage aus die-

ser ersten Dichtungsstufe in den Förderprozeß der Strömungsmaschine zurückführende Rückföhreinrichtung nachgeschaltet ist, der in axialer Richtung eine zweite Dichtungsstufe nachgeordnet ist, die als einfache Dichtung in Form eines Lippendichtringes und/oder einer einfachen Gleitringdichtung ausgebildet ist.

[0006] Erfindungsgemäß wird somit ein zweistufiges Dichtungssystem vorgesehen. Die erste Stufe dient dem Druckabbau und bedient sich des Wirkprinzips eines Radial-Gleitlagers mit Aufbau eines hydrodynamischen Schmierkeils. Die Gleitlagerschalen können aus massiver Industriekeramik (z. B. auf Aluminiumoxydbasis oder Zirkonoxymbasis), aus massiven Hartmetallen (z. B. auf Siliziumkarbidbasis oder Wolframkarbidbasis) oder aber aus beschichteten Metallen (z. B. Hartverchromung, Wolframkarbid- oder Chromoxydbeschichtung) bestehen. Der Aufbau dieser ersten Dichtungsstufe hat den Vorteil, daß einerseits aus der Flüssigkeit des Fördermediums ein wirksamer hydrodynamischer Schmierkeil aufgebaut wird, daß andererseits jedoch etwaige, in den Ringspalt eingedrungene Partikel durch die extreme Härte und Verschleißfestigkeit der Gleitlagerschalen zwischen diesen einfach zerrieben werden.

[0007] Zum Ausgleich von Fluchtungsfehlern ist es zweckmäßig, die Gleitlagerschalen in radialer Richtung elastisch zu lagern, z. B. in O-Ringen.

[0008] Die Rückführung der Leckage der ersten Dichtungsstufe kann z. B. durch geeignetes Druckgefälle zwischen Auslaß- und Einlaßseite der Maschine (bei auslaßseitiger Anordnung der Abdichtung) oder z. B. durch externe Hilfsmittel wie z. B. einer Pumpe (bei einlaßseitiger Anordnung der Abdichtung) erfolgen.

[0009] Geht man von einer Schraubenspindelpumpe der eingangs beschriebenen Bauart aus, dann ist es besonders vorteilhaft, die Leckage-Rückföhreinrichtung an die Flüssigkeits-Kurzschlußleitung anzuschließen.

[0010] Die erfindungsgemäß vorgesehene zweite Dichtungsstufe minimiert zum Schutz der Umwelt oder mechanischer Funktionselemente die Leckage bei geringsten Differenzdrücken. Dabei kann die zweite Dichtungsstufe als einfaches Dichtungssystem in Form eines Lippendichtringes oder einer einfach wirkenden Gleitringdichtung ausgebildet sein. Je nach Anforderungserfordernis kann die zweite Dichtungsstufe auch als Mehrfachschaltung von Dichtsystemen herkömmlicher Bauart ausgebildet sein z. B. als Lippendichtring mit nachgeschalteter Gleitringdichtung oder aber als V-Ring mit nachgeschaltetem Lippendichtring und nachgeschalteter Gleitringdichtung.

[0011] Weitere Merkmale der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche und werden in Verbindung mit weiteren Vorteilen der Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0012] In Figur 2 ist eine als Beispiel dienende Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Es zeigen

Figur 1 als Stand der Technik eine Schraubenspindelpumpe im Längsschnitt;

Figur 2 in gegenüber Figur 1 vergrößertem Maßstab ein erfindungsgemäßes Abdichtsystem im - bezogen auf Figur 1 - rechten Lagerbereich einer Förderschraube und

Figur 3 Die Schraubenspindelpumpe gemäß Figur 1 mit einer erfindungsgemäßen Druckausgleichseinrichtung.

[0013] Figur 1 zeigt eine vorbekannte (siehe DE 43 16 735 C2) Schraubenspindelpumpe, die als Förderelemente zwei berührungslos ineinanderkämmende, gegenläufige Förderschraubenpaare besitzt, die jeweils eine rechtsgängige Förderschraube 1 sowie eine linksgängige Förderschraube 2 umfassen. Die ineinandergreifenden Förderschrauben bilden zusammen mit dem sie umschließenden Gehäuse 3 einzeln abgeschlossene Förderkammern. Die Drehmomentübertragung von der Antriebs- auf die getriebene Welle erfolgt durch ein außerhalb des Pumpengehäuses 3 angeordnetes Zahnradgetriebe 4. Das Pumpengehäuse 3 weist einen Saugstutzen 5 sowie einen Druckstutzen 6 auf. Das der Pumpe durch den Saugstutzen 5 zufließende Medium 9 wird im Pumpengehäuse 3 in zwei Teilströme dem jeweils mittigen Saugraum 10 zugeführt, der der zugeordneten Förderschraube 1 bzw. 2 vorgeschaltet ist. Diesen Förderschrauben nachgeschaltet ist jeweils ein Druckraum 11, der axial nach außen durch jeweils eine Wellendichtung 12 abgeschlossen ist, die zur Abdichtung einer Außenlagerung 13 dient.

[0014] Am tiefsten Punkt des Druckraumes 11 ist eine Flüssigkeits-Kurzschlußleitung 14 angeschlossen, die mit dem Saugraum 10 in Verbindung steht. Der druckseitig aus dem geförderten Flüssigkeits-Gas-Gemisch separierte und dosiert in den Ansaugbereich zurückgeführte Teil-Flüssigkeitsvolumenstrom ist mit dem Pfeil 15 gekennzeichnet und wird als Flüssigkeitsumlauf wieder vom Saugraum 10 in den Druckraum 11 gefördert.

[0015] Der Flüssigkeitspegel im Pumpengehäuse 3 bzw. Druckraum 11 kann in der Regel unterhalb der Wellen 7, 8 liegen. Die Benetzung der Wellendichtungen 12 in Folge der direkten Anströmung reicht in der Regel für eine ausreichende Schmierung dieser Wellendichtungen 12 aus.

[0016] Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel für die Erfindung. In einem stillstehenden Gehäuseteil 16 rotiert innerhalb eines Ringspaltes 17 ein Bauteil, bei dem es sich um die Welle 8 der Figur 1 handelt. Das stillstehende Gehäuseteil 16 trennt einen höheren Produkt- druck aufweisenden Innenraum, bei dem es sich um den Druckraum 11 der Figur 1 handelt, von einem einen niedrigeren Druck aufweisenden Außenraum 18, in dem die Welle 8 in einer Außenlagerung 13 gelagert ist, die gegenüber dem Druckraum 11 über folgendes Dichtungssystem abgedichtet ist:

[0017] Der Ringspalt 17 ist zwischen zwei aus extrem harten, verschleißfesten Werkstoffen bestehenden Gleitlagerschalen 19 gebildet, die zum Ausgleich von

Fluchtungsfehlern in radialer Richtung mit Hilfe von O-Ringen 20 elastisch gelagert sind. Für die den Ringspalt 17 durchströmende Leckage ist der durch die Gleitlagerschalen 19 gebildeten ersten Druckabbaustufe in axialer Richtung eine Rückführeinrichtung 21 nachgeschaltet, die diese Leckage aus der ersten Dichtungsstufe in den Förderprozeß der Strömungsmaschine zurückführt, wofür eine separate Pumpe 23 vorgesehen werden kann. Bei einer Anwendung des erfindungsgemäßen Dichtungssystems bei einer Schraubenspindelpumpe gemäß Figur 1 wäre es zweckmäßig, die Leckage-Rückführeinrichtung 21 an die in Figur 1 eingezeichnete Flüssigkeits-Kurzschlußleitung 14 anzuschließen.

[0018] Der Rückführeinrichtung 21 ist in axialer Richtung gesehen eine zweite Dichtungsstufe 22 nachgeordnet, die als einfache Dichtung z. B. in Form eines Lippendichtringes ausgebildet sein kann.

[0019] Figur 3 zeigt eine Schraubenspindelpumpe gemäß Figur 1 mit einem erfindungsgemäßen, nur schematisch angedeuteten Abdichtsystem gemäß Figur 2 und einer erfindungsgemäßen, zusätzlich vorgesehenen Druckausgleichseinrichtung 24. Letztere ist in eine den Einbauraum der Außenlagerung 13 mit dem Saugraum 10 verbindende Leitung 25 geschaltet und kann durch eine Membrane oder aber durch einen Blasen- speicher gebildet sein. Die Druckausgleichseinrichtung 24 sorgt dafür, daß in dem genannten Einbauraum das jeweils gleiche Druckniveau herrscht wie im Saugraum 10. Diese Anordnung ist bei wechselnden Drücken im Saugraum 10 besonders vorteilhaft, um so die Druckdifferenzen an der zweiten Dichtungsstufe 22 zu minimieren.

Patentansprüche

1. Fluidführende Maschine, insbesondere Pumpe, mit einem in einem stillstehenden Gehäuseteil (16) innerhalb eines Ringspaltes (17) rotierenden Bauteil (8), wobei das stillstehende Gehäuseteil (16) einen höheren Produkt- druck aufweisenden Innenraum (11) von einem einen niedrigeren Druck aufweisenden Außenraum (18) trennt, in dem das rotierende Bauteil (8) in einer Außenlagerung (13) gelagert ist, die gegenüber dem Innenraum (11) über ein Dichtungssystem (17, 19, 22) abgedichtet ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Ringspalt (17) zwischen zwei aus extrem harten, verschleißfesten Werkstoffen bestehenden Gleitlagerschalen (19) gebildet ist, die nach dem Wirkprinzip eines Radial-Gleitlagers eine erste Druckabbaustufe bilden, der in axialer Richtung eine die Leckage aus dieser ersten Dichtungsstufe in den Förderprozeß der Maschine zurückführende Rückführeinrichtung (21) nachgeschaltet ist, der in axialer Richtung eine zweite Dichtungsstufe (22) nachgeordnet ist, die als einfache Dichtung in Form eines Lippendichtringes und/oder einer einfachen Gleitringdichtung ausgebildet ist.

2. Maschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gleitlagerschalen (19) zum Ausgleich von Fluchtungsfehlern in radialer Richtung elastisch gelagert sind.
3. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spaltdicke des zwischen den Gleitlagerschalen (19) gebildeten Ringspaltes (17) etwa 0,3 bis 1,5 % des Gleitflächendurchmessers beträgt.
4. Maschine nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Länge der Gleitlagerschalen (19) etwa 20 bis 60 % des Gleitflächendurchmessers beträgt.
5. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zweite Dichtungsstufe (22) als Mehrfachsichtung von Dichtungen ausgebildet ist, die einen V-Ring, einen Lippendichtring sowie eine Gleitringdichtung umfaßt.
6. Schraubenspindelpumpe mit zumindest einer Förderschraube (1, 2), die von einem Gehäuse (3) umschlossen ist, das zumindest einen Saugstutzen (5) und zumindest einen Druckstutzen (6) aufweist, wobei der Saugstutzen (5) mit einem der Förderschraube (1, 2) vorgeschalteten Saugraum (10) und der Druckstutzen (6) mit einem der Förderschraube (1, 2) nachgeordneten Druckraum (11) in Verbindung stehen, der Einrichtungen zur Separierung der jeweiligen Flüssigkeitsphase von der Gasphase des aus der Förderschraube (1, 2) austretenden Mediumstromes sowie einen unteren Abschnitt zur Aufnahme von zumindest einer Teilmenge der separierten Flüssigkeitsphase aufweist, wobei an diesem unteren Druckraumabschnitt eine Flüssigkeits-Kurzschlußleitung (14) angeschlossen ist, die mit dem Saugraum (10) in Verbindung steht und zusammen mit den Förderelementen einen geschlossenen Umlauf für eine zur permanenten Abdichtung erforderlichen Flüssigkeitsmenge bildet, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rückführeinrichtung (21) an die Flüssigkeits-Kurzschlußleitung (14) angeschlossen ist.
7. Maschine nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen dem Einbauraum der Außenlagerung (13) und dem Saugraum (10) eine das gleiche Druckniveau herstellende Druckausgleichseinrichtung (24) vorgesehen ist.
8. Maschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Druckausgleichseinrichtung (24) durch eine Membrane gebildet ist.

9. Maschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Druckausgleichseinrichtung (24) durch einen Blasenspeicher gebildet ist.

- 5 10. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rückführeinrichtung (21) eine separate Pumpe (23) aufweist.

10

Claims

- 15 1. Fluid-conveying machine, in particular pump, having a component (8) which rotates in a stationary housing part (16) within an annular gap (17), the stationary housing part (16) separating an inner compartment (11), which is at a higher product pressure, from an outer compartment (18), which is at a lower pressure and in which the rotating component (8) is mounted in an outer bearing (13) which is sealed with respect to the inner compartment (11) by means of a sealing system (17, 19, 22), **characterized in that** the annular gap (17) is formed between two sliding bearing shells (19), which consists of extremely hard, wear-resistant materials, and, in accordance with the operating principle of a radial sliding bearing, form a first pressure reduction stage, downstream of which, in the axial direction, there is a return device (21) which returns the leakage from this first sealing stage into the delivery process of the machine and downstream of which, in the axial direction, there is a second sealing stage (22), which is designed as a simple seal in the form of a lip sealing ring and/or a simple sliding ring seal.
- 20 2. Machine according to Claim 1, **characterized in that** the sliding bearing shells (19) are mounted elastically in the radial direction in order to compensate for alignment errors.
- 25 3. Machine according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the gap thickness of the annular gap (17) formed between the sliding bearing shells (19) is approximately 0.3 to 1.5% of the sliding-surface diameter.
- 30 4. Machine according to Claim 1, 2 or 3, **characterized in that** the length of the sliding bearing shells (19) is approximately 20 - 60% of the sliding surface diameter.
- 35 5. Machine according to one of the preceding claims, **characterized in that** the second sealing stage (22) is designed as a multiple connection of seals which comprises a V ring, a lip sealing ring and a sliding ring seal.
- 40 6. Screw pump having at least one delivery screw (1,
- 45
- 50
- 55

2) which is surrounded by a housing (3) which has at least one suction connection piece (5) and at least one pressure connection piece (6), the suction connection piece (5) being in communication with a suction compartment (10) connected upstream of the delivery screw (1, 2) and the pressure connection piece (6) being in communication with a pressure compartment (11) which is arranged downstream of the delivery screw (1, 2) and has devices for separating the respective liquid phase from the gas phase of the flow of medium emerging from the delivery screw (1, 2) and a lower section for holding at least a partial quantity of the separated liquid phase, a liquid short-circuit line (14), which is in communication with the suction compartment (10) and, together with the delivery elements, forms a closed circuit for a quantity of liquid required for permanent sealing, being connected to this lower pressure-compartment section, according to one of the preceding claims, **characterized in that** the return device (21) is connected to the liquid short-circuit line (14).

7. Machine according to Claim 6, **characterized in that** a pressure-compensation device (24), which produces a uniform pressure level, is provided between the installation compartment for the outer bearing (13) and the suction compartment (10).
8. Machine according to Claim 7, **characterized in that** the pressure compensation device (24) is formed by a diaphragm.
9. Machine according to Claim 7, **characterized in that** the pressure compensation device (24) is formed by a bubble store.
10. Machine according to one of the preceding claims, **characterized in that** the return device (21) has a separate pump (23).

Revendications

1. Machine débitrice de fluide, notamment pompe, comprenant un composant (8) tournant dans une pièce de carter fixe (16) à l'intérieur d'une fente annulaire (17), la pièce de carter fixe (16) séparant un espace intérieur (11) où règne une pression de produit relativement élevée, d'un espace extérieur (18) où règne une pression relativement faible et dans lequel le composant rotatif (8) est supporté dans un agencement de palier extérieur (13) qui est rendu étanche vis-à-vis de l'espace intérieur (11) au moyen d'un système d'étanchéité (17, 19, 22), **caractérisée en ce que** la fente annulaire (17) est formée entre deux coquilles de palier lisse (19) constituées de matériaux extrêmement durs, résistant à

l'usure, et qui constituent un premier étage de chute de pression selon le principe de fonctionnement d'un palier lisse radial, étage auquel fait suite en direction axiale un dispositif de retour (21) renvoyant au processus de transport de la machine les fuites émanant de ce premier étage d'étanchéité, le dispositif de retour étant suivi en direction axiale par un deuxième étage d'étanchéité (22), qui est réalisé sous la forme d'une simple étanchéité sous forme d'une bague d'étanchéité à lèvre et/ou d'une simple étanchéité à bague lisse.

2. Machine selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les coquilles de palier lisse (19) sont supportées élastiquement en direction radiale pour compenser les défauts d'alignement.
3. Machine selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** l'épaisseur de la fente annulaire formée entre les deux coquilles de palier lisse (19) vaut environ 0,3 à 1,5% du diamètre des surfaces de glissement.
4. Machine selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisée en ce que** la longueur des coquilles de palier lisse (19) vaut environ 20 à 60% du diamètre des surfaces de glissement.
5. Machine selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le deuxième étage d'étanchéité (22) est constitué sous la forme d'un montage multiple de joints, qui comprend une bague en V, une bague d'étanchéité à lèvre ainsi qu'une étanchéité annulaire lisse.
6. Pompe à vis, comprenant au moins une vis transporteuse (1,2), qui est entourée par un carter (3), qui présente au moins un raccord d'aspiration (5) et au moins un raccord de pression (6), le raccord d'aspiration (5) étant en liaison avec un espace d'aspiration (10) situé en amont de la vis transporteuse (1,2) et le raccord de pression (6) avec un espace de pression (11) situé en aval de la vis transporteuse (1,2), l'espace de pression comportant des moyens pour séparer l'éventuelle phase liquide de la phase gazeuse du flux de médium provenant de la vis transporteuse (1,2) ainsi qu'une partie inférieure pour collecter au moins une partie de la phase liquide séparée, et il est raccordé à cette partie inférieure de l'espace de pression une conduite de court-circuit de liquide (14) qui est en liaison avec l'espace d'aspiration (10) et forme avec les éléments transporteurs un circuit fermé pour une quantité de liquide nécessaire à l'étanchéité permanente, suivant l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif de retour (21) est raccordé à la conduite de court-circuit de liquide (14).

7. Machine selon la revendication 6, **caractérisée en ce qu'il** est prévu entre l'espace d'installation de l'agencement de palier extérieur (13) et l'espace d'aspiration (10) un dispositif d'équilibrage de pression (24) instaurant le même niveau de pression. 5
8. Machine selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** le dispositif d'équilibrage de pression (24) est constitué par une membrane. 10
9. Machine selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** le dispositif d'équilibrage de pression (24) est constitué par un accumulateur à vessie. 15
10. Machine selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif de retour (21) comporte une pompe séparée (23). 20

20

25

30

35

40

45

50

55

Stand der Technik (prior art)

Fig. 1





