

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

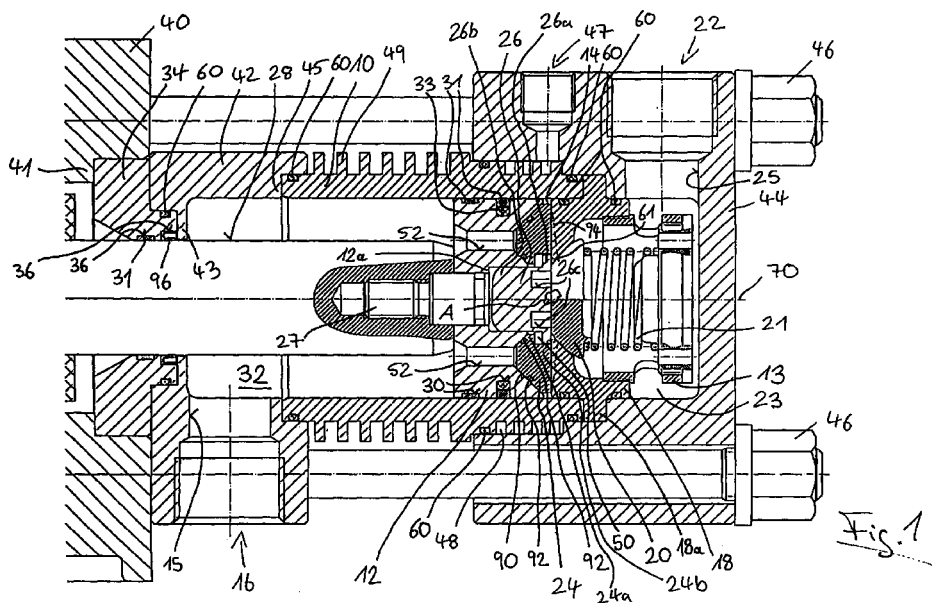
EP 1 046 816 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(43) Veröffentlichungstag:
25.10.2000 Patentblatt 2000/43(51) Int. Cl.⁷: **F04B 25/02**, F04B 39/00(21) Anmeldenummer: **00108472.2**(22) Anmeldetag: **18.04.2000**(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI(30) Priorität: **22.04.1999 DE 19918394**(71) Anmelder:
**Speck-Kolbenpumpenfabrik ,
Otto Speck GmbH & Co. KG
82538 Geretsried (DE)**(72) Erfinder:
• **Breitsamer, Hermann
82515 Wolfratshausen (DE)**
• **Hani, Franz
82538 Geretsried (DE)**(74) Vertreter:
**Manitz, Finsterwald & Partner
Postfach 22 16 11
80506 München (DE)****(54) Pumpeneinlassventil**

(57) Die Erfindung betrifft eine Pumpe mit wenigstens einer Förderanordnung, die einen in einem Zylinder axial geführten Plungerkolben umfaßt, der mit seinem antriebsfernen Ende das Volumen in einer Druckkammer variiert, die beim Saughub mit wenigstens einer auf der der Druckkammer gegenüberliegenden Seite des Plungerkolbens gelegenen Einlaßöffnung und beim Druckhub über eine Druckventilanordnung mit zumindest einer Auslaßöffnung kommuniziert, wobei

der Plungerkolben an seinem antriebsfernen Ende eine Saugventilanordnung trägt, die ein axial fest mit einer Kolbenstange verbundenes Kopfteil und eine zwischen dem Plungerkolben und dem Kopfteil axial frei bewegliche Saugventilplatte umfaßt, die beim Saughub am Kopfteil anliegend eine beim Druckhub verschlossene Strömungsverbindung von der Einlaßöffnung über den Plungerkolben in die Druckkammer freigibt.

**EP 1 046 816 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Pumpe mit wenigstens einer Förderanordnung, die einen in einem Zylinder axial geführten Plungerkolben umfaßt, der mit seinem antriebsfernen Ende das Volumen in einer Druckkammer variiert, die beim Saughub mit wenigstens einer auf der der Druckkammer gegenüberliegenden Seite des Plungerkolbens gelegenen Einlaßöffnung und beim Druckhub über eine Druckventilanordnung mit zumindest einer Auslaßöffnung kommuniziert.

[0002] Derartige Pumpen sind beispielsweise aus der US 3,920,356, der US 3,809,508 und der US 3,652,188 bekannt.

[0003] Es ist das der Erfindung zugrundeliegende Problem (Aufgabe), eine Pumpe der eingangs genannten Art zu schaffen, die auch bei hoher Pumpleistung und beim Betrieb mit hohen Drehzahlen insbesondere hinsichtlich der Abdichtung des Plungerkolbens im Zylinder störungsfrei arbeitet, vielseitig einsetzbar ist und insbesondere auch zur Förderung von im gasförmigen Zustand vorliegenden Medien eingesetzt werden kann.

[0004] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale des Anspruchs 1 und insbesondere dadurch, daß der Plungerkolben an seinem antriebsfernen Ende eine Saugventilanordnung trägt, die ein axial fest mit einer Kolbenstange verbundenes Kopfteil und eine zwischen dem Plungerkolben und dem Kopfteil axial frei bewegliche Saugventilplatte umfaßt, die beim Saughub am Kopfteil anliegend eine beim Druckhub verschlossene Strömungsverbindung von der Einlaßöffnung über den Plungerkolben in die Druckkammer freigibt.

[0005] Es ist festgestellt worden, daß mit der erfindungsgemäßen Saugventilanordnung eine optimale Abdichtung zwischen der Zylinderinnenwand und dem freien Ende des an der Kolbenstange angebrachten Plungerkolbens erzielt werden kann, die einen störungsfreien und verschleißarmen Betrieb der Pumpe über lange Zeiträume gestattet und es insbesondere ermöglicht, beim Druckhub die Druckkammer gegenüber der Einlaßöffnung bzw. einem Förderaum, in den die Einlaßöffnung mündet, auch beim Fördern von gasförmigen Medien sicher abzudichten. Das erfindungsgemäße Vorsehen der axial frei beweglichen Saugventilplatte zwischen dem Plungerkolben und dem Kopfteil sorgt beim Beginn des Saughubs für eine Freigabe der Strömungsverbindung von der Einlaßöffnung in die Druckkammer allein aufgrund der Trägheit der Saugventilplatte, was insbesondere bei der Förderung gasförmiger Medien von Vorteil ist.

[0006] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist im Plungerkolben wenigstens ein beim Saughub in die Druckkammer mündender Durchgang ausgebildet, der zumindest bereichsweise schräg zur Bewegungsachse des Plungerkolbens verläuft. Dieser Durchgang kann einen in die Druckkammer mündenden Kanal und eine dem Kanal einströmseitig

vorgelagerte Vorkammer mit gegenüber dem Kanal vergrößertem freien Strömungsquerschnitt umfassen.

[0007] Durch eine derartige strömungsgünstige Ausgestaltung der Rückseite bzw. Einströmseite des Plungerkolbens können Strömungsverluste minimiert werden. Durch die schräge Anordnung der Durchgänge bzw. Kanäle im Plungerkolben strömt das Medium beim Saughub nach dem Öffnen der Saugventilplatte ohne größere Richtungsänderungen in den Druckraum. Druckverluste des Mediums beim Durchströmen des Plungerkolbens werden hierdurch in einem erheblichen Maße reduziert.

[0008] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Plungerkolben zur Zentrierung im Zylinder an der Kolbenstange zumindest in einem geringen Maße beweglich gelagert. Vorzugsweise ist die Lagerung des Plungerkolbens derart ausgeführt, daß zumindest eine geringe axiale Beweglichkeit des Plungerkolbens relativ zur Kolbenstange gegeben ist.

[0009] Hierdurch kann sich der Plungerkolben im Zylinder in einer insbesondere hinsichtlich der Abdichtungswirkung einen störungsfreien Betrieb gewährleistenden Weise optimal ausrichten, wodurch Toleranzen bezüglich der Führung der Kolbenstange ausgeglichen werden können. Die Möglichkeit der Selbsteinstellung des Plungerkolbens im Zylinder verringert den Verschleiß der verwendeten Dichtungen und erhöht somit bei gleichbleibend guten Abdichtungseigenschaften die Lebensdauer der Pumpe.

[0010] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Druckkammer zur Saugseite zum einen über den Plungerkolben abgedichtet. Dabei ist der Plungerkolben bevorzugt mit wenigstens einer Umfangsausnehmung versehen, in der eine Dichtung angeordnet ist, die in einer besonders bevorzugten Variante als aus Teflon bestehender Gleitdichtring ausgebildet ist. Alternativ könnte für den Gleitdichtring auch ein insbesondere hochtemperaturbeständiger und schlagzäher Kunststoff, beispielsweise PEEK, verwendet werden. Der Gleitdichtring kann mittels eines elastisch verformbaren, zwischen dem Boden der Umfangsausnehmung und dem Gleitdichtring angeordneten O-Rings in Richtung der Zylinderinnenwand vorgespannt sein. Auf diese Weise wird eine optimale Abdichtwirkung bei gleichzeitig niedrigem Reibungswiderstand erzielt.

[0011] Zum anderen erfolgt die Abdichtung der Druckkammer über die Saugventilplatte, die beim Druckhub die z.B. in Form von Axialbohrungen oder von schräg zur Längsachse verlaufenden Durchgängen im Plungerkolben vorhandene Strömungsverbindung in die Druckkammer verschließt.

[0012] In einer besonders bevorzugten Variante ist der Zylinder aus Aluminium hergestellt, wobei die Zylinderinnenwand aus durch einen geeigneten Umwandlungsprozeß entstandenem Aluminiumoxid besteht. In das Aluminiumoxid können außerdem Teflonpartikel

eingelagert sein.

[0013] Alternativ ist es auch möglich, den Zylinder aus insbesondere gehärtetem Stahl herzustellen, wobei bevorzugt die Zylinderinnenwand mit einer zusätzlichen Oberflächenschicht, insbesondere einer CVD- oder PVD-Oberflächenschicht, versehen ist. Beispielsweise kann als Zylindermaterial gehärteter Stahl der Härte 62 HRC vorgesehen sein, der mit einer zusätzlichen CVD- bzw. PVD-Oberflächenschicht versehen ist. Hierdurch kann eine Härte von 2400 HV erzielt werden. Zusätzlich kann die Zylinderoberfläche äußerst fein poliert sein. Der Verschleiß an der Zylinderwand und an den Dichtungen wird durch diese Maßnahmen wesentlich herabgesetzt.

[0014] Durch diese Ausgestaltungen des Zylinders werden noch bessere Gleiteigenschaften zwischen der Zylinderinnenwand und den jeweils verwendeten Dichtungen des Plungerkolbens bzw. der Saugventilanordnung erzielt.

[0015] Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Druckkammer begrenzende Stirnseiten der Saugventilanordnung und der Druckventilanordnung am Ende des Druckhubs derart berührungslos einander angenähert, daß das Volumen der Druckkammer auf einen gegenüber dem Maximalwert am Ende des Saughubs vernachlässigbar kleinen Wert und bevorzugt näherungsweise auf Null reduziert ist. In einer bevorzugten Variante beträgt der minimale Abstand zwischen einander zugewandten Stirnseiten der Druckventilanordnung und der Saugventilanordnung weniger als 1 mm und liegt vorzugsweise im Bereich von 0,1 bis 0,2 mm.

[0016] Hierdurch können bei der Förderung gasförmiger Medien in der Druckkammer hohe Drücke erzielt werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß eine besonders sicher schließende Druckventilanordnung eingesetzt werden kann, da die in der Druckkammer erzielbaren Drücke zum Öffnen derartiger Druckventilanordnungen ausreichen.

[0017] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind mehrere zumindest im wesentlichen baugleiche Förderanordnungen vorgesehen, wobei die Pumpe durch Verbinden der Einlaßöffnung wenigstens einer Förderanordnung mit der Auslaßöffnung zumindest zweier anderer Förderanordnungen als mehrstufiger Kompressor verwendbar ist.

[0018] Bei der Förderung von flüssigen Medien umfaßt die erfindungsgemäße Pumpe somit mehrere prinzipiell unabhängig voneinander arbeitende Förderanordnungen, deren Plungerkolben mit einem gemeinsamen Antrieb versehen sein können. Zum Umschalten in einen Gasfördermodus können in einer Variante mit drei Förderanordnungen eine Druckleitung, die an eine gemeinsame Auslaßöffnung zweier Förderanordnungen angeschlossen ist, an die Einlaßöffnung der dritten Förderanordnung angeschlossen werden. Auf diese Weise werden in einer ersten Stufe von den beiden ersten Förderanordnungen geförderte Gasmengen mit-

tels der dritten Förderanordnung in einer zweiten Stufe komprimiert, bevor das Gas über die Auslaßöffnung der dritten Förderanordnung die Pumpe verläßt. Im Gasfördermodus arbeitet in dieser Variante die erfindungsgemäße Pumpe somit als ein zweistufiger Kompressor.

[0019] Grundsätzlich könnte erfindungsgemäß durch Vorsehen einer größeren Anzahl von Förderanordnungen die Pumpe auch als drei- oder mehrstufiger Kompressor betrieben werden.

[0020] Wegen der Möglichkeit zur Förderung von Fluiden sowohl im flüssigen als auch im gasförmigen Zustand eignet sich die erfindungsgemäße Pumpe insbesondere für den Einsatz mit Kohlendioxid.

[0021] Weitere bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen, der Beschreibung sowie der Zeichnung angegeben.

[0022] Die Erfindung wird im folgenden beispielhaft unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 teilweise eine Pumpe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in einer teilgeschnittenen Seitenansicht,

Fig. 2 eine Ansicht entsprechend Fig. 1 einer Pumpe gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 3 eine Weiterbildung der Pumpe von Fig. 2,

Fig. 4 eine andere Weiterbildung der Pumpe von Fig. 3,

Fig. 5a und 5b jeweils eine Darstellung einer erfindungsgemäßen Pumpe zur Erläuterung eines Flüssigkeitsförder- bzw. Gasfördermodus, und

Fig. 5c schematisch eine Möglichkeit zur Anordnung von Umschaltventilen an der Pumpe gemäß den Fig. 5a und 5b.

[0023] Fig. 1 zeigt einen Teil einer Pumpe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung mit drei Förderanordnungen, deren Längsachsen 70 in einer Ebene liegen. Die Förderanordnungen sind baugleich ausgeführt und weisen jeweils eine Kolbenstange 28 auf, die über einen gemeinsamen Antrieb zur Ausführung axialer Hin- und Herbewegungen in einem jeweiligen Zylinder 10 angetrieben werden. Eine gemeinsame Antriebseinheit für die Förderanordnungen ist in Fig. 1 nicht dargestellt.

[0024] Zwischen einem gemeinsamen Halteelement 40 und einem gemeinsamen Druckgehäuse 44 sind - in Fig. 1 von links nach rechts - ein Zentrierele-

ment 34, ein einen senkrecht zur Längsachse 70 verlaufenden Einlaßkanal 15 aufweisendes Sauggehäuse 42, der Zylinder 10 und ein Druckventilkörper 18 einer Druckventilanordnung mittels Schraubverbindungen 46 eingespannt. Das Sauggehäuse 42, der Zylinder 10 und ein Plungerkolben 12 begrenzen einen Förderraum 32, in den der eine Einlaßöffnung 16 aufweisende Einlaßkanal 15 mündet. An die Einlaßöffnung 16 ist eine nicht dargestellte Saugleitung anschließbar.

[0025] Ein radial vorstehender, umlaufender Kragen 18a des Druckventilkörpers 18 ist zwischen der antriebsfernen Stirnseite des Zylinders 10 und dem Druckgehäuse 44 eingespannt. Die antriebsseitige Stirnseite des Zylinders 10 liegt an einer Schulter 45 des Sauggehäuses 42 an. Eine Austrittsöffnung für die Kolbenstange 28 aus dem Förderraum 32 ist durch einen radial nach innen vorstehenden Kragen 43 des Sauggehäuses 42 begrenzt. Antriebsseitig liegt an dem Kragen 43 des Sauggehäuses 42 ein zylindrischer Ringabschnitt des Zentrierelementes 34 an, dessen der Kolbenstange 28 zugewandte Innenfläche mit Ringausnehmungen 36 für Dichtungen 31, 96 versehen ist. In einer der Ringausnehmungen 36 ist ein aus Teflon hergestellter Gleitdichtring 31 angeordnet, der zusätzlich beispielsweise mittels einer Edelstahlfeder in Richtung der Kolbenstange 28 vorgespannt sein könnte. Anstelle von Teflon könnte auch ein hochtemperaturbeständiger und schlagzäher Kunststoff wie z.B. PEEK für den Gleitdichtring 31 verwendet werden. Antriebsseitig liegt das Zentrierelement 34 an einer Schulter 41 des Halteelementes 40 an. Durch das Zentrierelement 34 wird das Sauggehäuse 42 zum Antrieb zentriert.

[0026] Der Plungerkolben 12 ist über eine Schraube 27, deren Kopf von einem Kopfteil 26 gebildet wird, am freien Ende der Kolbenstange 28 gehalten, und zwar derart, daß der auf die Schraube 27 gesteckte Plungerkolben 12 in einem geringen Maße in axialer Richtung relativ zur Kolbenstange 28 beweglich ist. Auf diese Weise kann sich der im wesentlichen paßgenau in den Zylinder 10 eingeführte Plungerkolben 12 zumindest bis zu einem gewissen Grad unabhängig von der Kolbenstange 28 im Zylinder 10 ausrichten.

[0027] Das mit der Kolbenstange 28 in axialer Richtung fest verschraubte Kopfteil 26 weist einen Zapfen 26b und einen Flanschabschnitt 26a auf, der auf der von der Kolbenstange 28 abgewandten Seite des Kopfteils 26 bündig mit dem Zapfen 26b abschließt und somit eine ebene Stirnseite bildet. Der Zapfen 26b wirkt mit einem Ringvorsprung 12a des Plungerkolbens 12 zusammen, um den Plungerkolben 12 auf der Kolbenstange 28 zu halten. Über Ausnehmungen 26c im Kopfteil 26 kann die Schraube 27 mittels eines entsprechenden Werkzeugs gedreht werden.

[0028] Bevorzugt ist es, wenn nach Montage des Kopfteils 26 die Ausnehmungen 26c mittels Verschlußstopfen verschlossen werden, wodurch in vorteilhafter Weise der Totraum minimiert wird. Die Verschlußstopfen für die Ausnehmungen 26c sind beispielsweise aus

einem temperaturbeständigen Kunststoff hergestellt.

[0029] Auf dem Kopfteil 26 ist eine ringförmige Saugventilplatte 24 angeordnet, deren Außendurchmesser kleiner als der Innendurchmesser des Zylinders 10 ist. Der dadurch vorhandene Zwischenraum zwischen dem Außenrand der Saugventilplatte 24 und der Zylinderinnenwand ist Teil einer an anderer Stelle näher beschriebenen Druckkammer 14.

[0030] Die Saugventilplatte 24 und das Kopfteil 26 sind mit einander in radialer Richtung überlappenden Flanschabschnitten 24a, 26a versehen, wobei die Saugventilplatte 24 mit einem Ringabschnitt 24b auf dem Flanschabschnitt 26a des Kopfteils 26 verschiebbar gelagert ist.

[0031] Der Plungerkolben 12 ist mit einer Ausnehmung 90 in Form eines radial durch schräg zur Längsachse 70 verlaufende Seitenwände begrenzten Ringkanals versehen. In die Ausnehmung 90 münden Axialbohrungen 52 des Plungerkolbens 12. Die dem Plungerkolben 12 zugewandte Seite der Saugventilplatte 24 ist konusartig derart ausgebildet, daß sie - entsprechend der Stellung gemäß Fig. 1 - beim Druckhub die Ausnehmung 90 ausfüllt und abdichtend an deren schrägen Seitenwänden anliegt, wobei zur Abdichtung ringförmige Dichtelemente 92 vorgesehen sind.

[0032] Die Summe der axialen Höhen der Flanschabschnitte 24a, 26a der Saugventilplatte 24 bzw. des Kopfteils 26 ist kleiner als die axiale Höhe des aus dem Plungerkolben 12 herausragenden Teils des Zapfens 26b. Hierdurch ist die Saugventilplatte 24 zwischen dem Kopfteil 26 und dem Plungerkolben 12 axial frei beweglich. Zwischen den in radialer Richtung überlappenden Flanschabschnitten 24a, 26a ist in dem Zustand gemäß Fig. 1 ein Spalt oder Zwischenraum 50 vorhanden.

[0033] Fig. 1 zeigt den Plungerkolben 12 und die von der Saugventilplatte 24 und dem Kopfteil 26 gebildete Saugventilanordnung am oberen Totpunkt, d.h. am Ende des Druckhubs. Die Saugventilplatte 24 liegt am Plungerkolben 12 an und füllt die Ausnehmung 90 derart aus, daß die Axialbohrungen 52 im Plungerkolben 12, die radial außerhalb des sich verjüngenden Endes der Kolbenstange 28 in den Förderraum 32 münden, durch die Saugventilplatte 24 verschlossen sind. Es besteht während des Druckhubs somit keine Strömungsverbindung zwischen den Axialbohrungen 52 im Plungerkolben 12 und dem ringförmigen Zwischenraum zwischen dem Außenrand der Saugventilplatte 24 und der Zylinderinnenwand.

[0034] Am in Fig. 1 dargestellten oberen Totpunkt weist die Saugventilanordnung 24, 26 eine senkrecht zur Längsachse 70 verlaufende, ebene Stirnseite auf, die von den von der Kolbenstange 28 abgewandten Seiten des Kopfteils 26 und der Saugventilplatte 24 gebildet wird. Die Förderanordnung ist so ausgelegt, daß am oberen Totpunkt die Stirnseite der Saugventilanordnung 24, 26 derart nahe an die der Saugventilanordnung 24, 26 zugewandte Stirnseite der - im folgenden näher beschriebenen - Druckventilanordnung 18, 20 herange-

fahren ist, daß ein sehr kleiner, in Fig. 1 nicht erkennbarer axialer Zwischenraum zwischen den beiden Stirnseiten vorhanden ist, der einen Teil der in diesem Zustand minimierten Druckkammer 14 der Förderanordnung bildet. Am oberen Totpunkt wird die Druckkammer 14 somit im wesentlichen durch den ringförmigen Zwischenraum zwischen dem Außenrand der Saugventilplatte 24 und der Zylinderinnenwand gebildet.

[0035] Der in Fig. 1 durch ein "A" angedeutete Abstand zwischen den einander zugewandten Stirnseiten der Saugventilanordnung 24, 26 und der Druckventilanordnung 18, 20 am oberen Totpunkt beträgt etwa 0,1 bis 0,2 mm, so daß sich die Stirnseiten nicht berühren.

[0036] Der Druckventilkörper 18 ist Teil einer Druckventilanordnung, die außerdem ein Druckventilelement 20 umfaßt, das etwa die Form einer Kalotte mit abgeschnittener Kappe aufweist und von einer Schraubenfeder 21 gegen die von der Druckkammer 14 wegweisende Seite des Druckventilkörpers 18 vorgespannt ist. Die Feder 21 stützt sich an einem hülsenförmigen Stützelement 13 ab, das mit dem Druckventilkörper 18 verschraubt ist und über Durchbrüche in der Seitenwand mit dem Auslaßraum 23 kommuniziert.

[0037] Im Druckventilkörper 18 ist eine zentrale Öffnung 61 ausgebildet, deren Begrenzungsfläche sich in Richtung des Auslaßraumes 23 entsprechend der Form des Druckventilelementes 20 trichterförmig erweitert und auf diese Weise einen Ventilsitz bildet.

[0038] Die Druckventilanordnung 18, 20 ist derart bemessen, daß im geschlossenen Zustand gemäß Fig. 1 die der Saugventilanordnung 24, 26 zugewandte, vom Druckventilkörper 18 und vom Druckventilelement 20 gemeinsam gebildete Stirnseite eine - in der nachstehend erläuterten Variante mit Abschrägung 94 lediglich näherungsweise - ebene Fläche ist, die senkrecht zur Längsachse 70 verläuft.

[0039] In einer Abwandlung kann die Stirnseite des Druckventilkörpers 18 abgeschrägt sein, wie es in Fig. 1 durch gestrichelte Linien 94 angedeutet ist, wobei die Darstellung zur Verdeutlichung übertrieben ist. Durch die Abschrägung ist ein keilförmiger, sich in Richtung der Längsachse 70 geringfügig verbreiternder Ringspalt zwischen den gegenüberliegenden Stirnseiten der Saugventilanordnung 24, 26 und der Druckventilanordnung 18, 20 vorhanden. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß beim Druckhub Flüssigkeit in Richtung der Längsachse 70 und durch die Öffnung 61 strömt, ohne Stauungen oder ein Blockieren der Kolbenanordnung aufgrund der zwischen den Stirnseiten vorhandenen Flüssigkeit zu verursachen.

[0040] Die auf der von der Druckkammer 14 abgewandten Seite des Druckventilkörpers 18 angeordneten Bestandteile der Druckventilanordnung befinden sich in dem vom Druckventilkörper 18 und dem Druckgehäuse 44 begrenzten Auslaßraum 23, an den über einen Auslaßöffnung 22 aufweisenden radialen Auslaßkanal

25 eine nicht dargestellte Druckleitung anschließbar ist.

[0041] Der vom Druckgehäuse 44 umgebene Bereich des Zylinders 10 ist mit einer Spiralnute 48 versehen, die über einen Einlaß 47 mit einem Kühlfluid, für das vorzugsweise Wasser verwendet wird, versorgt werden kann. Außerhalb des Druckgehäuses 44 ist der Zylinder 10 auf seiner Außenseite mit Kühlrippen 49 versehen.

[0042] Die Abdichtung zwischen Sauggehäuse 42 und Zentrierelement 34, zwischen Sauggehäuse 42 und Zylinder 10 sowie zwischen Druckgehäuse 44, Zylinder 10 und Druckventilkörper 18 erfolgt durch in entsprechenden Umfangsausnehmungen angeordnete O-Ringe 60.

[0043] Zur Abdichtung der Druckkammer 14 gegenüber dem Förderraum 32 ist der Plungerkolben 12 mit nutförmigen Umfangsausnehmungen 30 versehen, in denen aus Teflon hergestellte Gleitdichtringe 31 angeordnet sind, wobei anstelle von Teflon auch ein insbesondere hochtemperaturbeständiger und schlagzäher Kunststoff, beispielsweise PEEK, verwendet werden könnte. Zur Vorspannung des näher an der Saugventilplatte 24 gelegenen Gleitdichtringes 31 in Richtung der Zylinderinnenwand ist in die eine entsprechend größere Tiefe aufweisende Nut 30 ein elastisch verformbarer O-Ring eingelegt.

[0044] Zur Erzeugung optimaler Reibungsbedingungen zwischen den Gleitdichtringen 31 und der Zylinderinnenwand ist der Zylinder 10 aus Aluminium hergestellt, wobei die Zylinderinnenwand aus Aluminiumoxid besteht, das durch einen Umwandlungsprozeß, z.B. eine Hart-Coat-Umwandlung, an der Zylinderinnenwand erzeugt wird. Des weiteren sind in das die Zylinderinnenwand bildende Aluminiumoxid Teflonpartikel eingelagert.

[0045] Der Zylinder kann alternativ auch aus gehärtetem Stahl z.B. der Härte 62 HRC hergestellt und an der Innenwand mit einer zusätzlichen CVD- oder PVD-Oberflächenschicht versehen sein. Zur Minimierung des Verschleißes ist die Zylinderoberfläche außerdem äußerst fein poliert.

[0046] Die Saugventilplatte 24 und das Druckventilelement 20 sind aus PEEK hergestellt. Grundsätzlich können auch andere, insbesondere hochtemperaturbeständige und/oder schlagzähe, Kunststoff-Materialien verwendet werden.

[0047] Die erfindungsgemäße Förderanordnung ist zur Förderung von Fluiden sowohl im flüssigen als auch im gasförmigen Zustand geeignet. Beim Saughub bewegt sich der Plungerkolben 12 zusammen mit der Saugventilanordnung 24, 26 in Fig. 1 nach links, so daß die axial frei bewegliche Saugventilplatte 24 am Kopfteil 26 anliegt, d.h. der Spalt 50 nicht mehr vorhanden ist. Es besteht somit während des Saughubs eine Strömungsverbindung vom Förderraum 32 in die Druckkammer 14 über die Axialbohrungen 52 im Plungerkolben 12 und über einen im Zustand von Fig. 1 nicht vorhandenen Ringspalt radial außerhalb des konusförmigen

Abschnitts der Saugventilplatte 24.

[0048] Auf diese Weise wird während des Saughubs die sich vergrößernde Druckkammer 14 mit flüssigem oder gasförmigem Fluid gefüllt, das über eine nicht dargestellte, an die Einlaßöffnung 16 gekoppelte Saugleitung, den Einlaßkanal 15, den Förderaum 32 sowie den Plungerkolben 12 und die Saugventilanordnung 24, 26 nachströmen kann. Eine Strömungsverbindung von der Druckkammer 14 in den Auslaßraum 23 durch die Öffnung 61 des Druckventilkörpers 18 ist durch das Druckventilelement 20 verschlossen, das mittels der Feder 21 an den auf dieser Seite als Ventilsitz dienenden Druckventilkörper 18 gedrückt wird.

[0049] Während des sich anschließenden Druckhubs wird die Saugventilanordnung 24, 26 automatisch aufgrund der freien axialen Beweglichkeit der Saugventilplatte 24 in einen Druckmodus umgeschaltet, in welchem die die Ausnehmung 90 ausfüllende Saugventilplatte 24 am Plungerkolben 12 anliegt und - wie in Fig. 1 gezeigt - die Axialbohrungen 52 im Plungerkolben 12 verschließt.

[0050] Wenn zuvor Flüssigkeit in die Druckkammer 14 gesaugt wurde, dann öffnet sich die Druckventilanordnung 18, 20 zu Beginn des Druckhubs, so daß die Flüssigkeit durch die Öffnung 61 des Druckventilkörpers 18 an dem vom Ventilsitz abgehobenen Druckventilelement 20 vorbei in den Auslaßraum 23 und über den Auslaßkanal 25 sowie die Auslaßöffnung 22 in die nicht dargestellte Druckleitung strömen kann.

[0051] Wenn zuvor ein gasförmiges Medium in die Druckkammer 14 gesaugt wurde, dann wird das Gas in der Druckkammer 14 während des Druckhubs komprimiert, bis in der Druckkammer 14 ein zum Überwinden der von der Feder 21 auf das Druckventilelement 20 aufgebrauchten Kraft ausreichender Druck herrscht, woraufhin das Gas in die an die Auslaßöffnung 22 angeschlossene Druckleitung strömen kann.

[0052] Die erfindungsgemäße Förderanordnung ist in vorteilhafter Weise tottraumoptimiert, da am Ende des Druckhubs die Druckkammer 14 lediglich von dem ringförmigen Zwischenraum zwischen dem Außenrand der Saugventilplatte 24 und der Zylinderinnenwand sowie von dem minimalen Spalt bei "A" in Fig. 1 zwischen den ebenen Stirnseiten der Saugventilanordnung 24, 26 und der Druckventilanordnung 18, 20 gebildet wird. In die Ausnehmungen 26c werden - wie erwähnt - im Anschluß an die Montage - in Fig. 1 nicht dargestellte - Stopfelemente gesteckt, so daß die Ausnehmungen 26c nicht zur Druckkammer 14 beitragen.

[0053] Die erfindungsgemäße Tottraumoptimierung hat insbesondere auch bei Förderung gasförmiger Medien einen sehr guten Wirkungsgrad zur Folge.

[0054] Die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Pumpe unterscheidet sich von derjenigen der Fig. 1 insbesondere durch die Ausbildung des Plungerkolbens 12 und der von der Saugventilplatte 24 und einem Kopfteil 98 gebildeten Saugventilanordnung. Dies gilt auch für die an anderer

Stelle näher beschriebenen Fig. 3 und 4. Auf die mit dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1 übereinstimmenden Aspekte wird im folgenden nicht näher eingegangen.

[0055] In dieser Ausführungsform ist die Saugventilplatte 24 von dem ringförmigen Kopfteil 98 umgeben, wobei wiederum einander in radialer Richtung überlappende Flanschabschnitte 24a, 98a vorgesehen sind. Das Kopfteil 98 ist mit einem Hülsenabschnitt 98b auf einen von der antriebsfernen Stirnseite des Plungerkolbens 12 axial abstehenden Ringabschnitt 12b geschraubt und mit einem Flanschabschnitt 98a auf einem Ringabschnitt 24b der Saugventilplatte 24 axial verschiebbar gelagert. Mit seinem Flanschabschnitt 24a liegt die Saugventilplatte 24 an der Innenseite des Ringabschnitt 12b des Plungerkolbens 12 an.

[0056] Die axiale Bewegbarkeit der Saugventilplatte 24 ist entsprechend der Ausführungsform von Fig. 1 durch den Spalt 50 gewährleistet, der während des Druckhubs zwischen den in radialer Richtung überlappenden Flanschabschnitten 24a, 98a vorhanden ist.

[0057] Beide Stirnseiten der Saugventilplatte 24 sowie des Plungerkolbens 12 sind eben und verlaufen senkrecht zur Längsachse 70. Auch in dieser Ausführungsform kann der Druckventilkörper 18 mit einer - durch die gestrichelten Linien angedeuteten - Abschrägung 94 versehen sein. In der Stellung gemäß Fig. 2 am Ende des Druckhubs sind die Axialbohrungen 52 im Plungerkolben 12 durch die Saugventilplatte 24 verschlossen.

[0058] Die Saugventilplatte 24 weist eine zentrale Öffnung 99 auf, deren Durchmesser etwas größer als derjenige des Kopfteils 26 der Schraube 27 ist, das in dieser Ausführungsform bündig mit der Stirnseite des Plungerkolbens 12 abschließt. In die Öffnung 99 ragt das - seine geschlossene Stellung einnehmende - Druckventilelement 20 hinein, das in dieser Ausführungsform als vollständige Kalotte ausgebildet ist.

[0059] Während des Saughubs kann sowohl flüssiges als auch gasförmiges Medium über den Förderaum 32, die Axialbohrungen 52 im Plungerkolben 12, einen im Zustand von Fig. 2 nicht vorhandenen Zwischenraum zwischen dem Plungerkolben 12 und der Saugventilplatte 24 und die Öffnung 99 in die Druckkammer 14 strömen.

[0060] Nicht dargestellt in Fig. 2 sind Stopfelemente, die nach erfolgter Montage in die Ausnehmungen 26c des Schrauben-Kopfteils 26 gesteckt werden und die Öffnung 99 derart ausfüllen, daß während des Saughubs zwar eine Fluidströmung von den Axialbohrungen 52 durch die Öffnung 99 in die Druckkammer 14 möglich ist, während des Druckhubs jedoch die Druckkammer 14 im wesentlichen durch den in Fig. 2 durch ein "A" angedeuteten Spalt zwischen der Saugventilplatte 24 und dem Druckventilkörper 18 gebildet wird. Der Abstand zwischen den einander zugewandten Stirnseiten dieser beiden Bauteile beträgt am Ende des Druckhubs etwa 0,1 bis 0,2 mm. Auf diese Weise ist

auch die erfindungsgemäße Förderanordnung von Fig. 2 in vorteilhafter Weise tottraumoptimiert und zur Förderung gasförmiger Medien mit hohem Wirkungsgrad optimal geeignet.

[0061] Es ist auch möglich, das Druckventilelement 20 bzw. dessen durch die Öffnung 99 hineinragenden Abschnitt derart auszubilden, daß ein möglichst großer Teil des aufgrund der Öffnung 99 vorhandenen Raumes ausgefüllt ist.

[0062] Die Fig. 3 und 4 zeigen jeweils eine Weiterbildung der in Fig. 2 dargestellten Pumpe. Die Unterschiede bestehen insbesondere in der Ausbildung des Plungerkolbens 12 und der von der Saugventilplatte 24 und dem Kopfteil 98 gebildeten Saugventilanordnung. Auf die mit dem Ausführungsbeispiel von Fig. 2 und auch von Fig. 1 übereinstimmenden Aspekte wird im folgenden nicht näher eingegangen.

[0063] In dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 sind im Plungerkolben 12 mehrere in Umfangsrichtung verteilt angeordnete Durchgänge ausgebildet, die jeweils einen schräg zur Längsachse bzw. Bewegungsachse 70 des Plungerkolbens 12 verlaufenden Kanal 52 und eine dem Kanal 52 einströmseifig vorgelagerte Vorkammer 51 umfassen. Der freie Strömungsquerschnitt der Vorkammern 51 ist größer als derjenige der geraden Kanäle 52. Im Bereich des Übergangs in die Kanäle 52 weisen die Vorkammern 51 jeweils abgerundete Innenflächen auf.

[0064] Durch diese aus geraden Strömungskanälen 52 und vorgelagerten Vorkammern 51 bestehenden Durchgänge wird eine Strömungsoptimierung des Plungerkolbens 12 auf der Einströmseite erreicht. Wenn beim Saughub des Plungerkolbens 12 die Saugventilplatte 24 abgehoben ist und die Durchgänge 51, 52 geöffnet sind, kann das Medium ohne wesentliche Umlenkungen bzw. Richtungsänderungen durch den Plungerkolben 12 hindurch schräg auf die Bewegungsachse 70 zu in die Druckkammer 14 einströmen.

[0065] Ein weiterer Unterschied zu der Ausführungsform von Fig. 2 besteht darin, daß das die Saugventilplatte 24 umgebende Kopfteil 98 mittels einer Schraube 97 gesichert ist.

[0066] In der Ausführungsform von Fig. 4 ist der Plungerkolben 12 ebenfalls mit aus Kanälen 52 und Vorkammern 51 bestehenden Durchgängen versehen.

[0067] Zusätzlich sind bei diesem Ausführungsbeispiel die einander zugewandten Seiten des Plungerkolbens 12 und der Saugventilplatte 24 komplementär zueinander derart gekrümmt, daß sie jeweils einen näherungsweise sphärischen Verlauf aufweisen. Dabei ist die Saugventilplatte 24 konkav und der Plungerkolben 12 konvex gekrümmt, so daß der Plungerkolben 12 mit seinem zentralen Bereich näher an dem Druckventilelement 20 liegt als in der Ausführungsform von Fig. 3. Entsprechend ist die axiale Ausdehnung des Schrauben-Kopfteils 26 gegenüber der Ausführungsform von Fig. 3 vergrößert.

[0068] Durch diese Ausgestaltung des Plungerkol-

bens 12 wird dessen Durchströmung weiter verbessert, während gleichzeitig eine weitere Verkleinerung der Druckkammer 14 und somit eine verbesserte Totraumoptimierung erzielt wird.

[0069] Fig. 5a zeigt schematisch, wie eine erfindungsgemäße Pumpe, die drei nebeneinander angeordnete, eine gemeinsame Antriebseinheit 80 aufweisende Förderanordnungen umfaßt, in einem Flüssigkeitsfördermodus betrieben wird. Die beiden in Fig. 5a unteren Förderanordnungen weisen lediglich entweder eine Einlaßöffnung 16 oder eine Auslaßöffnung 22 auf und sind im Gehäuseinneren durch in Fig. 5a lediglich angedeutete Kanäle 11 eingangsseitig und ausgangsseitig miteinander verbunden. Die dritte, obere Förderanordnung weist sowohl eine eigene Einlaßöffnung 16 als auch eine eigene Auslaßöffnung 22 auf.

[0070] Im Flüssigkeitsfördermodus sind die drei Förderanordnungen an eine gemeinsame Saugleitung 72 angeschlossen und wird die über die Saugleitung 72 geförderte Flüssigkeit über eine gemeinsame Druckleitung 74 abtransportiert. Alternativ können auch jeweils zwei nicht miteinander verbundene Saugleitungen 72 bzw. Druckleitungen 74 vorgesehen sein.

[0071] Um die erfindungsgemäße Pumpe in einem Gasfördermodus zu betreiben, in welchem die Pumpe als zweistufiger Kompressor arbeitet, wird gemäß Fig. 5b die gemeinsame Druckleitung 74 der beiden in Fig. 5b unteren Förderanordnungen an die Einlaßöffnung 16 der in Fig. 5b oberen Förderanordnung angeschlossen. Das gasförmige Medium, beispielsweise Kohlendioxid, welches über die an die Einlaßöffnung 16 der unteren Förderanordnung angeschlossene gemeinsame Saugleitung 72 gefördert wird, wird nach dem Austritt aus der von den beiden unteren Förderanordnungen gebildeten ersten Stufe der Pumpe der dritten, oberen Förderanordnung zugeführt. Die dritte Förderanordnung bildet die zweite Stufe der in diesem Gasfördermodus als Kompressor arbeitenden Pumpe.

[0072] Die von den beiden Förderanordnungen der ersten Stufe geförderten Gasmengen werden somit in der zweiten Stufe gemeinsam komprimiert und über die Druckleitung 74 der die zweite Stufe bildenden Förderanordnung abtransportiert.

[0073] Der mit einer als Kühlraum dienenden Spiralnut 48 versehene, in Strömungsrichtung vordere Bereich jedes Zylinders 10 (vgl. Fig. 1-4) dient zur Ableitung der bei der Kompression des Gases entstehenden Wärme. Hierzu wird über den Einlaß 47 und einen am anderen Ende der Spiralnut 48 angeordneten, nicht dargestellten Auslaß ein Kühlmittel durch die Spiralnut 48 gepumpt.

[0074] Des weiteren ist vorzugsweise vorgesehen, die Verbindungsleitungen zwischen den die zweite Stufe bildenden Förderanordnungen und der die zweite Stufe bildenden Förderanordnung mit einem Kühlmantel zu versehen.

[0075] Fig. 5c zeigt in einer gemeinsamen Darstel-

lung sowohl den Flüssigkeitsfördermodus als auch den Gasfördermodus sowie die Anordnung von Ventilen M1, M2, M3 und M4 in den jeweiligen Leitungen. Während im Flüssigkeitsfördermodus die Ventile M1, M2 geschlossen und die Ventile M3, M4 geöffnet sind, zeichnet sich der Gasfördermodus dadurch aus, daß die Ventile M1, M2 geöffnet und die Ventile M3, M4 geschlossen sind.

[0076] Durch das Vorsehen der internen Kanäle 11 wird die zum Umschalten zwischen den beiden Betriebsmodi erforderliche Anzahl von Ventilen minimiert.

Bezugszeichenliste

[0077]

10	Zylinder
11	Kanal
12	Plungerkolben
12a	Ringvorsprung
12b	Ringabschnitt
13	Stützelement
14	Druckkammer
15	Einlaßkanal
16	Einlaßöffnung
18	Druckventilkörper
18a	Kragen
20	Druckventilelement
21	Feder
22	Auslaßöffnung
23	Auslaßraum
24	Saugventilplatte
24a	Flanschabschnitt
24b	Ringabschnitt
25	Auslaßkanal
26	Kopfteil
26a	Flanschabschnitt
26b	Zapfen
26c	Ausnehmung
27	Schraube
28	Kolbenstange
30	Umfangsausnehmung
31	Gleitdichtring
32	Förderraum
33	O-Ring
34	Zentrierelement
36	Ringausnehmung
40	Halteelement
41	Schulter
42	Sauggehäuse
43	Kragen
44	Druckgehäuse
45	Schulter
46	Schraubverbindung
47	Einlaß
48	Kühlraum, Spiralnut
49	Kühlrippen

50	Spalt
51	Vorkammer
52	Axialbohrung, Kanal
60	O-Ring
5 61	Öffnung
70	Längsachse, Bewegungsachse
72	Saugleitung
74	Druckleitung
80	Antriebseinheit
10 90	Ausnehmung
92	Dichtelement
94	Abschrägung
96	Dichtung
97	Schraube
15 98	Kopfteil
98a	Flanschabschnitt
98b	Hülsenabschnitt
99	Öffnung
A	Abstand
20 M1	Ventil
M2	Ventil
M3	Ventil
M4	Ventil

25 Patentansprüche

1. Pumpe mit wenigstens einer Förderanordnung, die einen in einem Zylinder (10) axial geführten Plungerkolben (12) umfaßt, der mit seinem antriebsfernen Ende das Volumen in einer Druckkammer (14) variiert, die beim Saughub mit wenigstens einer auf der der Druckkammer (14) gegenüberliegenden Seite des Plungerkolbens (12) gelegenen Einlaßöffnung (16) und beim Druckhub über eine Druckventilanordnung (18, 20) mit zumindest einer Auslaßöffnung (22) kommuniziert, dadurch **gekennzeichnet**,

daß der Plungerkolben (12) an seinem antriebsfernen Ende eine Saugventilanordnung (24, 26; 24, 98) trägt, die ein axial fest mit einer Kolbenstange (28) verbundenes Kopfteil (26; 98) und eine zwischen dem Plungerkolben (12) und dem Kopfteil (26; 98) axial frei bewegliche Saugventilplatte (24) umfaßt, die beim Saughub am Kopfteil (26; 98) anliegend eine beim Druckhub verschlossene Strömungsverbindung von der Einlaßöffnung (16) über den Plungerkolben (12) in die Druckkammer (14) freigibt.
2. Pumpe nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Plungerkolben (12) zur Zentrierung im Zylinder (10) an der Kolbenstange (28) zumindest in einem geringen Maße beweglich gelagert ist.
3. Pumpe nach zumindest einem der vorhergehenden

Ansprüche,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Druckkammer (14) begrenzende Stirnseiten der Saugventilanordnung (24, 26; 24, 98) und der Druckventilanordnung (18, 20) am Ende des Druckhubs derart berührungslos einander angenähert sind, daß das Volumen der Druckkammer (14) auf einen gegenüber dem Maximalwert am Ende des Saughubs vernachlässigbar Weinen Wert und bevorzugt näherungsweise auf Null reduziert ist,

und/oder daß der minimale Abstand zwischen einander zugewandten Stirnseiten der Druckventilanordnung (18, 20) und der Saugventilanordnung (24, 26; 24, 98) Meiner als 1 mm ist und vorzugsweise im Bereich von 0,1 bis 0,2 mm liegt.

4. Pumpe nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch **gekennzeichnet**, daß das Kopfteil (98) als die Saugventilplatte (24) umgebendes und mit der antriebsfernen Stirnseite des Plungerkolbens (12) axial fest verbundenes, insbesondere aufschraubbares, Ringelement ausgebildet ist.
5. Pumpe nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch **gekennzeichnet**, daß im Plungerkolben (12) wenigstens ein beim Saughub in die Druckkammer (14) mündender Durchgang (51, 52) ausgebildet ist, der zumindest bereichsweise schräg zur Bewegungsachse (70) des Plungerkolbens (12) verläuft, und/oder daß wenigstens ein im Plungerkolben (12) ausgebildeter Durchgang (51, 52) einen in die Druckkammer (14) mündenden Kanal (52) und eine dem Kanal (52) einströmseitig vorgelagerte Vorkammer (51) mit gegenüber dem Kanal (52) vergrößertem freien Strömungsquerschnitt umfaßt.
6. Pumpe nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die einander zugewandten Seiten des Plungerkolbens (12) und der Saugventilplatte (24) komplementär zueinander gekrümmt sind und insbesondere einen zumindest näherungsweise sphärischen Verlauf aufweisen, wobei bevorzugt der Plungerkolben (12) konvex und die Saugventilplatte (24) konkav gekrümmt ist.
7. Pumpe nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Saugventilplatte (24) ringförmig ausgebildet und bevorzugt in radialer Richtung paßgenau auf dem Kopfteil (26) angeordnet ist, wobei insbesondere der Außendurchmesser der

Saugventilplatte (24) kleiner als der Innendurchmesser des Zylinders (10) ist,

und/oder daß die dem Plungerkolben (12) zugewandte Seite der Saugventilplatte (24) konusartig ausgebildet ist und beim Druckhub abdichtend an schräg zur Längsachse (70) des Zylinders (10) verlaufenden Seitenwänden einer Ausnehmung (90) des Plungerkolbens (12) anliegt, in die wenigstens eine Axialbohrung (52) des Plungerkolbens (12) mündet, und/oder daß der Druckventilanordnung (18, 20) zugewandte Seiten der Saugventilplatte (24) und des Kopfteils (26) beim Druckhub zusammen eine zumindest im wesentlichen ebene Stirnseite der Saugventilanordnung (24, 26) bilden.

8. Pumpe nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Saugventilplatte (24) und das Kopfteil (26; 98) mit einander in radialer Richtung überlappenden Flanschabschnitten (24a, 26a; 24a, 98a) versehen sind.
9. Pumpe nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Druckventilanordnung (18, 20) einen zumindest bereichsweise die Druckkammer (14) begrenzenden Druckventilkörper (18) und ein Druckventilelement (20) umfaßt, das während des Saughubs gegen die der Druckkammer (14) gegenüberliegende Seite des Druckventilkörpers (18) vorgespannt ist und ab einem während des Druckhubs erzeugten Druck in der Druckkammer (14) wenigstens eine Fluidverbindung von der Druckkammer (14) zur Auslaßöffnung (22) freigibt.
10. Pumpe nach Anspruch 9,
dadurch **gekennzeichnet**, daß das bevorzugt kalottenförmige Druckventilelement (20) beim Druckhub über die der Saugventilanordnung (24, 98) zugewandte Seite des Druckventilkörpers (18) hinaus vorsteht und in die Druckkammer (14) hineinragt, oder daß der Saugventilanordnung (24, 26) zugewandte Seiten des Druckventilelements (20) und des Druckventilkörpers (18) beim Saughub zusammen eine zumindest näherungsweise ebene Stirnseite der Druckventilanordnung (18, 20) bilden.
11. Pumpe nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Druckkammer (14) zur Saugseite über den Plungerkolben (12) abdichtet ist, wobei insbesondere der Plungerkolben (12) wenig-

stens eine vorzugsweise nutförmige Umfangsausnehmung (30) umfaßt, in der eine bevorzugt zumindest teilweise aus Teflon oder PEEK bestehende Dichtung (31, 33) angeordnet ist, wobei insbesondere wenigstens eine Dichtung 5 einen Gleitdichtring (31) umfaßt,

und/oder daß wenigstens eine Dichtung bevorzugt mittels eines in der Umfangsausnehmung (30) angeordneten, elastisch verformbaren O-Rings (33) in Richtung der Zylinderinnenwand 10 vorgespannt ist.

12. Pumpe nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, 15
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Zylinder (10) aus Aluminium hergestellt ist, wobei bevorzugt die Zylinderinnenwand aus insbesondere durch eine Hart-Coat-Umwandlung entstandenem Aluminiumoxid besteht, oder daß der Zylinder (10) aus insbesondere gehärtetem Stahl hergestellt ist, wobei 20 bevorzugt die Zylinderinnenwand mit einer zusätzlichen Oberflächenschicht, insbesondere einer CVD- oder PVD-Oberflächenschicht, versehen ist,

und/oder daß in die Zylinderinnenwand, insbesondere in die Zylinderinnenwand bildendes Aluminiumoxid, Teflonpartikel eingelagert sind, und/oder daß zumindest die Saugventilplatte (24) der Saugventilanordnung aus einem insbesondere 30 hochtemperaturbeständigen und/oder schlagzähem Kunststoff, bevorzugt aus PEEK, hergestellt ist, und/oder daß zumindest ein Druckventilelement (20) der Druckventilanordnung (18, 20) 35 aus einem insbesondere hochtemperaturbeständigen und schlagzähem Kunststoff, bevorzugt aus PEEK, hergestellt ist.

13. Pumpe nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, 40
dadurch **gekennzeichnet**, daß sich die Kolbenstange (28) durch einen mit der Einlaßöffnung (16) kommunizierenden Förderraum (32) erstreckt und außerhalb des Förderraumes (32) von einem ringförmigen Zentrierelement (34) umgeben ist, dessen 45 der Kolbenstange (28) zugewandte Innenfläche mit wenigstens einer in einer Ringausnehmung (36) angeordneten, bevorzugt zumindest teilweise aus Teflon oder PEEK bestehenden Dichtung (38) versehen ist, 50
wobei insbesondere wenigstens eine Dichtung (38) einen Gleitdichtring umfaßt,

und/oder daß wenigstens eine Dichtung (38) 55 bevorzugt mittels einer Stahlfeder in Richtung der Kolbenstange (28) vorgespannt ist, und/oder daß das Zentrierelement (34) zwi-

schen einem Halteelement (40) und dem Zylinder (10), bevorzugt einem sich antriebsseitig an den Zylinder (10) anschließenden und vorzugsweise mittels des Zentrierelementes (34) zentrierten Sauggehäuses (42) angeordnet ist, und/oder daß das Zentrierelement (34), der Zylinder (10) und die Druckventilanordnung (18, 20) zwischen dem Halteelement (40) und einem Druckgehäuse (44) mittels wenigstens einer Schraubverbindung (46) in axialer Richtung eingespannt sind.

14. Pumpe nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, 15
dadurch **gekennzeichnet**, daß zumindest zwischen einem Druckgehäuse (44) und einem vom Druckgehäuse (44) umgebenen Bereich des Zylinders (10) wenigstens ein Teil eines bevorzugt mit Wasser betreibbaren Kühlkreislaufes bildender Kühlraum (48) vorhanden ist, 20
wobei insbesondere der Kühlraum in Form zumindest einer auf der Außenfläche des Zylinders (10) ausgebildeten Spiralnut (48) vorgesehen ist.

15. Pumpe nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, 25
dadurch **gekennzeichnet**, daß sie mehrere bevorzugt zumindest im wesentlichen baugleiche Förderanordnungen umfaßt und durch Verbinden der Einlaßöffnung (16) wenigstens einer Förderanordnung mit der Auslaßöffnung (22) zumindest einer anderen Förderanordnung als mehrstufiger Kompressor insbesondere zur Förderung gasförmiger Fluide verwendbar ist, 30
wobei insbesondere drei Förderanordnungen mit vorzugsweise etwa in einer Ebene liegenden Längsachsen (70) vorgesehen sind, wobei in einem Flüssigkeitsfördermodus jede Einlaßöffnung (16) mit einer Saugleitung (72) und jede Auslaßöffnung (22) mit einer Druckleitung (74) und in einem Gasfördermodus eine Einlaßöffnung (16) mit zwei Auslaßöffnungen (22) verbunden ist, 35

und/oder daß zumindest zwei Förderanordnungen eine einzige gemeinsame Einlaßöffnung (16) und/oder eine einzige gemeinsame Auslaßöffnung (22) aufweisen.

16. Pumpe nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, 40
dadurch **gekennzeichnet**,

daß die Druckkammer (14) begrenzende Stirnseiten der Saugventilanordnung (24, 26; 24, 98) und der Druckventilanordnung (18, 20) am Ende des Druckhubs derart berührungslos einander angenähert sind, daß das Volumen der Druckkammer (14) auf einen gegenüber dem Maximalwert am Ende des Saughubs vernach-

lässigbar kleinen Wert und bevorzugt näherungsweise auf Null reduziert ist, wobei insbesondere die Pumpe die Merkmale zumindest eines der Ansprüche 1 bis 15 aufweist.

5

10

15

20

25

30

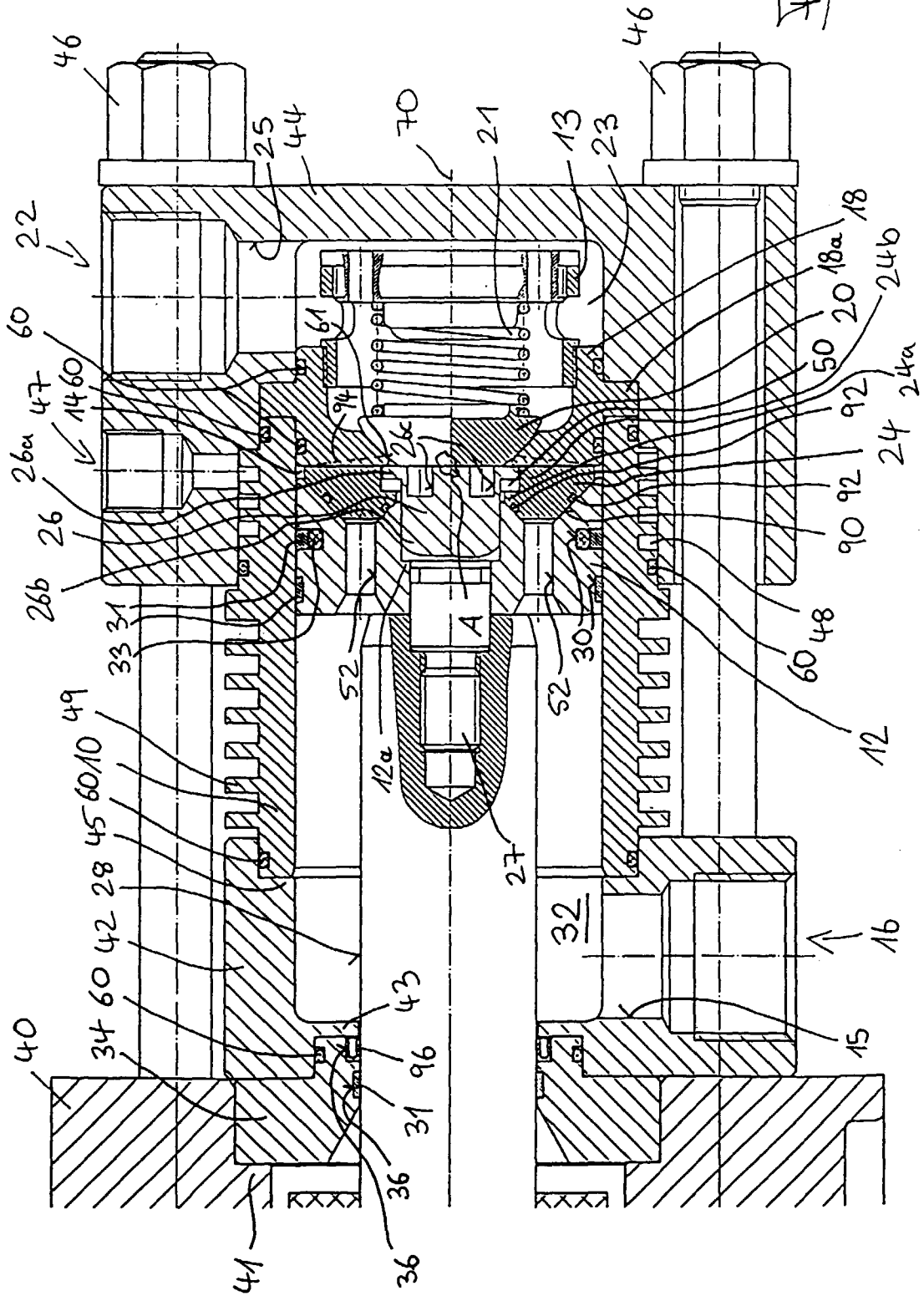
35

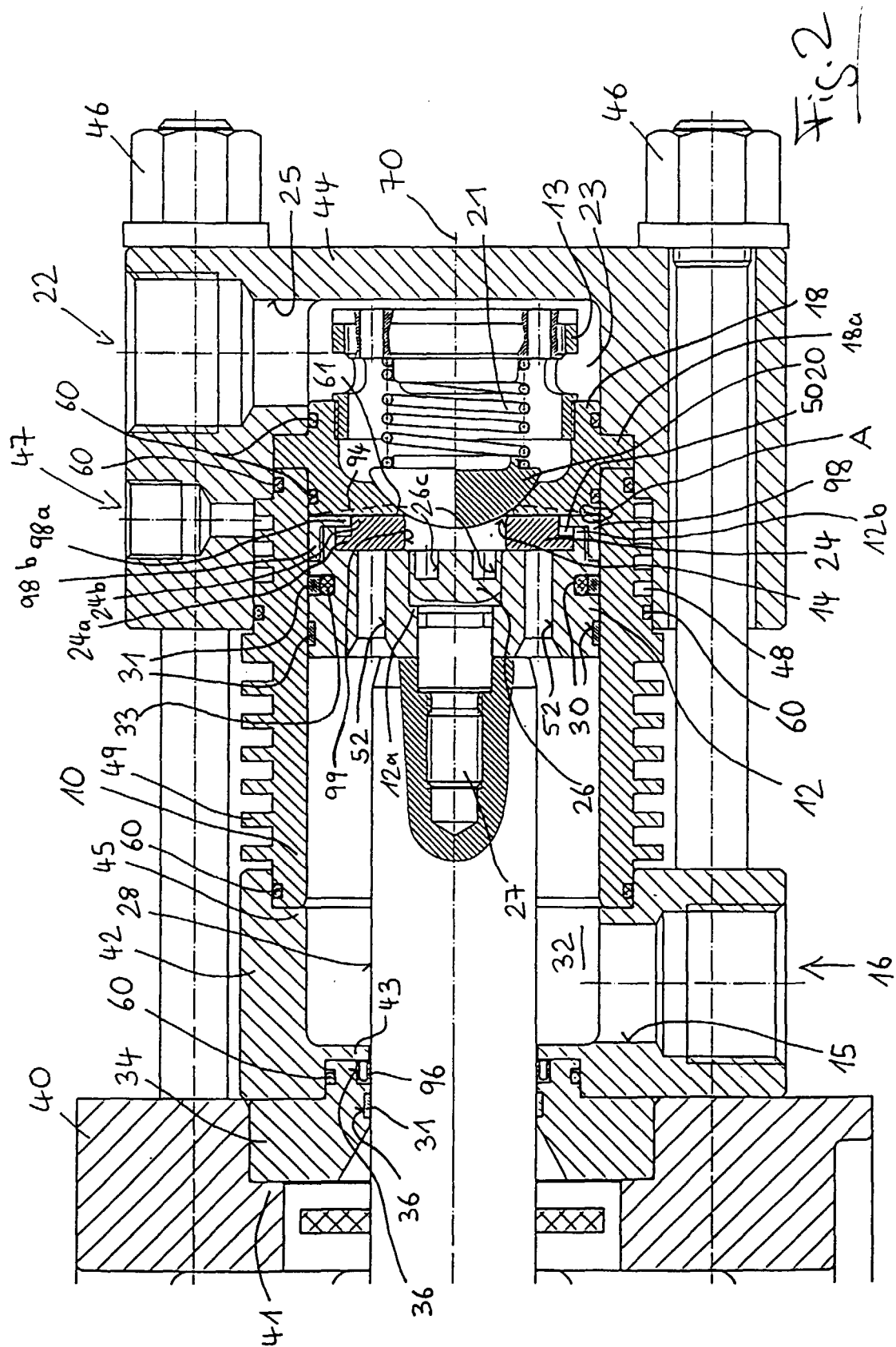
40

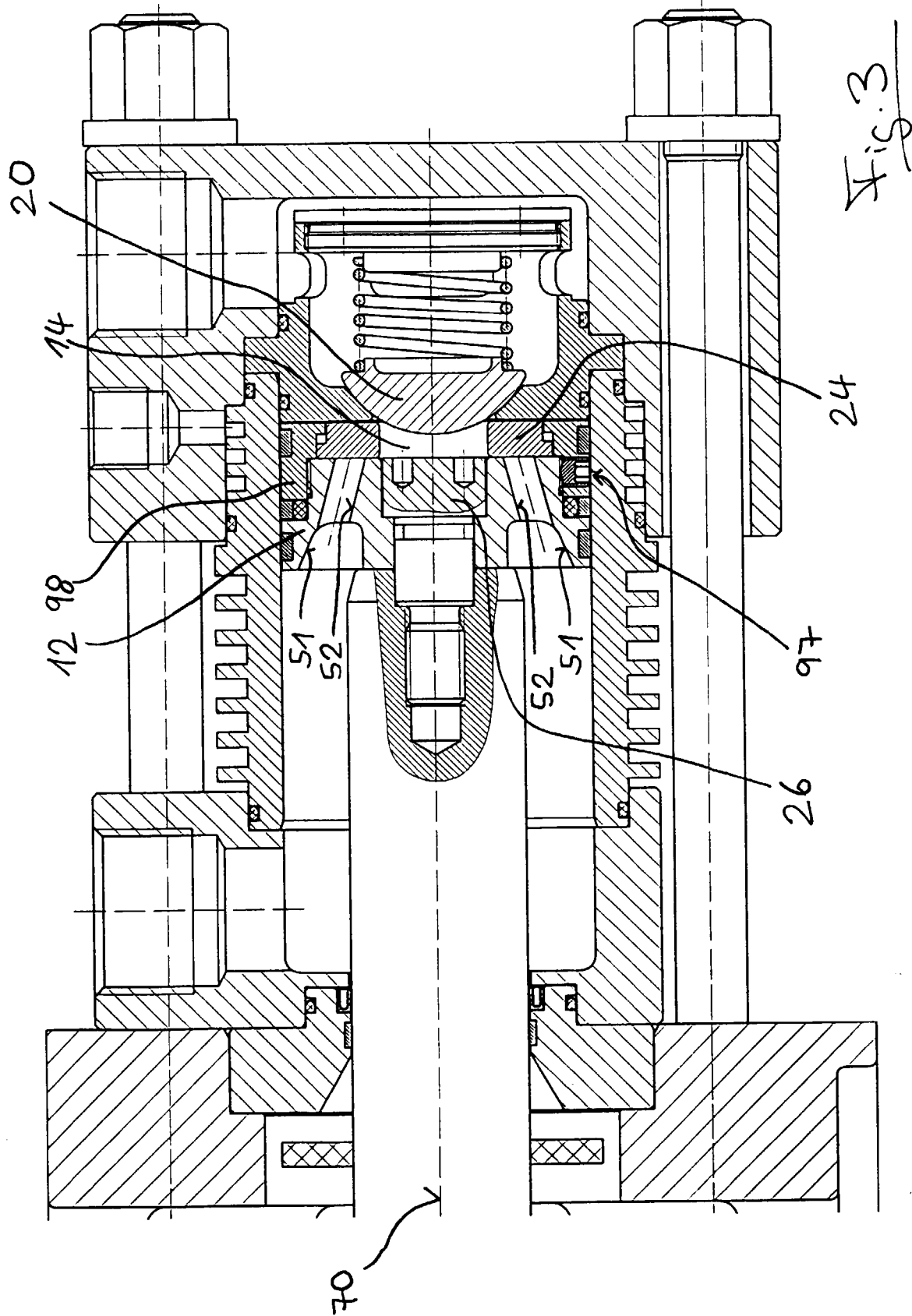
45

50

55







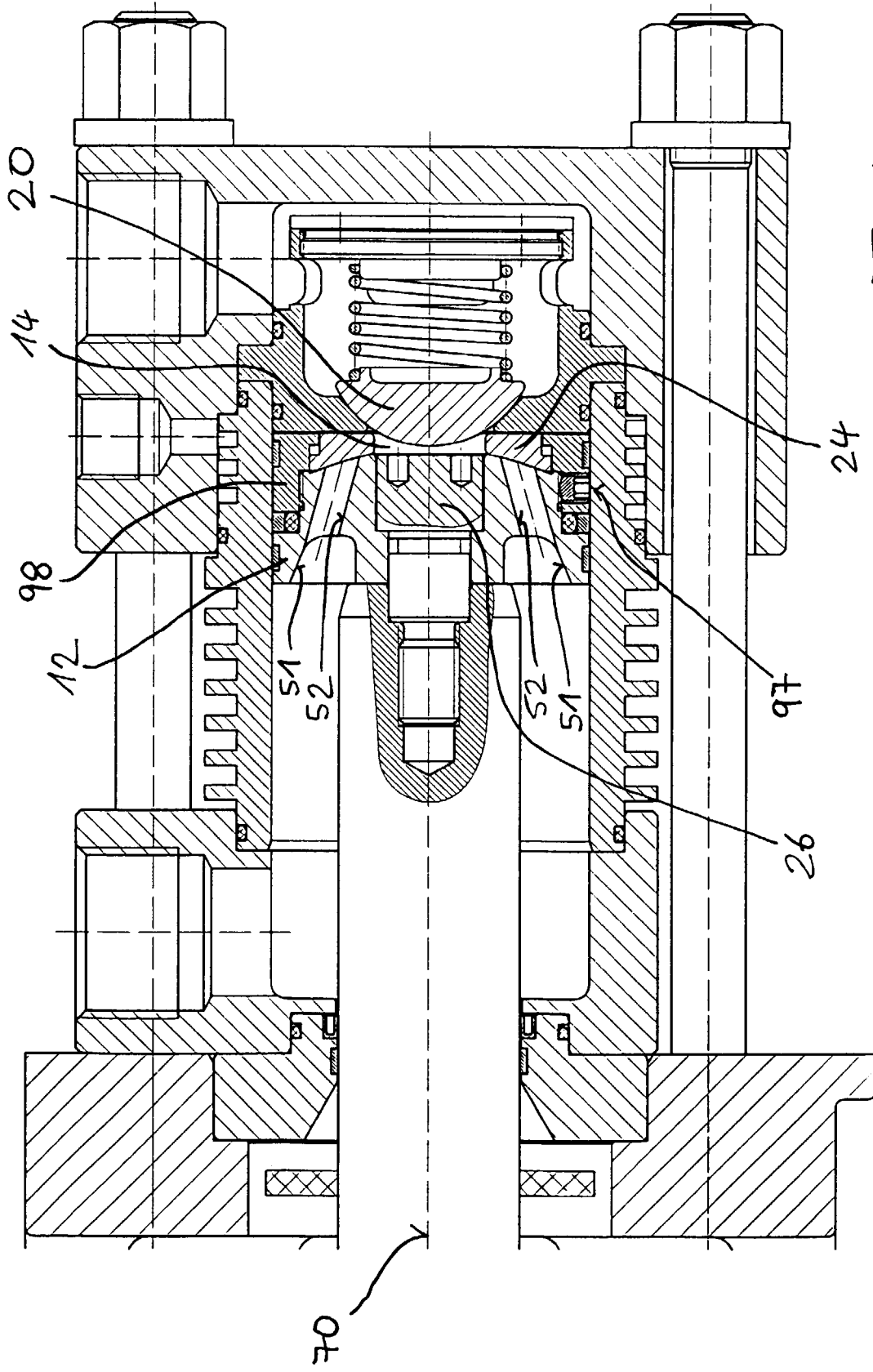


Fig. 4

