

(19)



(11)

EP 1 855 007 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.11.2007 Patentblatt 2007/46

(51) Int Cl.:
F04C 2/18 (2006.01) **F04C 15/00 (2006.01)**
F04C 13/00 (2006.01) **F04C 14/26 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **06113845.9**

(22) Anmeldetag: **12.05.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder:
• **Triebe, René**
CH-8051, Zürich (CH)
• **Weber, Stefan**
CH-8965, Berikon (CH)

(71) Anmelder: **Maag Pump Systems Textron AG**
8154 Oberglatt (CH)

(74) Vertreter: **Troesch Scheidegger Werner AG**
Schwäntenmos 14
8126 Zumikon (CH)

(54) **Zahnradpumpe**

(57) Die Erfindung betrifft eine Zahnradpumpe, bestehend aus einem Gehäuse mit mindestens zwei ineinandergreifenden Zahnrädern mit je einer Welle, die in Fördermediumgeschmierten Gleitlagern gelagert sind, wobei ein Fördermedium (M) von einer Saugseite auf eine Druckseite gefördert wird und ein Rückführungskanal vorgesehen ist, der durch das Gleitlager nach aussen fließendes Fördermedium zur Saugseite zurückführt, und wobei ein Ventil (5) mit einem stationären und einem

beweglichen Teil (20, 21) vorgesehen ist. Erfindungsgemäss weist das Ventil (5) eine Einstellcharakteristik auf, die mindestens in einem Bereich in erster Näherung linear verläuft, wobei die Einstellcharakteristik durch einen Druck über dem Ventil in Funktion eines Einstellweges (x) im Ventil (5) definiert ist. Damit wird eine wesentliche Verbesserung der Einstellungsmöglichkeit des Druckes im Übergangsbereich zwischen dem Gleitlager und einer dynamischen Dichtung einer nach aussen geführten Antriebswelle erhalten.

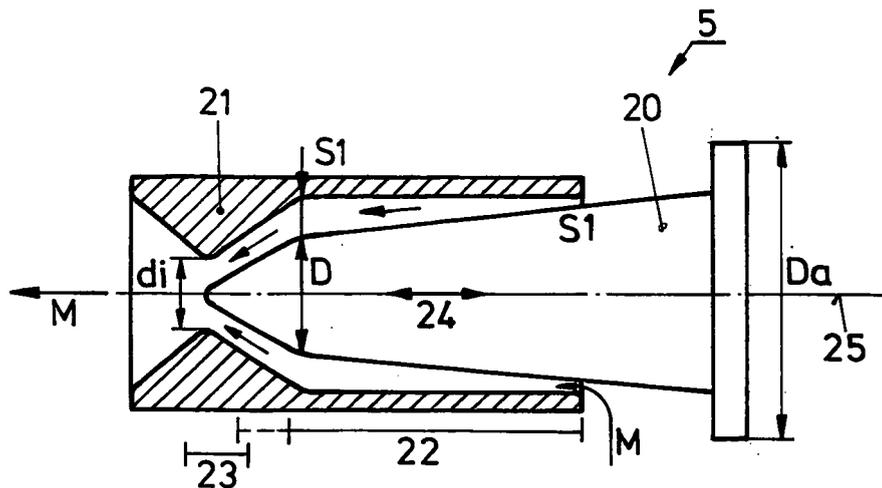


FIG. 2

EP 1 855 007 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Zahnradpumpe nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Zahnradpumpen bestehen im Wesentlichen aus einem Gehäuse mit zwei ineinandergreifenden Zahnradern, die auf Wellen angeordnet sind, wobei mindestens eine der Wellen mit einem Antrieb verbunden ist. Die Wellen werden in Fördermedium-geschmierten Gleitlagern gelagert, welche unmittelbar anschliessend an den Pumpeninnenraum angeordnet sind, wobei das zur Schmierung der Gleitlager verwendete Fördermedium von der Druckseite über den Gleitlagerspalt und einen Rückführungskanal auf die Saugseite der Zahnradpumpe gelangt.

[0003] Insbesondere bei Zahnradpumpen, die für die Förderung von niederviskosen Polymeren und Prepolymeren verwendet werden und die eine dynamische Dichtung - beispielsweise in der Form einer Labyrinthdichtung (Gewindewellendichtung) - und anschliessender statischen Dichtung - beispielsweise eine Packungsdichtung mit oder ohne Sperrmedium - aufweisen, muss sichergestellt werden, dass vor der dynamischen Wellendichtung immer ein positiver Druck gegenüber der Saugseite vorhanden ist, da sonst - beim Einsatz von einem Sperrmedium - dieses in das Fördermedium gelangen kann, was höchst unerwünscht ist. Der positive Druck ist notwendig, um eine ausreichende Füllung des Dichtspaltes der dynamischen Dichtung zu erhalten. So kann ein Eindringen von Sperrmedium in den Hauptstrom des Fördermediums verhindert werden.

[0004] Auf der anderen Seite sollte der Druck vor der dynamischen Wellendichtung nicht zu gross sein, da sonst Fördermedium durch die dynamische Wellendichtung nach aussen treten kann oder - falls eine statische Dichtung vorhanden ist - das Fördermedium in Kontakt mit dieser Dichtung gelangt, womit mit einer Zerstörung der statischen Dichtung gerechnet werden muss.

[0005] Ferner muss gewährleistet sein, dass bei Wartungsarbeiten an der statischen Dichtung der Rückführungskanal geschlossen werden kann. Aus diesem Grund wurde im Rückführungskanal ein Ventil vorgesehen, mit dem ein Eindringen von Luft auf die Saugseite der Zahnradpumpe unterbunden werden kann.

[0006] Das bekannte Ventil eignet sich jedoch nicht, den vorstehend genannten Bedingungen zur Einstellung des Fördermediumsdruckes vor der dynamischen Wellendichtung gerecht zu werden. So ist es aufgrund der Verstellcharakteristik des bekannten Ventils äusserst schwierig, einen Fördermediumsdruck vor der dynamischen Dichtung unter Einhaltung der vorstehend erläuterten Druckbedingungen einstellen zu können, da der Bereich, in dem eine Einstellung vorgenommen werden muss, sehr klein ist.

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Zahnradpumpe anzugeben, welche die vorstehend genannten Nachteile nicht aufweist.

[0008] Diese Aufgabe ist durch die im kennzeichnen-

den Teil von Anspruch 1 angegebenen Massnahmen gelöst. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind in abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Die Erfindung betrifft eine Zahnradpumpe, bestehend aus einem Gehäuse mit mindestens zwei ineinandergreifenden Zahnradern mit je einer Welle, die in Fördermedium-geschmierten Gleitlagern gelagert sind, wobei ein Fördermedium von einer Saugseite auf eine Druckseite gefördert wird und ein Rückführungskanal vorgesehen ist, der durch das Gleitlager nach aussen fliessendes Fördermedium zur Saugseite zurückführt, und wobei ein Ventil mit einem stationären und einem beweglichen Teil vorgesehen ist. Erfindungsgemäss weist das Ventil eine Einstellcharakteristik auf, die mindestens in einem Bereich in erster Näherung linear verläuft, wobei die Einstellcharakteristik durch einen Druck über dem Ventil in Funktion eines Einstellweges im Ventil definiert ist.

[0010] Damit wird eine wesentliche Verbesserung der Einstellungsmöglichkeit des Druckes im Übergangsbereich zwischen dem Gleitlager und einer dynamischen Dichtung einer nach aussen geführten Antriebswelle erhalten.

[0011] Indem das Ventil sowohl zum Öffnen bzw. Schliessen des Rückführungskanals als auch zur Einstellung eines Druckes verwendbar ist, wobei die Funktionen Öffnen/Schliessen und Druckeinstellung im Ventil im Wesentlichen getrennt realisiert sind, ist die Einstellung des Druckes vor dem Ventil, und somit im Übergangsbereich zwischen dem Gleitlager und einer dynamischen Dichtung, wesentlich vereinfacht.

[0012] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Ventil im Rückführungskanal enthalten.

[0013] Alternativ zur vorstehenden Ausführungsform der Erfindung ist das Ventil in einem Zuführungskanal enthalten, der von der Druckseite in einen von den Zahnradern aus gesehen nach dem Gleitlager angeordneten Bereich führt.

[0014] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist das Ventil einen Druckeinstellungsabschnitt auf, der hauptsächlich zur Druckeinstellung dient. Ferner weist das Ventil einen Schliessabschnitt auf, mit dem der das Ventil enthaltende Kanal geöffnet bzw. geschlossen werden kann.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der bewegliche Teil in den stationären Teil einführbar.

[0016] In einer noch weiteren Ausführungsform berühren sich der bewegliche und der stationäre Teil im Schliessabschnitt, wenn der das Ventil enthaltende Kanal geschlossen ist.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist das Ventil einen Druckeinstellungsabschnitt auf, der hauptsächlich zur Druckeinstellung dient, und einen Schliessabschnitt, in dem der das Ventil enthaltende Kanal geöffnet bzw. geschlossen werden kann, wobei im Druckeinstellungsabschnitt die Einstellcharakteristik in erster Näherung linear verläuft.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der stationäre Teil eine austauschbare Hülse.

[0019] Eine noch weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist das Ventil die folgenden Abmessungen auf:

x: $0.5 \cdot D \dots 5 \cdot D$, insbesondere $3 \cdot D$;
 S1: $0.008 \cdot D \dots 0.08 \cdot D$;
 di: $d_i < D$, $d_i = D/1.5 \dots D/1.2$;

wobei x der Verstellweg, D der Durchmesser des beweglichen Teils, di die Durchlassöffnung im Schiessabschnitt und S1 die Spaltbreite zwischen dem stationären und dem beweglichen Teil ist.

[0020] Bei einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der bewegliche Teil lediglich translatorisch verschiebbar.

[0021] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Spindelhubgetriebe vorgesehen, um den beweglichen Teil translatorisch zu verschieben.

[0022] In einer noch weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der bewegliche Teil am der Saugseite zugewandten Ende kegelförmig, kugelförmig oder flach ausgebildet.

[0023] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass der bewegliche Teil einen der folgenden Querschnitte aufweist:

- Polygon, insbesondere ein Dreieck, Viereck oder Sechseck;
- oval;
- rund.

[0024] Schliesslich besteht eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darin, dass der Schliessabschnitt in Flussrichtung des Fördermediums nach dem Druckeinstellabschnitt vorgesehen ist.

[0025] Die vorliegende Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen, die in Figuren gezeigt sind, weiter erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt entlang einer Drehachse einer nach Aussen geführten Antriebswelle einer Zahnradpumpe in schematischer Darstellung,

Fig. 2 bis 4 verschiedene Ausführungsvarianten für ein erfindungsgemässes Ventil,

Fig. 5A und 5B mögliche Verstellcharakteristiken für die verschiedenen Ausführungsvarianten gemäss den Fig. 2 bis 4,

Fig. 6 eine weitere Ausführungsvariante für ein erfindungsgemässes Ventil,

Fig. 7 einen Schnitt entlang einer Drehachse einer nach Aussen geführten Antriebswelle einer weiteren Ausführungsform einer Zahnradpumpe in schematischer Darstellung und

Fig. 8 ein erfindungsgemässes Ventil mit einem translatorisch verschiebbaren beweglichen Teil.

[0026] In Fig. 1 ist ein Schnitt durch eine Zahnradpumpe dargestellt, wobei die Schnittebene einerseits entlang der Drehachse 13 einer Welle 8 und andererseits senkrecht auf eine Ebene, die von den beiden Wellen der Zahnradpumpe aufgespannt wird, verläuft. Die zweite, in Fig. 1 nicht ersichtliche Welle liegt demzufolge hinter oder vor der dargestellten Welle 8. Ein Fördermedium M, das beispielsweise ein Polymer oder ein so genanntes Prepolymer ist, wird von einer Saugseite 2 zugeführt und mit einem Zahnrad 1, d.h. in den Zahnlücken, auf eine Druckseite 3 befördert. Auf der Druckseite 3 wird das Fördermedium M durch das Ineinandergreifen der Zähne der beiden Zahnräder aus den Zahnlücken gepresst. Das Zahnrad 1 ist auf einer Welle 8 montiert oder es bildet zusammen mit der Welle 8 ein Werkstück.

[0027] Fig. 1 zeigt denjenigen Wellenabschnitt, der zum Antrieb der Zahnradpumpe nach Aussen geführt ist. Ausgehend vom Zahnrad 1 folgt zunächst ein Gleitlagerabschnitt I, in dem die Welle 8 im Gehäuse 9 abgestützt bzw. gelagert ist. Anschliessend an den Gleitlagerabschnitt I folgt eine dynamische Dichtung (Dichtungsabschnitt II), die hier als so genannte Labyrinthdichtung in Form eines Rückfördergewindes realisiert ist, und eine statische Dichtung (Dichtungsabschnitt III), die hier mit Stopfbüchsenpackungen mit einem Sperrmedium realisiert ist.

[0028] Die Gleitlager werden bei der dargestellten Zahnradpumpe mit dem Fördermedium M geschmiert. So dringt Fördermedium M von der Druckseite 3, vorzugsweise über eine Lagerschmiernut 14, in den Lager spalt des Gleitlagerabschnittes I ein und bewirkt eine Schmierung der Welle 8. Die an das Gleitlager anschliessende dynamische Dichtung und die an diese anschliessende statische Dichtung verhindern, dass Fördermedium M nach Aussen treten kann. Es ist darauf zu achten, dass aufgrund eines hohen Unterdruckes im Übergangsbereich zwischen dem Gleitlagerabschnitt I und dem Dichtungsabschnitt II (dynamischen Dichtung) kein Sperrflüssigkeit in den Rückführungskanal 4 gelangt, da sich dann die Sperrflüssigkeit mit dem Fördermedium M vermischen und dieses verunreinigt würde. Gleichzeitig darf der Druck im besagten Übergangsbereich nicht zu hoch sein, da ansonsten das Fördermedium in die Stopfbüchsenpackung gepresst wird und dort degradiert, was zu einer Zerstörung der statischen Dichtung führen kann.

[0029] Wie eingangs bereits erläutert worden ist, ist die Verwendung einer Drosselschraube im Rückführungskanal 4 bereits bekannt. Diese Drosselschraube

wurde in erster Linie zum vollständigen Verschliessen des Rückführungskanals 4 verwendet, wie dies zum Beispiel bei einer vorübergehenden Stilllegung der Zahnradpumpe jeweils gemacht werden muss. Zudem wurde jeweils versucht, während dem Betrieb der Zahnradpumpe die vorstehend erläuterten Bedingungen in Bezug auf die Druckverhältnisse nach dem Gleitlagerabschnitt I zu erfüllen. Dies ist mit einer einfachen Drosselschraube, wie sie in bekannter Weise zum Einsatz gekommen ist, sehr schwierig zu bewerkstelligen.

[0030] In den Fig. 2 bis 4 sind erfindungsgemässe Ventile 5 dargestellt, die im Rückführungskanal 4 (Fig. 1) zum Einsatz kommen. Die Ventile zeichnen sich alle durch eine gegenüber der bekannten Drosselschraube verbesserte Verstellcharakteristik aus.

[0031] Anhand der Ausführungsvariante gemäss Fig. 2, in der ein Ventil 5 in einem Schnitt dargestellt ist, wird das erfindungsgemässe Prinzip erläutert. Ein beweglicher Teil 20, auch etwa als Zapfen bezeichnet, ist in einem stationären Teil 21, auch etwa als Hülse bezeichnet, gemäss Pfeil 24 verschiebbar. Dabei kann die Hülse 21 so ausgestaltet sein, dass sie als separater Teil in den Rückführungskanal 4 eingelassen bzw. eingeschoben werden kann, oder der Rückführungskanal 4 weist eine entsprechende Form im Bereich des zu realisierenden Ventils 5 auf. Der Vorteil einer austauschbaren Hülse 21 liegt in einer raschen Anpassbarkeit des Ventils 5 an geänderte Umstände, so zum Beispiel, wenn eine Optimierung auf ein bestimmtes Fördermedium vorgenommen werden muss. Entsprechende Anpassungen können auch auf der Seite des Zapfens 20 vorgenommen werden.

[0032] Das erfindungsgemässe Ventil 5 zeichnet sich nun insbesondere dadurch aus, dass die beiden vom Ventil zu erfüllende Funktionen, nämlich das Öffnen/Schliessen des Rückführungskanals 4 als auch die Druckeinstellung im Übergangsbereich vom Gleitlagerabschnitt I zum dynamischen Dichtungsabschnitt II (Fig. 1), im Wesentlichen getrennt realisiert sind. Dies bedeutet nicht, dass keine Überlagerungen zwischen den Funktionen möglich sind, dass jedoch eine weitgehende Unabhängigkeit zwischen den Funktionen vorhanden ist. Im Folgenden werden die diesbezüglichen Zusammenhänge und die Wirkungsweise des Ventils erläutert:

Bei einem vollständig geöffneten Ventil 5 sind die Druckverhältnisse in Flussrichtung vor und nach dem Ventil 5 im Wesentlichen identisch. Durch das Einführen des Zapfens 20 in die Hülse 21 wird die Querschnittfläche für das Fördermedium M zunächst verringert. Damit erfolgt eine erste Zunahme der Druckdifferenz über das Ventil 5. In vielen Anwendungen ist dies die Ausgangslage, d.h. die Position mit der kleinstmöglichen Druckdifferenz.

[0033] Mit dem weiteren Eindringen des Zapfens 20 in die Hülse 21 wird nicht mehr die Querschnittsfläche verändert - d.h. eine Spaltbreite S1, die zwischen dem Zap-

fen 20 und der Hülse 21 vorhanden ist, bleibt im Wesentlichen unverändert - sondern es ist nun allein die Eindringtiefe (im Folgenden auch wirksame Länge oder Einstellweg genannt) des Zapfens 20 in die Hülse 21, welche zu einer Druckdifferenzänderung über dem Ventil 5 führt. Damit wurde erstmals eine zumindest bereichsweise, in erster Näherung lineare Einstellcharakteristik erhalten, was eine Einstellung eines optimalen Druckes im Übergangsbereich zwischen Gleitlagerabschnitt I und dynamischer Dichtungsabschnitt II wesentlich vereinfacht und eine genaue Einstellung erleichtert.

[0034] Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wurden Berechnungen angestellt, deren Resultat in der folgenden Formel zusammengefasst werden kann, die zur Vereinfachung auf einigen Modellannahmen beruht:

$$\Delta p = \frac{Q \cdot 12 \cdot \eta \cdot x}{\pi \cdot D \cdot S1^3}$$

wobei

25	Δp	resultierende Druckdifferenz über dem Ventil
	Q	Durchsatz
	η	Viskosität
	x	wirksame Länge oder Einstellweg
	D	Zapfendurchmesser
30	S1	Spaltbreite

[0035] Bei der bekannten Drosselschraube, für die die vorstehenden Berechnungen ebenfalls gültig sind, wird primär der kurze Ringspalt, welcher durch die Spalthöhe S1 charakterisiert werden kann, am kurzen Ende verringert. Diese Verringerung fliesst in der dritten Potenz in die Berechnungen ein, was zu einer sehr grossen Druckänderung bei geringer Änderung der Spaltbreite S1 führt.

[0036] Demgegenüber wird bei der erfindungsgemässen Vorrichtung mit dem weiteren Verschieben des Zapfens 20 in die Hülse 21 eine beinahe linear ansteigende Druckdifferenz erreicht, weil - wie mit vorstehender Formel erklärt werden kann - die Spaltbreite S1 nur gering verändert wird und im wesentlichen nur der Einstellweg x verändert wird. Der in erster Näherung lineare Zusammenhang von Einstellweg und Druckdifferenz bleibt unter den genannten Voraussetzungen gültig. Eine Änderung tritt in derjenigen Position ein, die in Fig. 2 dargestellt ist. In dieser Position wird die wirksame Länge x (Einstellweg) quasi verlängert, ohne dass der Zapfen 20 weiter in die Hülse 21 geschoben wird. Der kegelförmige Zapfen 20 und die kegelförmige Hülse 21 weisen nämlich in dieser Stellung einen Abstand zueinander auf, welcher der Spaltbreite S1 im zylinderförmigen Bereich des Zapfens 20 bzw. der Hülse 21 entspricht. Damit ist die wirksame Länge (Einstellweg x), welche von Fördermedium M im Ventil mit gleicher Spaltbreite S1 durchflossen wird, durch die entsprechenden Abmessungen im kegelförmigen

gen Bereich des Zapfens verlängert. Als Resultat davon steigt die Druckdifferenz proportional zu dieser neuen wirksamen Länge an, was einen ersten überproportionalen Anstieg in der Druckdifferenz zur Folge hat.

[0037] Wird nun der Zapfen noch weiter in die Hülse geschoben, so wird der Abstand im kegelförmigen Bereich des Zapfens 20 kleiner als die Spaltbreite S1 im zylinderförmigen Abschnitt. Damit steigt die Druckdifferenz über dem Ventil überproportional an (d.h. die Bedeutung der wirksamen Länge nimmt bei der Bestimmung der Druckdifferenz ab), und der Abstand (d.h. die Spaltbreite S1) bestimmt nun in der dritten Potenz die Druckdifferenz über dem Ventil. Mit anderen Worten wird nun die Funktion "Öffnen/Schliessen" aktiv, die einer stark nichtlinearen Gesetzgebung folgt und die Druckdifferenz entsprechen stark ansteigen lässt.

[0038] Aus den vorstehenden Ausführungen kann die Realisation der beiden Funktionen "Öffnen/Schliessen" und "Druckeinstellung" innerhalb des Ventils 5 lokalisiert werden: So wird die Funktion "Druckeinstellung" einem Druckeinstellungsabschnitt 22 und die Funktion "Öffnen/Schliessen" einem Schliessabschnitt 23 örtlich zugewiesen, womit die Funktion "Öffnen/Schliessen" und die Funktion "Druckeinstellung" im Wesentlichen getrennt voneinander realisiert sind. Die Bedeutung der Redewendung "im Wesentlichen" weist dabei auf den Umstand hin, dass eine gewisse Überlappung in demjenigen Bereich vorhanden ist, in dem es zu einer quasi Verlängerung der wirksamen Länge kommt. Dies wird durch eine strichlinierte Verlängerung des Druckeinstellungsabschnittes 22 angedeutet. Im Verhältnis zur Gesamtlänge des Druckeinstellungsabschnittes 22 ist die Überlappung klein. Der Überlappungsbereich beträgt beispielsweise maximal 20% des Druckeinstellungsabschnittes 22, insbesondere maximal 10% des Druckeinstellungsabschnittes 22.

[0039] Basierend auf den vorstehenden eher allgemeinen Ausführungen lassen sich nun eine grosse Vielfalt von Ausgestaltungen der äusseren Form des Zapfens 20 und/oder der inneren Form der Hülse 21 erhalten. Als Beispiele sind die Ausführungsvarianten, die in den Fig. 3 und 4 gezeigt sind. Während bei der Ausführungsform gemäss Fig. 3 die Spaltbreite S1 eher konstant im Druckeinstellungsabschnitt 22 ist, variiert die Spaltbreite S1 in den Ausführungsformen gemäss Fig. 2 und 4, wobei die Variation in der Spaltbreite S1 im einen Fall durch die äussere Form des Zapfens 20 (wie in Fig. 2) erzeugt wird und im anderen Fall durch die innere Form der Hülse 21 (wie in Fig. 4). Die Variation der Spaltbreite S1 durch die Formgestaltung des Zapfens und/oder der Hülse kann somit verwendet werden, um gezielte Einstellungscharakteristiken zu erhalten.

[0040] Es hat sich gezeigt, dass die Grössenverhältnisse wie folgt einzustellen sind:

$$\begin{aligned} x & 0.5 \cdot D \dots 5 \cdot D, \text{ insbesondere } 3 \cdot D; \\ S1 & 0.008 \cdot D \dots 0.08 \cdot D; \end{aligned}$$

(fortgesetzt)

$$d_i \quad d_i < D, d_i = D/1.5 \dots D/1.2;$$

5 **[0041]** Es wird darauf hingewiesen, dass insbesondere mit einer Variation der Spaltbreite S1 über den Einstellungsabschnitt 22 die Einstellungscharakteristik angepasst werden kann.

10 **[0042]** Fig. 5A zeigt die Einstellungscharakteristiken einer bekannten Drosselschraube (Bezugszeichen 50) und von verschiedenen erfindungsgemässen Ventilen (Bezugszeichen 51, 52, 53 und 54), wobei auf der Abszisse der Einstellweg x des Zapfens 20 gegenüber der Hülse 21 angegeben ist. Hierbei stellt der Ursprung das vollständig geschlossene Ventil dar. Auf der Ordinate ist die Druckdifferenz p eingetragen.

15 **[0043]** In Fig. 5A ist der äusserst steile Verlauf 50 der Einstellcharakteristik für Zahnradpumpen mit der bekannten Drosselschraube deutlich erkennbar. Demgegenüber sind die Verläufe 51 bis 54 deutlich flacher ausgebildet, so dass eine einfachere und präzisere Druckeinstellung bereits hieraus erkennbar ist. In erster Näherung sind die Verläufe 51 bis 54 innerhalb eines Einstellbereiches linear. Der lineare Bereich entspricht dem Druckeinstellabschnitt 22 (Fig. 2). Die Unterschiede zwischen den Verläufen 51 bis 54 lassen sich beispielsweise durch unterschiedliche Spaltbreiten S1 (d.h. die Spaltbreite S1 ist nicht konstant über die wirksame Länge x) im Druckeinstellabschnitt 22 (Fig. 2) erwirken, wie sie beispielsweise in den Fig. 2 bis 4 angedeutet sind. Dabei zeigt insbesondere der Verlauf 54 eine ausgeprägte Linearität, was eine Folge einer konstanten Spaltbreite S1 ist, wie dies beispielsweise auch bei der Ausführungsform gemäss Fig. 3 der Fall ist.

20 **[0044]** Fig. 5B zeigt zwei weitere Verläufe 55 und 56, wobei der Verlauf 55 für ein niederviskoses und der Verlauf 56 für ein hochviskoses Fördermedium bei Verwendung desselben Ventils ermittelt wurden. Da bei der Bestimmung der Verläufe 55 und 56 das gleiche Ventil verwendet wurde, ist auch der einzustellende Druck p im gleichen Betriebsbereich B. Der Einstellweg x bzw. die sich aus dem Betriebsbereich und den Verläufen 55 und 56 ergebenden Einstellbereiche E55 und E56 sind aufgrund der unterschiedlichen Viskositäten der Fördermedien unterschiedlich. Wie aus den Verläufen 55 und 56 deutlich ersichtlich ist, besteht in den Einstellbereichen E55 und E56 in erster Näherung ein linearer Zusammenhang zwischen dem Einstellweg x und der Druckdifferenz p. Während beim Verlauf 56 im Einstellbereich E56 sogar ein linearer Zusammenhang zwischen dem Einstellweg x und der Druckdifferenz p besteht, weist der Verlauf 56 aufgrund der leichten Krümmung im Einstellbereich erst in erster Näherung ein linearer Zusammenhang auf. Zur Verdeutlichung dieses Sachverhaltes wurden in Fig. 5B die beiden Endpunkte im Einstellbereich E55 durch eine strichlinierte Linie verbunden.

55 **[0045]** In Fig. 6 ist eine weitere erfindungsgemässe

Ausführungsform dargestellt. Das durch den Lagerspalt geströmte Fördermedium M wird über einen rechtwinklig verlaufenden Rückführungs kanal 4 auf die Saugseite (Fig. 1) der Zahnradpumpe zurückgeleitet, wobei der Rückführungs kanal 4 einerseits als Bohrung in einem Gehäuseteil 9a und als Nut in einem Gehäuseteil 9b ausgeführt ist. Im Eckpunkt des rechtwinkligen Verlaufes des Rückführungs kanals 4 ist eine Vorschubeinheit 60 vorgesehen, mittels der ein Zapfen 20 in den als Bohrung ausgebildeten Rückführungs kanal 4 eingeschoben wird. Im Unterschied zu den Ausführungsformen gemäss den Fig. 2 bis 5 ist bei derjenigen gemäss Fig. 6 die Anordnung der zwei Funktionen "Öffnen/Schliessen" und "Druckeinstellung" umgekehrt: Die Druckeinstellung erfolgt auf der Seite des Endes des Zapfens 20 und die Funktion "Öffnen/Schliessen" auf der Seite der Vorschubeinheit 60. Damit lassen sich auch bestehende Zahnradpumpe auf einfache Art und Weise mit einem erfindungsgemässen Ventil ausstatten, ohne dass das Pumpengehäuse abgeändert werden muss.

[0046] Zu beachten ist, dass in Fig. 6 der Zapfen 20 in der vollständig geöffneten als auch in der vollständig geschlossenen Stellung eingezeichnet ist. Insgesamt kann der Zapfen 20 über eine maximale Länge L (maximaler Verstellweg x) verschoben werden.

[0047] Bei allen Ausführungsvarianten des Zapfens als auch der Hülse ist denkbar, einen von einer Rotationsymmetrie abweichenden Querschnitt vorzusehen. So ist insbesondere denkbar, dass der Zapfen und/oder die Hülse einen der folgenden Querschnitte aufweist:

- Polygon, insbesondere ein Dreieck, Viereck oder Sechseck;
- oval;
- rund.

[0048] Ferner kann auch das in Richtung Saugseite zeigende Ende des Zapfens unterschiedlich ausgestaltet sein. Insbesondere kann das Ende kegelförmig - und zwar spitz oder stumpf -, kugelförmig oder flach ausgeführt sein.

[0049] Schliesslich ist auch denkbar, dass der Druckeinstellabschnitt 23 (Fig. 2) in Unterabschnitte eingeteilt ist, um so eine weitere Variation bei den Einstellcharakteristiken erhalten zu können. Jeder Unterabschnitt kann individuell an bestimmte Bedürfnisse angepasst werden.

[0050] Fig. 7 zeigt in Anlehnung an die Darstellungsart gemäss Fig. 1 eine weitere Ausführungsvariante für eine Zahnradpumpe. Im Unterschied zu derjenigen gemäss Fig. 1 weist die Zahnradpumpe ein Zuführungs kanal 15 auf, der die Druckseite 3 mit dem Bereich zwischen dem Gleitlager und der dynamischen Dichtung verbindet. Des Weiteren ist das Ventil 5 nicht im Rückführungs kanal 4 sondern im Zuführungs kanal 15 angeordnet. Im Übrigen sind die Zahnradpumpen identisch aufgebaut, weshalb für weitere Erläuterungen auf die Beschreibung der Fig. 1 verwiesen wird.

[0051] Das Ventil 5 gemäss Fig. 7 wird wiederum zur

Druckeinstellung bzw. zum Öffnen/Schliessen des Zuführungs kanals 15 verwendet, wobei die vorstehenden Ausführungen zum Ventil 5 und der entsprechenden Einstellungscharakteristiken auch hier ihre Gültigkeit haben.

[0052] Schliesslich ist in Fig. 8 eine besondere Vorschubeinheit 60 dargestellt, die sich vorzüglich in Verbindung mit den vorstehend beschriebenen Ausführungsvarianten zur Einstellung des Verstellweges x bei den erfindungsgemässen Ventilen eignet.

[0053] Die eingangs beschriebenen bekannten Drosselschrauben führen während dem Verschieben des Zapfens 20 eine Rotation um die eigene Achse aus. Damit werden die Dichtungen, welche dafür sorgen, dass kein Fördermedium M in Richtung Vorschubeinheit fliesst, nicht nur durch die eigentliche Vorschubbewegung beansprucht, sondern zusätzlich auch durch die Rotation um die eigene Achse. Während der Druckeinstellung und insbesondere auch bei einem Schliessen bzw. Öffnen des Rückführungs kanals werden diese Dichtungen so stark beansprucht, dass ihre Lebenserwartung empfindlich eingeschränkt ist.

[0054] Ein weiterer erfindungsgemässer Aspekt führt zu einer wesentlichen Verbesserung dieses Problems. So wird durch die Verwendung eines Spindelhubgetriebes 61 es ermöglicht, dass eine translatorische Bewegung erhalten werden kann. Mithin werden die Dichtungen 63 nicht mehr durch eine Eigenrotation des Zapfens 20 beansprucht, sondern lediglich noch durch die eigentliche translatorische Bewegung, die zur Einstellung des Druckes oder zum Öffnen/Schliessen des Ventils notwendig ist. Der Gleitweg der Dichtung wird somit reduziert.

[0055] Ferner ermöglicht die erfindungsgemässe Vorschubeinheit 60 einen wesentlich grösseren Hub (maximale Länge L bzw. maximale Verstellweg x), so dass Druckeinstellungscharakteristiken realisiert werden können, die eine überaus feine Einstellung ermöglichen.

[0056] Schliesslich erlaubt der Einsatz des Spindelhubgetriebes 61 eine einfachere Handhabung während dem Einstellungsvorgang. Während bei der bekannten Drosselschraube die Einstellungen sehr nahe an der rotierenden Antriebswelle vorgenommen werden mussten, kann die Einstellung bei der erfindungsgemässen Ausführungsvariante mit einem Spindelhubgetriebe 61 rechtwinklig von der rotierenden Antriebswelle vorgenommen werden. Damit ist der Zugang zur Einstellvorrichtung wesentlich verbessert und die Gefahr einer Verletzung von Bedienpersonal durch die rotierende Antriebswelle vermindert.

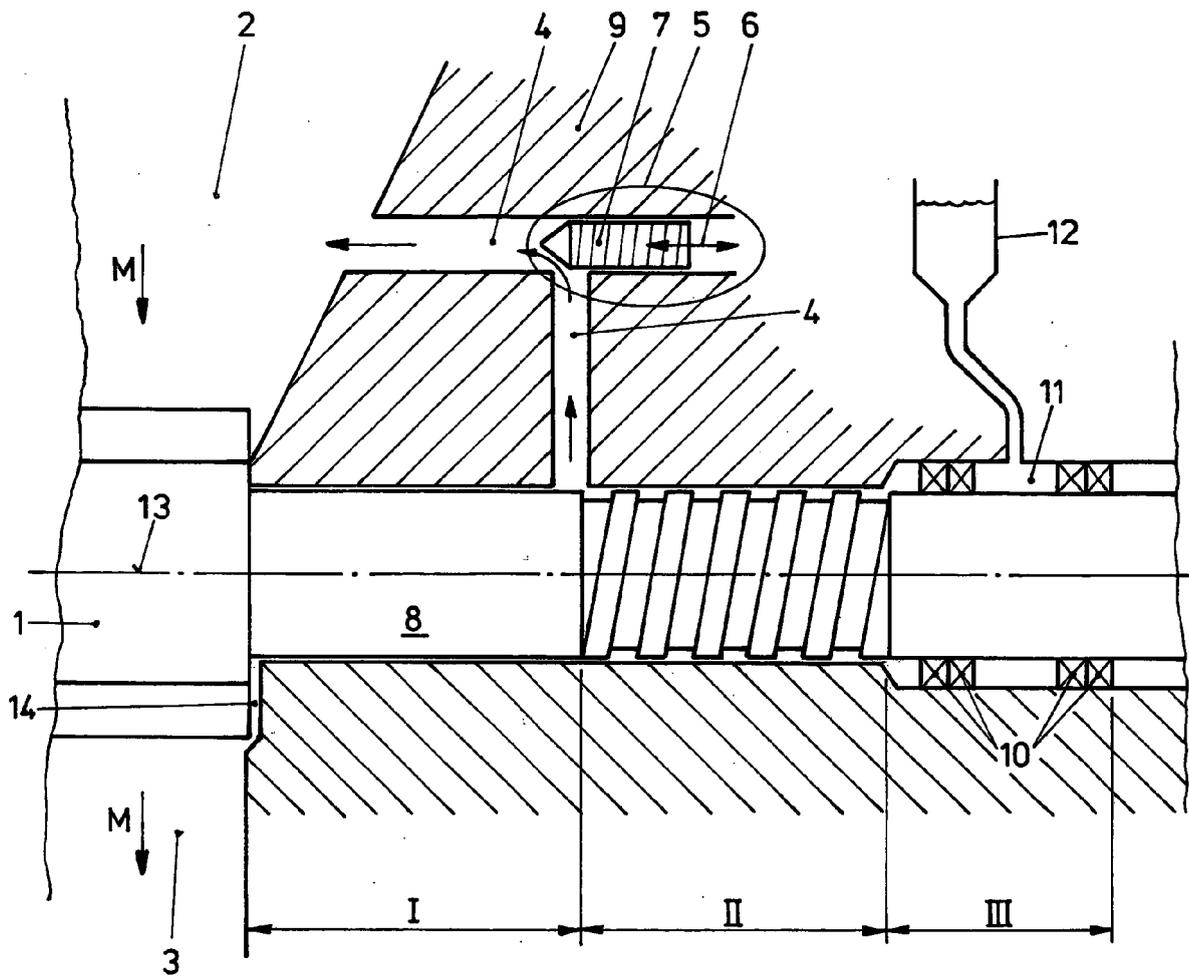
[0057] Obwohl sich die erfindungsgemässe Vorschubeinheit 60 besonders in Kombination mit dem erfindungsgemässen Ventil bzw. den verschiedenen dargestellten Ausführungsvarianten eignet, führt auch eine Kombination der erfindungsgemässen Vorschubeinheit mit bekannten Ventilen zu den im Zusammenhang mit dem Spindelhubgetriebe erwähnten Vorteilen. Aus diesem Grund ist die erfindungsgemässe Vorschubeinheit als unabhängig vom erfindungsgemässen Ventil zu be-

trachten und verdient daher einen vom Ventil unabhängigen Schutz.

Patentansprüche

1. Zahnradpumpe, bestehend aus einem Gehäuse (9) mit mindestens zwei ineinandergreifenden Zahnrädern (1) mit je einer Welle (8), die in Fördermediumgeschmierten Gleitlagern (I) gelagert sind, wobei ein Fördermedium (M) von einer Saugseite (2) auf eine Druckseite (3) gefördert wird und ein Rückführungskanal (4) vorgesehen ist, der durch das Gleitlager (I) nach aussen fließendes Fördermedium (M) zur Saugseite (2) zurückführt, und wobei ein Ventil (5) mit einem stationären und einem beweglichen Teil (21, 20) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil (5) eine Einstellcharakteristik aufweist, die mindestens in einem Bereich in erster Näherung linear verläuft, wobei die Einstellcharakteristik durch einen Druck über dem Ventil (5) in Funktion eines Einstellweges (x) im Ventil (5) definiert ist.
 2. Zahnradpumpe nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil (5) sowohl zum Öffnen bzw. Schliessen des Rückführungskanals (4) als auch zur Einstellung eines Druckes verwendbar ist, wobei die Funktionen Öffnen/Schliessen und Druckeinstellung im Ventil (5) im Wesentlichen getrennt realisiert sind.
 3. Zahnradpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil (5) im Rückführungskanal (4) enthalten ist.
 4. Zahnradpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil (5) in einem Zuführungskanal (15) enthalten ist, der von der Druckseite (3) in einen von den Zahnrädern (1) aus gesehen nach dem Gleitlager (I) angeordneten Bereich führt.
 5. Zahnradpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil (5) einen Druckeinstellungsabschnitt (22) aufweist, der hauptsächlich zur Druckeinstellung dient, und dass das Ventil (5) einen Schliessabschnitt (23) aufweist, mit dem der das Ventil (5) enthaltende Kanal (4, 15) geöffnet bzw. geschlossen werden kann.
 6. Zahnradpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der bewegliche Teil (20) in den stationären Teil (21) einführbar ist.
 7. Zahnradpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der bewegliche Teil (20) und der stationäre Teil (21) sich im Schliessabschnitt (23) berühren, wenn der das Ventil (5) ent-
- haltende Kanal (4, 15) geschlossen ist.
8. Zahnradpumpe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil (5) einen Druckeinstellungsabschnitt (22) aufweist, der hauptsächlich zur Druckeinstellung dient, und dass das Ventil (5) einen Schliessabschnitt (23) aufweist, in dem der das Ventil (5) enthaltende Kanal (4, 15) geöffnet bzw. geschlossen werden kann, wobei im Druckeinstellungsabschnitt (22) die Einstellcharakteristik in erster Näherung linear verläuft.
 9. Zahnradpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der stationäre Teil (21) eine austauschbare Hülse ist.
 10. Zahnradpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil (5) die folgenden Abmessungen aufweist:
 - x: 0.5*D ... 5*D, insbesondere 3*D;
 - S1: 0.008*D ... 0.08*D;
 - di: di < D, di = D/1.5 ... D/1.2;

wobei x der Verstellweg, D der Durchmesser des beweglichen Teils (20), di die Durchlassöffnung im Schliessabschnitt (23) und S1 die Spaltbreite zwischen dem stationären (21) und dem beweglichen Teil (20) ist.
 11. Zahnradpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der bewegliche Teil (20) lediglich translatorisch verschiebbar ist.
 12. Zahnradpumpe nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Spindelhubgetriebe (61) vorgesehen ist, um den beweglichen Teil (20) translatorisch zu verschieben.
 13. Zahnradpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der bewegliche Teil (20) am der Saugseite zugewandten Ende kegelförmig, kugelförmig oder flach ausgebildet ist.
 14. Zahnradpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der bewegliche Teil (20) einen der folgenden Querschnitte aufweist:
 - Polygon, insbesondere ein Dreieck, Viereck oder Sechseck;
 - oval;
 - rund.
 15. Zahnradpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schliessabschnitt (23) in Flussrichtung des Fördermediums (M) nach dem Druckeinstellabschnitt (22) vorgesehen ist.



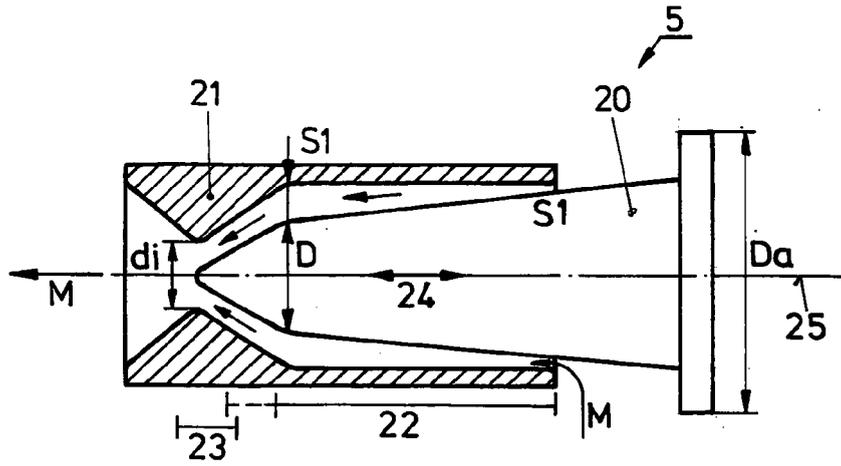


FIG. 2

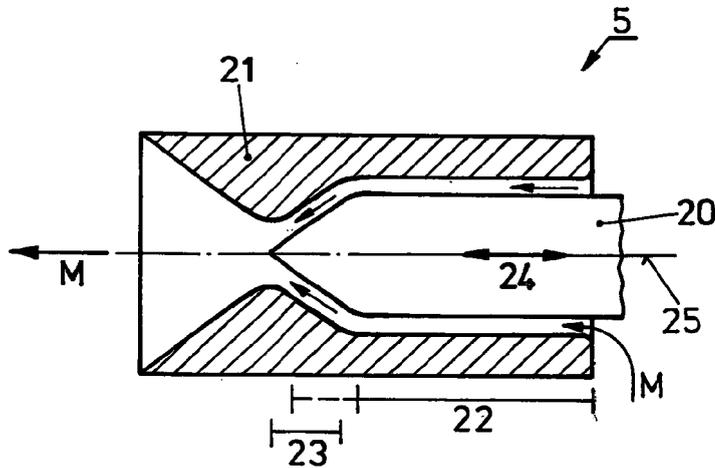


FIG. 3

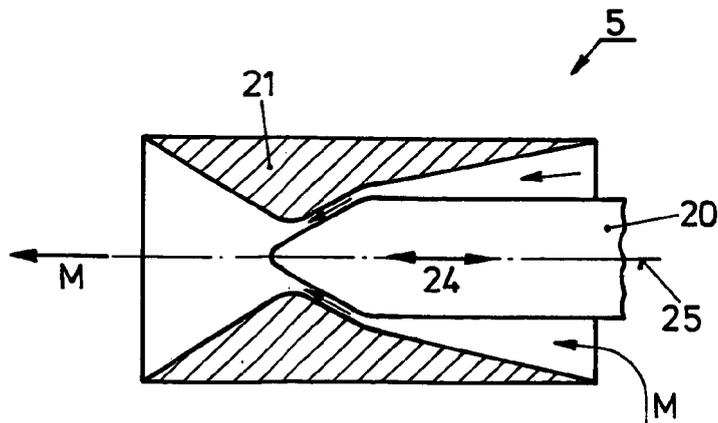


FIG. 4

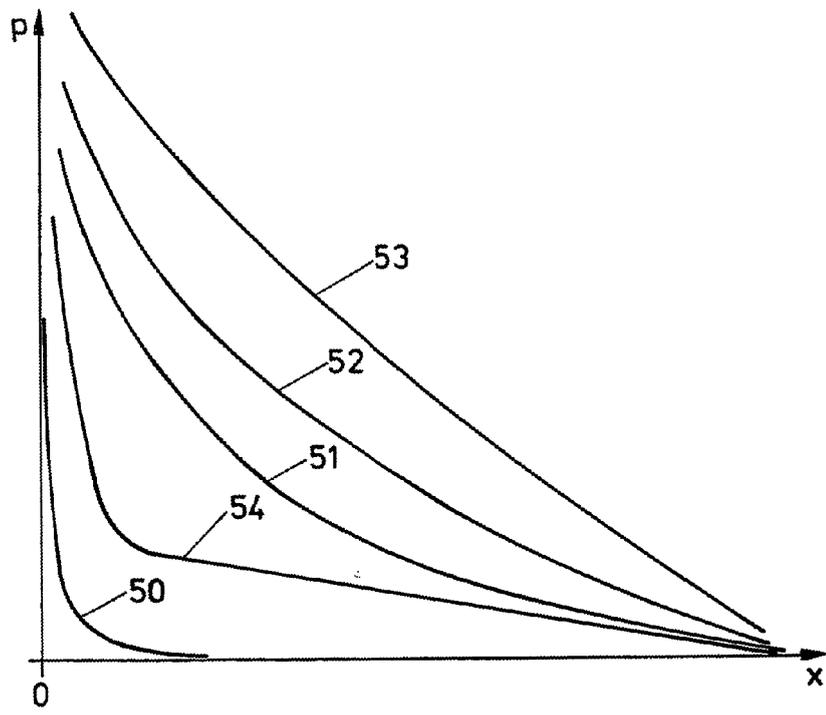


FIG.5A

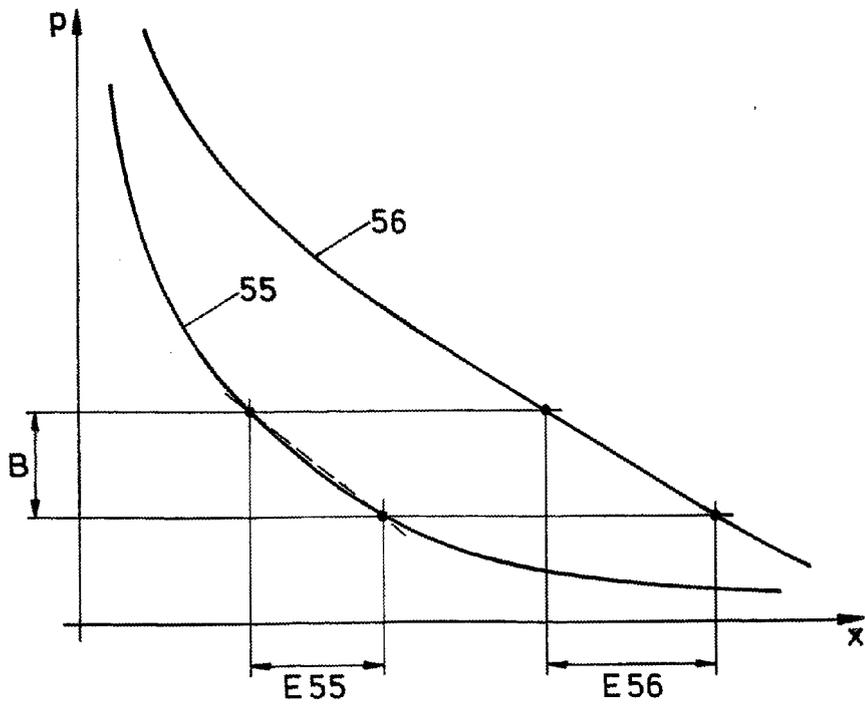


FIG.5B

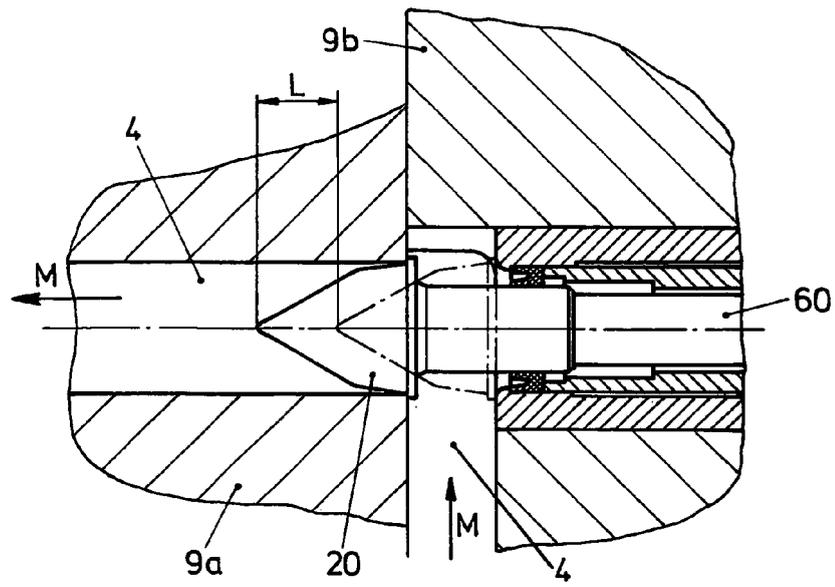


FIG. 6

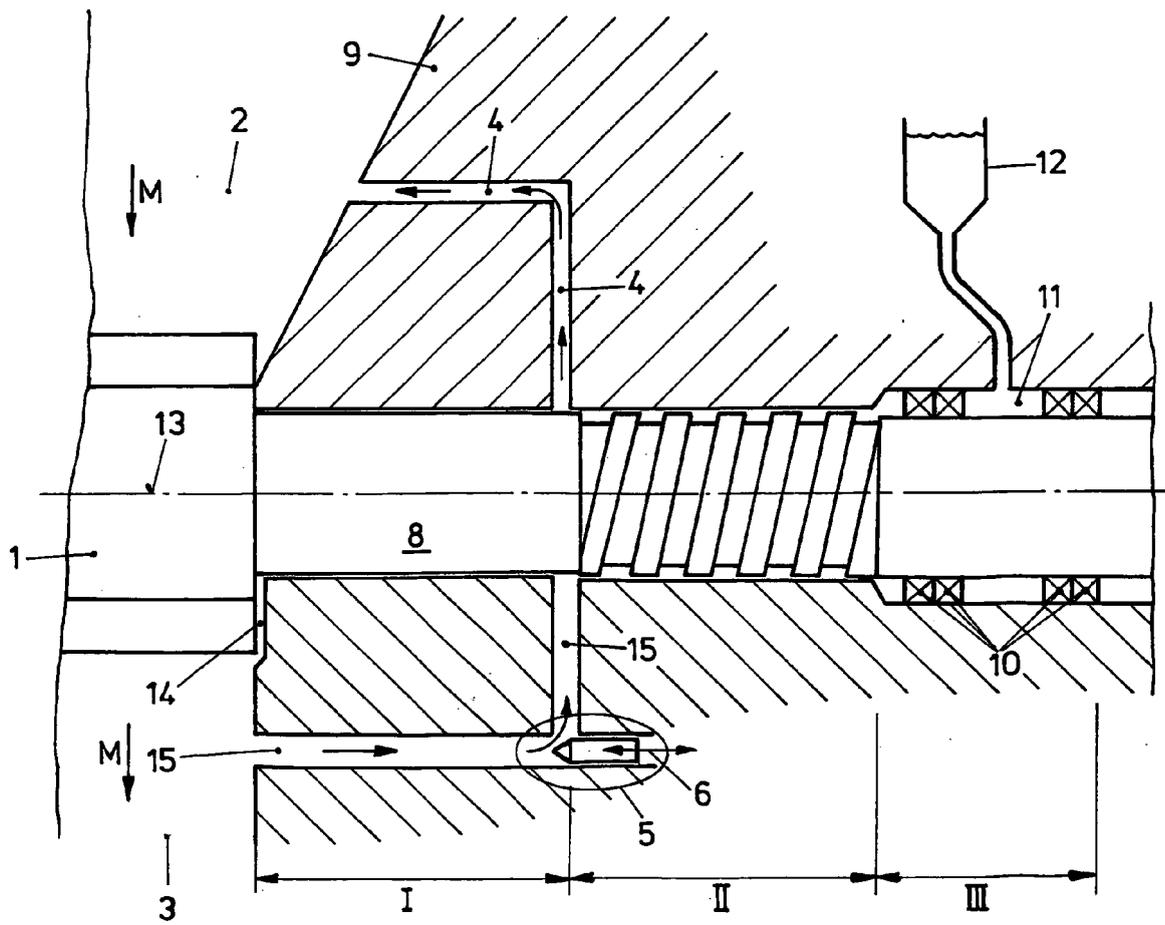


FIG. 7

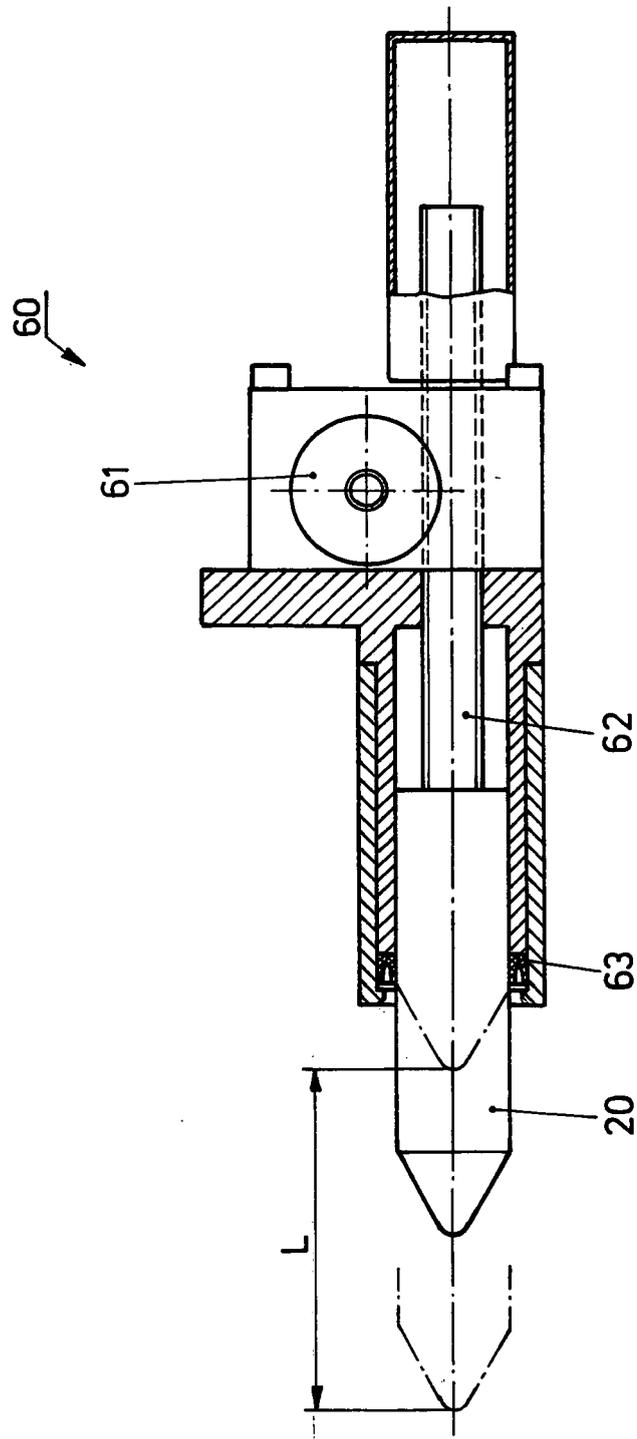


FIG. 8



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 11 3845

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 10 331779 A (JAPAN STEEL WORKS LTD) 15. Dezember 1998 (1998-12-15) * das ganze Dokument * * Zusammenfassung * -----	1-3,5-9, 11,13,14	INV. F04C2/18 F04C15/00 F04C13/00
X	JP 08 303356 A (SHIMADZU CORP) 19. November 1996 (1996-11-19) * das ganze Dokument * * Zusammenfassung * -----	1,4	ADD. F04C14/26
X	EP 0 669 465 A2 (MAAG PUMP SYSTEMS AG [CH]) 30. August 1995 (1995-08-30) * Anspruch 1 * * Abbildungen 1,2 * * Spalte 4, Zeile 15 - Zeile 26 * -----	1	
X	JP 09 014154 A (SHIMADZU CORP) 14. Januar 1997 (1997-01-14) * das ganze Dokument * * Zusammenfassung * -----	1	
X	US 2004/109780 A1 (GILLERT GEORG [DE] ET AL) 10. Juni 2004 (2004-06-10) * das ganze Dokument * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04C F01C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlussdatum der Recherche 11. Oktober 2006	Prüfer Lequeux, Frédéric
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		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 anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 06 11 3845

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-10-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 10331779	A	15-12-1998	KEINE	

JP 8303356	A	19-11-1996	KEINE	

EP 0669465	A2	30-08-1995	AT 161075 T	15-12-1997
			AU 5330496 A	11-12-1996
			WO 9637705 A1	28-11-1996
			DE 59501083 D1	22-01-1998
			ES 2110799 T3	16-02-1998
			JP 11505910 T	25-05-1999
			US 6123531 A	26-09-2000

JP 9014154	A	14-01-1997	KEINE	

US 2004109780	A1	10-06-2004	WO 03050418 A1	19-06-2003
			EP 1454062 A1	08-09-2004
			JP 2005511970 T	28-04-2005

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82