

(19)



(11)

EP 3 336 350 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.06.2018 Patentblatt 2018/25

(51) Int Cl.:
F04B 7/02 (2006.01) F04B 49/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17205242.5**

(22) Anmeldetag: **04.12.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD TN

(71) Anmelder: **Hammelmann GmbH**
59302 Oelde (DE)

(72) Erfinder: **JARCHAU, Michael**
59302 Oelde (DE)

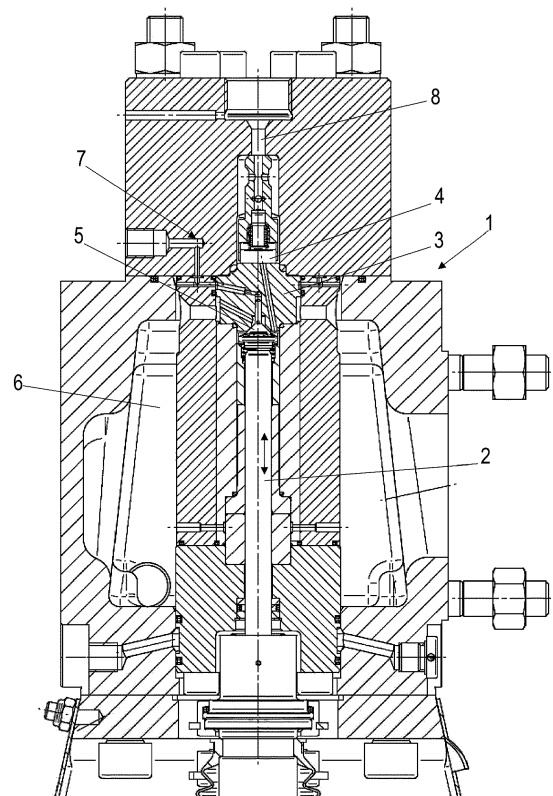
(74) Vertreter: **Dantz, Jan Henning et al**
Loesenbeck - Specht - Dantz
Patent- und Rechtsanwälte
Am Zwinger 2
33602 Bielefeld (DE)

(30) Priorität: **14.12.2016 DE 102016124422**

(54) **HOCHDRUCKPLUNGERPUMPE SOWIE VERFAHREN ZUR FUNKTIONSUNTERBRECHUNG EINES FLUIDSTROMS**

(57) Eine Hochdruckplungerpumpe, mit mindestens einer Plungeranordnung (1), die einen an eine Ventilsitzsaugleitung (6) und eine Ventilsitzdruckleitung (15) angeschlossenen Arbeitsraum (16) aufweist, in dem ein Plunger (2) axial hin und her bewegbar angeordnet ist, wobei die Ventilsitzdruckleitung (15) durch ein Druckventil (4) und die Ventilsitzsaugleitung (6) durch ein Saugventil (5) verschließbar sind und das Saugventil (5) mittels einer Gegendruckeinrichtung (7) bedarfsweise gesteuert in einer Offenstellung haltbar ist, ist so ausgebildet, dass die Gegendruckeinrichtung (7) eine Zuführleitung (9) aufweist, über die zur Offenhaltung des Saugventils (5) ein Steuerfluid auf das Saugventil (5) führbar ist, wobei an die Zuführleitung (9) zur Druckerzeugung des Steuerfluids eine Niederdruckpumpe (20) angeschlossen ist.

Fig. 1

**EP 3 336 350 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung eine Hochdruckplungerpumpe nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Funktionsunterbrechung eines Fluidstroms.

[0002] Hochdruckplungerpumpen finden zum partiellen Bearbeiten unterschiedlichster Materialien Verwendung, beispielsweise zum Aufräumen von Metallen, wobei hierzu mittels der Hochdruckplungerpumpe ein Arbeitsdruck bis zu etwa 4000 bar erzeugt wird.

[0003] Die wesentlichen Bauteile dieser Hochdruckplungerpumpe sind ein oszillierend antreibbarer Plunger, der ein angesaugtes Flüssigkeitsvolumen im Arbeitsraum der Pumpe verdrängt, ein Saug- und ein Auslassventil, die den Flüssigkeitszustrom und den Flüssigkeitsabstrom steuern, sowie eine Antriebseinrichtung, die eine oszillierende Bewegung erzeugt.

[0004] Üblicherweise werden zum Antrieb dieser Hochdruckplungerpumpen Rotationsantriebe, insbesondere Elektromotoren oder Verbrennungsmotoren eingesetzt, wobei die Rotationsbewegung durch eine mechanische oder eine hydraulische Umsetzung in eine oszillierende Bewegung umgewandelt wird.

[0005] Zum Ausgleich dynamischer Kräfte, insbesondere zur Verringerung einer Förderstrompulsation, werden mehrere Plungeranordnungen mit jeweils einem oszillierenden Plunger sowie einem Saug- und Druckventil parallel betrieben. Dabei ist durch das Druckventil eine zu einem hydraulischen Verbraucher, bspw. einer Düse, führende Druckleitung und durch das Saugventil eine Ventilsitzsaugeleitung verschließbar.

[0006] Zu dem beispielsweise genannten partiellen Aufräumen eines metallischen Werkstücks, muss der Fluidstrom für eine vorbestimmte Zeit, innerhalb der das Werkstück relativ zur Düse bewegt wird, unterbrochen werden.

[0007] Aus dem Stand der Technik sind hierzu verschiedene konstruktive Lösungen bekannt, beispielsweise solche, die mechanisch auf das Saugventil derart einwirken, dass dies gesteuert für die vorbestimmte Zeit in einer Offenstellung bleibt, so dass der Arbeitsraum zur Saugseite hin frei liegt und kein ausreichender Druck erzeugt wird, um das üblicherweise federbelastete Druckventil zu öffnen.

[0008] Zum Stand der Technik wird beispielsweise auf die DE 23 24 746 A verwiesen, in der als Gegendruckeinrichtung zur Funktionsunterbrechung des unter Druck stehenden Fluidstroms eine in der Ventilsitzsaugeleitung sowie in einem sich an einen Saugraum anschließenden Kanal geführten Stange vorgeschlagen wird, die mittels eines Magneten betätigbar ist, um das Saugventil in einer Offenstellung zu halten.

[0009] Sowohl von der fertigungstechnischen Seite her wie auch hinsichtlich der Standzeit ist diese bekannte Hochdruckplungerpumpe mit erheblichen Nachteilen behaftet, die einen optimierten Einsatz nicht zulässt.

[0010] Die funktionsbedingten häufigen Schaltzyklen, wie sie bei dem genannten Einsatz zwingend sind, führen

zu einem hohen Verschleiß sowohl des Magneten wie auch der Stange selbst, so dass relativ häufige, reparaturbedingte Betriebsunterbrechungen die Folge sind.

[0011] Darüber hinaus erfordert die Platzierung der Stange bzw. deren notwendige axiale Bewegbarkeit entsprechende Dichtungsmaßnahmen des Kanals gegenüber dem Saugraum, was zum einen einen entsprechenden Fertigungsaufwand erfordert und zum anderen gleichfalls hinsichtlich der Standzeit den Ansprüchen nicht genügt.

[0012] Dies trifft gleichermaßen auf eine Konstruktion zu, die in der EP 1 998 045 A1 offenbart ist. Zur Haltung des Saugventils in einer Offenstellung, d.h. für eine Saugventilanhebung wird in dieser Literatur die Anordnung von Druckstößeln vorgeschlagen, die auf das Saugventil einwirken.

[0013] Aus der DE 699 19 567 T2 ist eine gattungsfremde Bremsstoffeinspritzeinrichtung bekannt, mit einem Einspritzventil, das im Betrieb ein Förderfluid in Form von Kraftstoff im Takt eines Verbrennungsmotors unterbricht und diesen, je nach Belastung des Motors, variiert. Dazu sind ein Verstärkerkolben für die Betätigung und eine Ventalnadel als Schließorgan erforderlich, wobei für dessen Betätigung ein gegenüber dem Förderfluid anderes Betätigungsfluid verwandt wird.

[0014] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Hochdruckplungerpumpe der gattungsgemäßen Art so weiterzuentwickeln, dass sie einfacher herstellbar ist und ihre Standzeit deutlich erhöht wird.

[0015] Diese Aufgabe wird durch eine Hochdruckplungerpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren zur Funktionsunterbrechung eines Fluidstroms gelöst.

[0016] Während im beschriebenen Stand der Technik, bei dem die Gegendruckeinrichtung, mit der das Saugventil bedarfsweise gesteuert offengehalten wird, rein mechanisch wirksam ist, durch die erwähnte magnetbetätigte Stange bzw. durch Druckstößel, wird der Gegendruck auf das Saugventil zu dessen Anhebung auch bei einem Druckhub des zugeordneten Plungers, rein hydraulisch durch ein Steuerfluid erreicht, das bevorzugt gleichartig dem Druckfluid entspricht, üblicherweise Wasser.

[0017] Gemäß der erfindungsgemäßen Hochdruckplungerpumpe weist hierzu die Gegendruckeinrichtung eine Zuführleitung auf, über die das Fluid mit Niederdruck unmittelbar auf das Saugventil geführt wird, wobei an die Zuführleitung zur Druckerzeugung des Steuerfluids eine Niederdruckpumpe angeschlossen ist, die mit einem Steuerventil in Wirkverbindung steht, in dessen Schließstellung das Saugventil angehoben wird bzw. in Offenstellung bleibt und bei Öffnung die Gegendruckeinrichtung außer Funktion ist, so dass das Saugventil betriebsbereit ist.

[0018] Dabei erfolgt die Betätigung des Steuerventils mittels einer Steuerung, die, je nach gewünschtem Muster des zu bearbeitenden Werkstücks entsprechend programmierbar ist.

[0019] Zur Unterbrechung des Fluidstroms werden die Saugventile aller Plungeranordnungen einer Hochdruckplungerpumpe gleichzeitig betätigt, was über das gemeinsame Steuerventil bzw. die gemeinsame Niederdruckpumpe erfolgt.

[0020] Nach einem weiteren Gedanken der Erfindung ist die Zuführleitung für das Steuerfluid in einen Ventilsitzring eingebracht, und mündet in einen Steuerkanal, in dem ein Zapfen des Saugventils geführt ist, wobei dieser Zapfen im Sinne eines Kolbens fungiert und an einen Ventilkegel des Steuerventils angeschlossen ist.

[0021] Da die Gegendruckeinrichtung nunmehr im Wesentlichen ohne mechanisch wirkende Bauteile auskommt, führt die Erfindung zu einer Optimierung der Fertigungskosten ebenso wie zu einer deutlichen Verlängerung der Standzeit der Hochdruckplungerpumpe.

[0022] Hierzu trägt auch bei, dass auf hermetische Dichtungen der Gegendruckeinrichtung gegenüber dem Arbeitsraum vollständig verzichtet werden kann, insbesondere, da, wie erwähnt, als Steuerfluid das artgleiche Druckfluid genutzt wird. Diese werden bevorzugt aus einer gemeinsamen Fluidquelle bezogen.

[0023] Während das Saugventil zur Unterbrechung des Fluidstroms geöffnet ist, ist das Druckventil geschlossen, ebenso wie ein dem hydraulischen Verbraucher zugeordnetes Sperrventil, so dass der Arbeitsdruck in der Druckleitung während der Funktionsunterbrechung des Fluidstroms konstant hoch bleibt. Daraus ergibt sich, dass beim Schließen des Saugventils und Öffnen des Druckventils sowie des dem hydraulischen Verbraucher zugeordneten Sperrventils der Arbeitsdruck unmittelbar zur Verfügung steht.

[0024] Wie bei den aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren tritt auch bei dem neuen Verfahren eine die Standzeit der beteiligten Bauteile beeinträchtigende Schwellbeanspruchung nicht auf.

[0025] Weitere vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0026] Ein Ausführungsbeispiel einer Hochdruckplungerpumpe nach der Erfindung sowie das neue Verfahren werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnung beschrieben.

[0027] Es zeigen:

Fig. 1 einen Teilausschnitt einer Hochdruckplungerpumpe in einem Längsschnitt

Fig. 2 einen Teilausschnitt der Abbildung in Fig. 1 in einer vergrößerten Darstellung

Fig. 3 ein Schemabild der Hochdruckplungerpumpe

Fig. 4 ein Funktions-Messblatt der Hochdruckplungerpumpe.

[0028] In den Figuren 1 und 2 ist ein Kopfbereich einer Hochdruckplungerpumpe 21 abgebildet, mit einer Plungeranordnung 1, die einen an eine Ventilsitzaugleitung

6 und eine Ventilsitzdruckleitung 15 angeschlossenen Arbeitsraum 16 aufweist, in dem ein Plunger 2 axial hin und her bewegbar angeordnet ist, entsprechend der Pfeilangabe in den Figuren 1 und 2.

[0029] Die Ventilsitzdruckleitung 15 ist durch ein Druckventil 4 und die Ventilsitzaugleitung 6 durch ein Saugventil 5 verschließbar, wobei das Saugventil 5 mittels einer Gegendruckeinrichtung 7 bedarfsweise gesteuert in einer Offenstellung haltbar ist.

[0030] Gemäß der Erfindung weist die Gegendruckeinrichtung 7 eine Zuführleitung 9 auf, die über eine Anschlussleitung 10 mit einer Niederdruckpumpe 20 (Figur 3) in Verbindung steht, über die ein Steuerfluid auf das Saugventil 5 führbar ist, wobei die Anschlussleitung 10 zwischen der Ventilsitzaugleitung 6 und dem Druckventil verläuft.

[0031] Das Saugventil 5 weist einen Ventilkegel auf, der in Schließstellung des Saugventils 5 mittels einer Druckfeder 13 federbelastet an einem Ventilsitz eines Ventilsitzringes 3 dicht anliegt und zwar auf der dem Plunger 2 zugewandten Seite.

[0032] An den Ventilkegel des Saugventils 5 ist auf der dem Plunger 2 abgewandten Seite ein im Sinne eines Kolbens fungierender Zapfen 12 angeschlossen, der in einem konzentrischen Steuerkanal 11 des Ventilsitzringes 3 axial verschiebbar geführt ist und in den die Zuführleitung 9 mündet, so dass das zugeführte Steuerfluid mit Druck an der Stirnfläche des Zapfens 12 anliegt. Dabei sind der Zapfen 12 und der Kanal 11 so bemessen, dass sich zwischen beiden eine reibungsarme Spaltdichtung ergibt.

[0033] In der Figur 2 ist ein vergrößerter Ausschnitt der Plungeranordnung 1 im Bereich des Ventilsitzringes 3 abgebildet.

[0034] Es ist zu erkennen, dass sich das Saugventil 5 in einer Offenstellung befindet, d.h., der Durchgang zwischen der Ventilsitzaugleitung 6 und dem Arbeitsraum 16 ist offen, wobei sich der Plunger 2 in einer oberen Totlage befindet. Eine untere Totlage UT ist gestrichelt angedeutet. Da die Hubbewegungen des Plungers 2 ununterbrochen erfolgen, wird das Fluid bei einem Druckhub des Plungers 2 in die Ventilsitzaugleitung 6 und damit in eine Fluidquelle 22 (Figur 3) zurückgedrückt.

[0035] Während das Saugventil 5 offen ist und über das Steuerfluid eine vorbestimmte Zeit offen bleibt und zwar gegen den Druck der Druckfeder 13, verschließt das Druckventil 4 durch den in der Druckleitung 8 unter Druck anstehenden Fluidstrom mit Unterstützung einer Druckfeder 14 die Ventilsitzdruckleitung 15.

[0036] Zur Beendigung der Funktionsunterbrechung des Fluidstroms wird sowohl ein in der Figur 3 erkennbares Steuerventil 19 geöffnet wie auch ein Sperrventil 18, das einem hydraulischen Verbraucher, im Beispiel einer Düse 17, unmittelbar vorgeschaltet ist, so dass zum einen das Saugventil 5 aufgrund des nun fehlenden Steuerdrucks schließt und das Druckventil 4 öffnet während das Druckfluid über die Ventilsitzdruckleitung 15 und eine Druckleitung 8 der Düse 17 zugeführt wird.

[0037] Während dieser sozusagen Funktionszeit des Fluidstroms fördert die Niederdruckpumpe 20 drucklos in die mit der Hochdruckplungerpumpe 21 gemeinsame Fluidquelle 22.

[0038] Zur gleichzeitigen Schaltung des Steuerventils 19 und des Sperrventils 18 ist eine gleichfalls in der Figur 3 erkennbare Steuerung 23 vorgesehen, die entsprechend den Intervallen der Funktionsunterbrechung des Fluidstroms programmierbar ist.

[0039] Zur Funktionsunterbrechung werden demzufolge gleichzeitig das Steuerventil 19 und das Sperrventil 18 geschlossen, so dass Steuerfluid über die Niederdruckpumpe 20 in den Steuerkanal 11 gefördert und das Saugventil 5 entsprechend der Schließzeit des Steuerventils 19 offengehalten bleibt.

[0040] In der Figur 3 sind in einem Schaltbild drei Plungeranordnungen 1 der Hochdruckplungerpumpe 21 abgebildet, deren Saugventile 5 gleichzeitig betätigbar sind. In an sich bekannter Weise sind dabei die Plungeranordnungen 1 so ausgelegt, dass in Funktion der an der Düse 17 anstehende Fluidruck über die gesamte Funktionsdauer gleich bleibt.

[0041] In der Figur 4 ist ein Funktions-Messblatt der Hochdruckplungerpumpe 21 nach der Erfindung abgebildet, wobei auf der Ordinatenachse der Betriebsdruck und auf der Abszissenachse die Betriebszeiten angetragen sind.

[0042] Mit F ist die Funktionsdauer erkennbar, in der das Fluid mit einem Druck von etwa 3400 bar über einen Zeitraum von etwa 0,6 sec. anliegt.

[0043] Danach wird die Funktion des Fluidstroms unterbrochen über einen Zeitraum NF, in dem das Saugventil 5 geöffnet ist.

[0044] In der Figur 4 ist erkennbar, dass in der Zeitspanne NF in der Druckleitung 8 der gleiche Fluidruck ansteht wie in der Funktions-Zeitspanne F, nämlich etwa 3400 bar.

Bezugszeichenliste

[0045]

- 1 Plungeranordnung
- 2 Plunger
- 3 Ventilsitzring
- 4 Druckventil
- 5 Saugventil
- 6 Ventilsitzsaugleitung
- 7 Gegendruckeinrichtung
- 8 Druckleitung
- 9 Zuführleitung
- 10 Anschlussleitung
- 11 Steuerkanal
- 12 Zapfen
- 13 Druckfeder
- 14 Druckfeder
- 15 Ventilsitzdruckleitung
- 16 Arbeitsraum

- 17 Düse
- 18 Sperrventil
- 19 Steuerventil
- 20 Niederdruckpumpe
- 21 Hochdruckplungerpumpe
- 22 Fluidquelle
- 23 Steuerung

10 Patentansprüche

1. Hochdruckplungerpumpe, mit mindestens einer Plungeranordnung (1), die einen an eine Ventilsitzsaugleitung (6) und eine Ventilsitzdruckleitung (15) angeschlossenen Arbeitsraum (16) aufweist, in dem ein Plunger (2) axial hin und her bewegbar angeordnet ist, wobei die Ventilsitzdruckleitung (15) durch ein Druckventil (4) und die Ventilsitzsaugleitung (6) durch ein Saugventil (5) verschließbar sind und das Saugventil (5) mittels einer Gegendruckeinrichtung (7) bedarfsweise gesteuert in einer Offenstellung haltbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gegendruckeinrichtung (7) eine Zuführleitung (9) aufweist, über die zur Offenhaltung des Saugventils (5) ein Steuerfluid auf das Saugventil (5) führbar ist, wobei an die Zuführleitung (9) zur Druckerzeugung des Steuerfluids eine Niederdruckpumpe (20) angeschlossen ist.

2. Hochdruckplungerpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Niederdruckpumpe (20) ein Steuerventil (19) und einem mit der Ventilsitzdruckleitung (15) in Verbindung stehenden hydraulischen Verbraucher ein Sperrventil (18) vorgeschaltet sind, die zur Funktionsunterbrechung eines aus dem hydraulischen Verbraucher austretenden Fluidstroms gleichzeitig verschließbar sind.

3. Hochdruckplungerpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventil (19) und das Sperrventil (18) über eine vorzugsweise programmierbare Steuerung (23) betätigbar sind.

4. Hochdruckplungerpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Saugseite der Niederdruckpumpe (20) und die Saugseite der Hochdruckplungerpumpe (21) mit einer gemeinsamen Fluidquelle (22) verbunden sind.

5. Hochdruckplungerpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuführleitung (9) in einen Steuerkanal (11) mündet, in dem ein Zapfen (15) des Saugventils (5) axial verschiebbar geführt ist, wobei das Steuerfluid an der freien Stirnseite des als Kolben fungierenden Zapfens (12) mit Niederdruck anliegt.

6. Hochdruckplungerpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckkraft des Steuerfluids größer ist als die Federkraft einer Druckfeder (13), mit der das Saugventil (5) gegen einen Ventilsitz pressbar ist. 5
7. Hochdruckplungerpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Zapfen (12) und der Wandung des Kanals (11) eine Spaltdichtung gebildet ist. 10
8. Hochdruckplungerpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuführleitung (9), der Steuerkanal (11), die Ventilsitzsaugleitung (6) und die Ventilsitzdruckleitung (15) in einem Ventilsitzring (3) vorgesehen sind, wobei das Saugventil (5) auf der dem zugeordneten Plunger (2) zugewandten Seite und das Druckventil (4) auf der gegenüberliegenden Seite am Ventilsitzring (3) federbelastet anlegbar sind. 15
20
9. Verfahren zur Funktionsunterbrechung eines aus einem hydraulischen Verbraucher einer Hochdruckplungerpumpe (21) austretenden Fluidstroms, bei dem ein axial bewegbares Saugventil (5) bedarfsweise gesteuert und unabhängig von der Position des zugeordneten Plungers (2) in einer Offenstellung gehalten wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Saugventil (5) hydraulisch in der bedarfsweise gesteuerten Offenstellung gehalten wird. 25
30
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Steuerfluid als ein zum Druckfluid gleichartiges Fluid eingesetzt wird. 35
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerfluid und das Druckfluid aus einer gemeinsamen Fluidquelle (22) bezogen werden. 40
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Funktionsunterbrechung eine Düsenzuleitung (8) einerseits durch das Druckventil (4) und andererseits durch ein einem hydraulischer Verbrauche, bspw. einer Düse (17) zugeordnetes Sperrventil (18) unter Beibehaltung des Arbeitsdrucks verschlossen wird. 45
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Steuerventil (19), mit dem ein auf das Saugventil (5) wirkendes Steuerfluid zuschaltbar ist, und das Sperrventil (18) während der Funktionsunterbrechung des Fluidstroms zeitgleich geschlossen werden und geschlossen bleiben. 50
55
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Anordnung meh-

rerer jeweils einem Plunger (2) zugeordneter Saugventile (5) diese zur Funktionsunterbrechung des Fluidstroms gleichzeitig in eine Offenstellung gebracht und gehalten werden und geschlossen bleiben.

Fig. 1

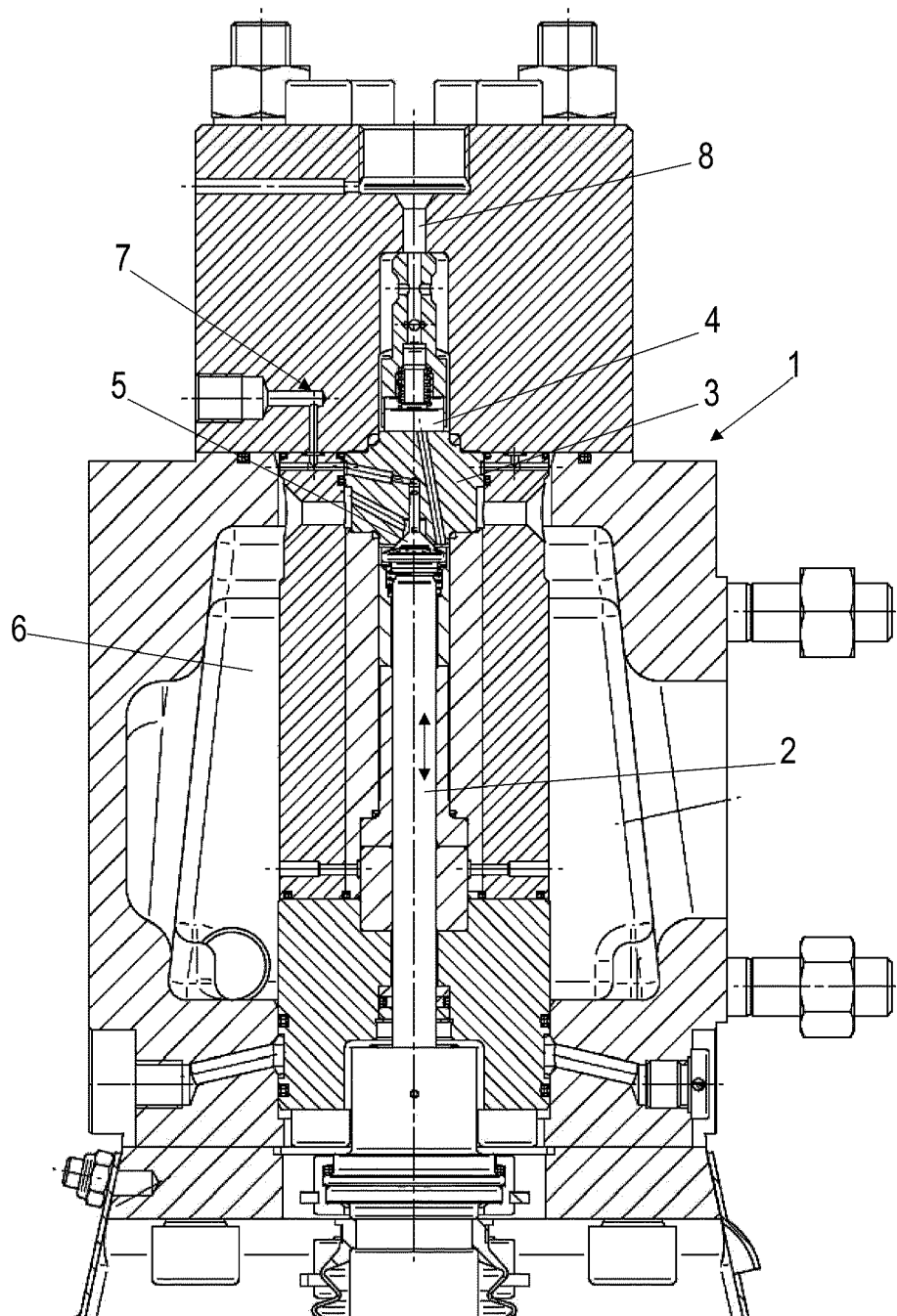
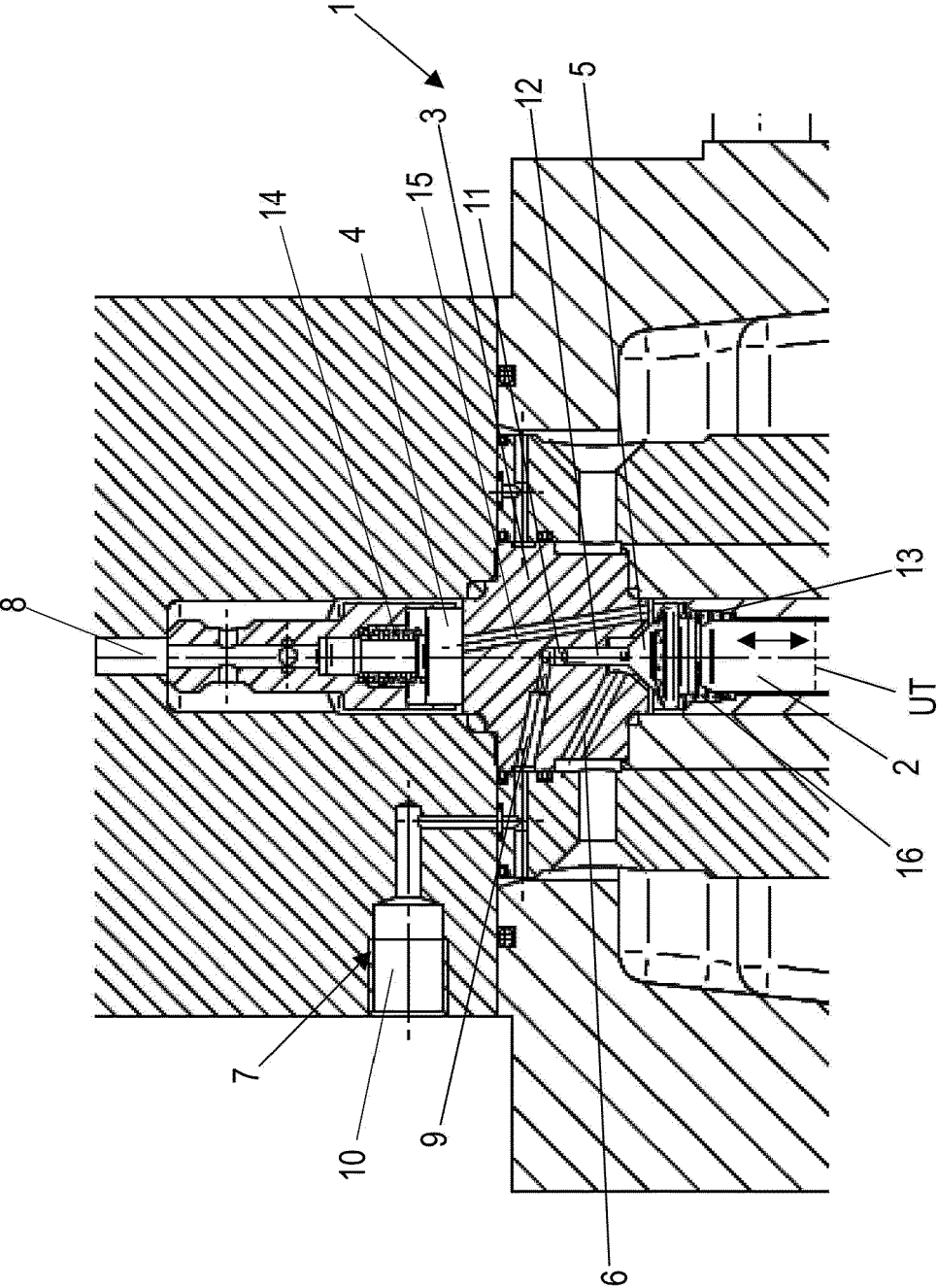


Fig. 2



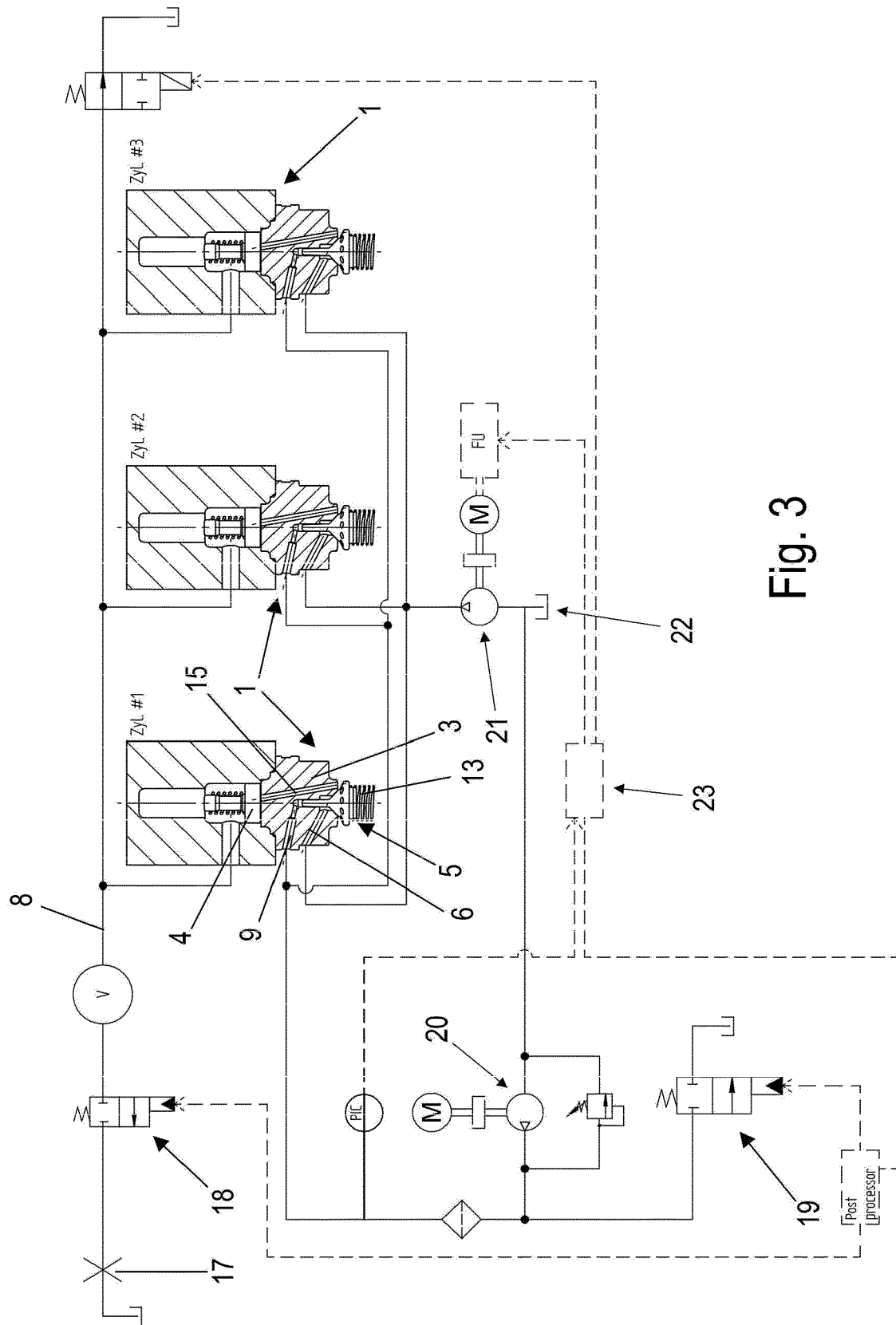
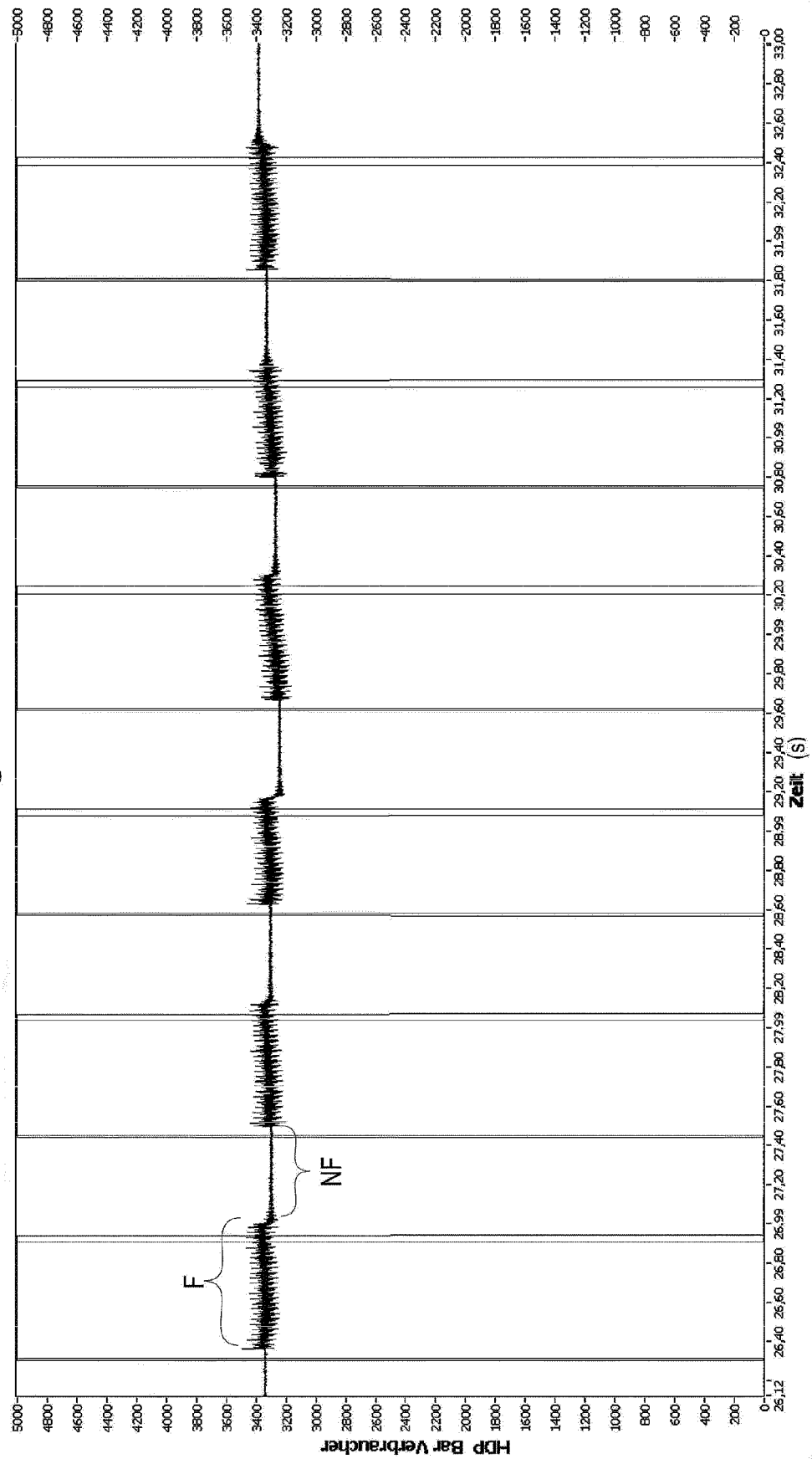


Fig. 3

Fig. 4



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 2324746 A [0008]
- EP 1998045 A1 [0012]
- DE 69919567 T2 [0013]