



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 174 617 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.01.2002 Patentblatt 2002/04

(51) Int Cl.7: **F04B 1/20**

(21) Anmeldenummer: **01117151.9**

(22) Anmeldetag: **13.07.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Riedhammer, Josef**
72160 Horb am Neckar (DE)
• **Eckhardt, Erich**
1642 Sorens (CH)
• **Schwede, Franz-Josef**
3280 Murten (CH)

(30) Priorität: **18.07.2000 DE 10034857**

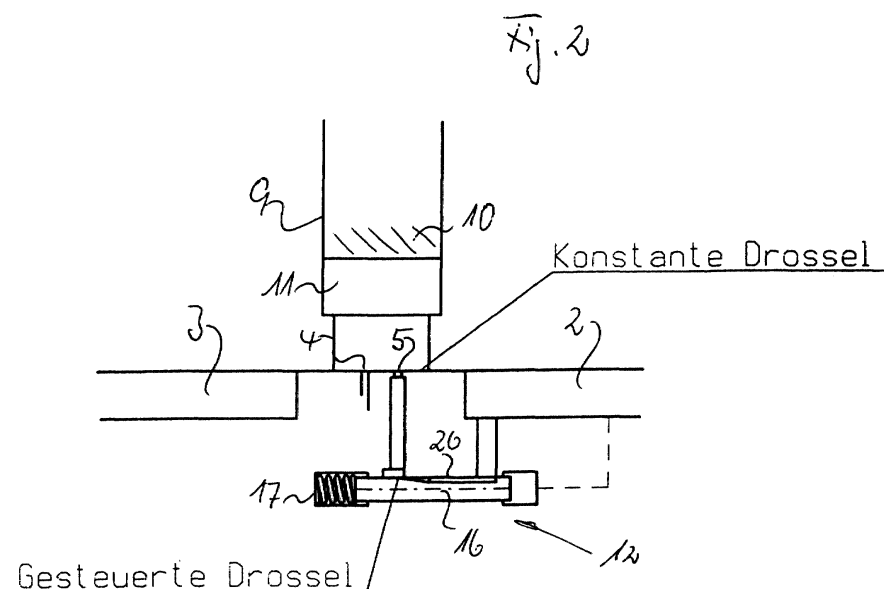
(71) Anmelder: **Liebherr Machines Bulle SA**
1630 Bulle (CH)

(74) Vertreter: **Thoma, Michael**
Lorenz - Seidler - Gossel, Widenmayerstrasse 23
80538 München (DE)

(54) **Hydrostatische Axialkolbenmaschine**

(57) Eine hydrostatische Axialkolbenmaschine besitzt einen trommelförmigen Zylinderblock, der auf einer Antriebs- oder Abtriebswelle drehfest gelagert und konzentrisch und parallel zu seiner Mittellinie mit Zylinderbohrungen versehen ist, in denen axialverschiebliche Kolben angeordnet sind, die sich über kugelförmige Köpfe auf eine gehäusefeste, vorzugsweise in ihrem Schrägungswinkel verstellbare, Schrägscheibe abstützen. Die der Schrägscheibe gegenüberliegenden Zylinderöffnungen überstreichen etwa nierenförmige Niederdruck- und Hochdruck-Steueröffnungen eines Steuer-

körpers, zwischen denen sich Umsteuerbereiche mit Zusatzbohrungen befinden. Um die Zusatzbohrungen, die den Druckanstieg bzw. den Druckabfall bei Durchlauf der Zylinderöffnungen über die Umsteuerbereiche beeinflussen, in Abhängigkeit von den Betriebszuständen zu steuern, mündet mindestens in einem Umsteuerbereich des Steuerkörpers eine Bohrung, die durch eine Leitung mit der Hochdruckseite oder der Hochdruck-Steueröffnung verbunden ist. In der Leitung ist eine von dem Hochdruck gesteuerte Drossel angeordnet, die in der Leitung eine dem Hochdruck entsprechende Drosselöffnung freigibt.



EP 1 174 617 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine hydrostatische Axialkolbenmaschine mit einem trommelförmigen Zylinderblock, der auf einer Antriebs- oder Abtriebswelle drehfest gelagert und konzentrisch und parallel zu dessen Mittellinie mit Zylinderbohrungen versehen ist, in denen axial verschiebliche Kolben angeordnet sind, die sich über kugelförmige Köpfe auf eine gehäusefeste, vorzugsweise in ihrem Schrägungswinkel verstellbare, Schrägscheibe abstützen, wobei die der Schrägscheibe gegenüberliegenden Zylinderöffnungen etwa nierenförmige Niederdruck- und Hochdruck-Steueröffnungen eines Steuerkörpers überstreichen, zwischen denen sich Umsteuerbereiche mit Zusatzbohrungen befinden.

[0002] Beim Lauf der offenen oder mit Öffnungen versehenen Seiten der Zylinderbohrungen über die zwischen den Niederdruck- und Hochdruck-Steueröffnungen befindlichen Umsteuerbereiche kann es zu unerwünschten Druck- und Förderstompulsationen mit entsprechender Geräuscentwicklung kommen, weil die offenen Zylinderseiten bei Auflauf auf die Umsteuerbereiche schlagartig verschlossen und bei Ablauf schlagartig mit einem Hoch- oder Niederdruck beaufschlagt werden, der von den in den Zylinderöffnungen herrschenden Drücken abweicht.

[0003] Um diese Druck- und Förderstompulsationen abzumildern, ist es bekannt, die Aus- und Einlaufbereiche der Niederdruck- und Hochdruck-Steueröffnungen durch Kerben oder keilförmige Übergänge mit den Umsteuerbereichen verbinden, wie es aus den Fig. 13 und 14 ersichtlich ist. Weiterhin ist es bekannt, die Umsteuerbereiche durch Kanäle mit den Niederdruck- und Hochdruck-Steueröffnungen zu verbinden, wie es aus den Fig. 15 und 16 ersichtlich ist.

[0004] Da jedoch die für den Druckaufbau im Zylinderraum maßgebenden Volumina, nämlich das Totvolumen vorzüglich dem Hubvolumen, von dem Schwenkwinkel der Schrägscheibe, den zum Druckaufbau notwendigen hinzuzuführenden Volumina von dem Druck in der Hochdruck-Steueröffnung und von dem zur Verfügung stehenden Zeitintervall zur Druckumsteuerung und damit von der Drehzahl abhängen, ist eine optimale Druckumsteuerung mit einer konstanten Kerbe dem Umsteuerbereich oder mit die Umsteuerbereiche durch Kanäle mit den Niederdruck- und Hochdruck-Steueröffnungen verbindenden Kanälen über den gesamten Betriebsbereich nicht möglich.

[0005] Grundsätzlich ist es ein Bestreben, unerwünschte Druck- und Förderstompulsationen beim Durchlauf der offenen Zylinderseiten über die Umsteuerbereiche dadurch zu vermeiden, daß die Umsteuerbereiche mit Bohrungen versehen sind, über die eine derartige Beeinflussung des in den Zylinderöffnungen herrschenden Drucks erfolgt, daß sich in den Zylindern beim Übergang von den Niederdruck- zu den Hochdruck-Steueröffnungen und umgekehrt ein kontinuierlicher Druckaufbau bzw. Druckabbau einstellt. Bei einer aus DE 198 18 721 A1 bekannten hydrostatischen Maschine ist in den Umsteuerbereichen jeweils eine Bohrung angeordnet, über die durch Pump- und/oder Belastungs- oder Entlastungseinrichtungen ein den Druck in den Zylindern erhöhender Druck oder ein diesen Druck entlastender Druck angelegt wird. Die bekannte hydrostatische Maschine ist jedoch insofern aufwendig, als besondere Pump- und/oder Entlastungseinrichtungen vorgesehen werden müssen.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, eine hydrostatische Axialkolbenmaschine der eingangs angegebenen Art zu schaffen, bei der die in dem oder den Umsteuerbereichen befindlichen Zusatzbohrungen, die den Druckanstieg bzw. den Druckabfall bei Durchlauf der Zylinderöffnungen über die Umsteuerbereiche beeinflussen, in Abhängigkeit von den Betriebszuständen, nämlich dem Druck, der Drehzahl und dem Schwenkwinkel der Schrägscheibe, gesteuert sind. Weiterhin soll eine hydrostatische Axialkolbenmaschine geschaffen werden, bei der sich auf einfache und zuverlässige Weise auch bei veränderten Betriebsverhältnissen beim Durchlauf der Zylinderöffnungen über die Umsteuerbereiche ein unerwünschter schlagartiger Anstieg oder Abfall des Drucks in den Zylindern vermeiden läßt.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß mindestens in einem Umsteuerbereich des Steuerkörpers eine Bohrung mündet, die durch eine Leitung mit der Hochdruckseite oder der Hochdruck-Steueröffnung verbunden ist, und daß in der Leitung eine von dem Hochdruck gesteuerte Drossel angeordnet ist, die in der Leitung eine dem Hochdruck entsprechende Drosselöffnung freigibt. Überstreicht die offene Zylinderseite die Bohrung, strömt aus dieser unter höherem Druck stehendes Öl in die Zylinderöffnung, so daß in dieser der Druck beim Durchlauf durch den Umsteuerbereich ansteigt und in dem Zylinder ein kontinuierlicher Druckanstieg bis zum Einlauf der offenen Zylinderseite in die Hochdruck-Steueröffnung erfolgt. Unerwünschte schlagartige Druckerhöhungen und Änderungen in dem Förderstrom werden dadurch vermieden.

[0008] Zweckmäßigerweise mündet die Bohrung in einem Bereich des Umsteuerbereichs, der der Hochdruck-Steueröffnung zugewandt ist.

[0009] Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß mindestens in einem der Niederdruck-Steueröffnung zugewandten Bereich eines Umsteuerbereichs des Steuerkörpers eine Bohrung mündet, die durch eine Leitung mit der Niederdruck-Steueröffnung verbunden ist, und daß in der Leitung eine von dem Hochdruck gesteuerte Drossel angeordnet ist, die in der Leitung eine dem Hochdruck entsprechende Drosselöffnung freigibt. Diese Ausgestaltung verbessert den Druckausgleich und führt vor dem Einlauf und beim Einlauf der offenen Zylinderseiten in die Niederdruck-Steueröffnung zu einem kontinuierlichen, Druckschläge vermeidenden Druckabbau.

[0010] Zweckmäßigerweise werden die beiden Bohrungen in dem Umsteuerbereich bei Durchlauf jeder Zylinderöffnung gleichzeitig von dieser überdeckt. Zweckmäßigerweise weisen die beiden Bohrungen in dem oder den Umsteuerbereichen jeweils gleiche Abstände zu den Niederdruck- und Hochdruck-Steueröffnungen auf.

[0011] Bekannte Lösungen beispielsweise der anhand der Fig. 13 bis 16 beschriebenen Art weisen den Nachteil auf, daß diese eine Vergleichmäßigung des Druckanstiegs bzw. des Druckabfalls beim Durchlauf der offenen Zylinderseiten über die Umsteuerbereiche nur für eine bestimmte Betriebsweise, beispielsweise einen bestimmten Druck, der Axialkolbenmaschine gewährleisten. Die erfindungsgemäße Lösung zeichnet sich dem gegenüber dadurch aus, daß die Bohrungen in den Umsteuerbereichen Drosselöffnungen bilden, durch die über die gesteuerte Drossel eine Druckangleichung erfolgt, die von dem jeweiligen Hochdruck abgeleitet ist, so daß die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine auch bei unterschiedlichen Betriebsweisen und insbesondere bei unterschiedlichen Drücken einen sanften Druckausgleich bzw. eine Anpassung des Drucks beim Durchlauf der offenen Zylinderseiten über die Umsteuerbereiche gewährleistet.

[0012] Nach einer erfinderischen Ausgestaltung ist vorgesehen, daß die gesteuerte Drossel aus einer zylinderförmigen Bohrung in dem Steuerkörper oder einem in dem Steuerkörper gehaltenen Zylinder besteht, in der oder dem ein von einer Druckfeder belasteter Steuerkolben verschieblich geführt ist, dessen der Druckfeder gegenüberliegende Seite von dem Hochdruck in der Hochdruck-Steueröffnung beaufschlagt ist, daß in die Zylinderbohrung oder den Zylinder im axialen Abstand voneinander zu der Bohrung des Umsteuerbereichs und zu der Hochdruck-Steueröffnung bzw. zu der Niederdruck-Steueröffnung führende Leitungen münden und daß der Steuerkolben entsprechend seiner Verschiebung unterschiedlich große Drosselöffnungen gegenüber der zu dem Umsteuerbereich führenden Leitung freigibt. Nach dieser Ausgestaltung der Erfindung ist eine von dem Hochdruck bzw. der Hochdruckseite gesteuerte Drossel mit einem die Strömung drosselnden Querschnitt vorgesehen, der dem jeweiligen Hochdruck angepaßt ist und daher in optimaler Weise zu einem kontinuierlichen Druckanstieg bzw. Druckabfall in den die Umsteuerbereiche durchlaufenden Zylinderöffnungen führt.

[0013] Die in den Steuerzylinder mündende Leitung des Umsteuerbereichs kann durch eine axiale Nut mit sich veränderndem Querschnitt des Steuerkolbens mit der zu der Hochdruck-Steueröffnung bzw. der Niederdruck-Steueröffnung führenden Leitung verbunden sein. Dabei wird der sich verändernde Querschnitt aufgrund von Berechnungen oder Erfahrungen der jeweiligen Axialkolbenmaschine angepaßt.

[0014] Nach einer anderen Ausführungsform ist vorgesehen, daß die Verbindung des Steuerzylinders zu der zu dem Umsteuerbereich führenden Leitung aus einem Schlitz besteht, den der Steuerkolben entsprechend seiner Verschiebung aufgrund des auf einer Seite lastenden Hochdrucks in unterschiedlicher Länge freigibt. Die freigegebene Länge entspricht dem jeweiligen Durchflußquerschnitt der gesteuerten Drossel, der auf die jeweilige Axialkolbenmaschine angepaßt wird.

[0015] Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß der Steuerkolben auf einer Seite von mindestens zwei aneinander einfassenden Druckfeder beaufschlagt ist, von denen die der ersten Feder folgende oder folgenden Federn aufeinanderfolgend entsprechend der Verschiebung des Steuerkolbens in Richtung auf die Federn zum Einsatz kommen, also mit ihrer Kraft den Steuerkolben belasten. Durch diese Ausgestaltung kann eine etwa hyperbelförmige Federkennlinie geschaffen werden, die den Weg des Steuerkolbens dem steigenden Druck auf der Hochdruckseite in besserer Weise Rechnung trägt.

[0016] Beispielsweise erhöht sich bei konstanter Leistung und verkleinertem Schwenkwinkel der Schrägscheibe der Druck bei entsprechend verringertem Volumenstrom. Um unterschiedlichen Betriebszuständen, beispielsweise der Druckänderung und der Änderung des Volumenstroms bei einer Änderung des Schrägungswinkel der Schrägscheibe Rechnung zu tragen, muß eine bestimmte Aufsteuercharakteristik hinsichtlich der ihrem Querschnitt veränderbaren Drosselöffnung erreicht werden, der der besonderen Federcharakteristik und Federkennlinie Rechnung trägt. Bei einer Änderung des Schrägungswinkels der Schrägscheibe verändert sich das Totvolumen in dem Zylinder zwischen dem Kolben und dem Steuerkörper, so daß sich veränderte Verhältnisse ergeben, denen durch die erfindungsgemäße gesteuerte Drossel Rechnung getragen wird. Wird nämlich neben dem Hochdruck auch der Schwenkwinkel der Schrägscheibe verändert, ist eine auch diese Veränderung berücksichtigende Steuerung der Drosselöffnung erforderlich.

[0017] Nach einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß der Steuerkolben in dem Steuerzylinder durch eine Stelleinrichtung verschoben wird, deren Stellweg von einer Steuereinrichtung, beispielsweise einem Rechner, in Abhängigkeit von dem Hochdruck, der Drehzahl und dem Schwenkwinkel der Schrägscheibe bestimmt wird. Die den Stellweg des Steuerkolbens beeinflussenden Werte, die sich für die jeweilige Axialkolbenmaschine aus dem veränderlichen Hochdruck, der veränderlichen Drehzahl und dem veränderlichen Schwenkwinkel ergeben, können in Tabellen (ROM) in der Speichereinheit des Rechners abgelegt werden, so daß der Rechner entsprechend dem jeweils gemessenen Hochdruck, der jeweils gemessenen Drehzahl und dem jeweiligen Schwenkwinkel der Schrägscheibe den Steuerkolben verstellt.

[0018] Nach einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß der Steuerkolben als Stufenkolben ausgebildet ist, dessen ringförmige Kolbenfläche und dessen scheibenförmige Kolbenfläche zum einen von dem Hochdruck und zum anderen von einem von dem eingestellten Schrägungswinkel der Schrägscheibe sprechenden Druck beaufschlagt sind. Der dem Schrägungswinkel der Schrägscheibe entsprechende Druck läßt sich beispielsweise von dem Druck in einem Stellzylinder ableiten, der die Schrägscheibe verstellt und proportional zu der Winkelverstellung

der Schrägscheibe ist.

[0019] Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Steuerkolben als dreistufiger Kolben ausgebildet ist, dessen durch die beiden Ringflächen und die mittlere scheibenförmige Fläche gebildeten Kolbenflächen jeweils von Drücken beaufschlagt sind, die dem Hochdruck in der Hochdruck-Steueröffnung, dem Schrägungswinkel der Schrägscheibe und der Drehzahl entsprechen. Der der Drehzahl entsprechende Druck kann beispielsweise durch eine von der Axialkolbenmaschine angetriebenen Hilfspumpe abgeleitet werden, die einen Drehzahl proportionalen Druck erzeugt.

[0020] Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß die in die Umsteuerbereiche mündenden Bohrungen durch die Bohrungen einer Konstant-Drossel gebildet sind. Nach der Erfindung weist jede Zulaufdrossel mindestens zwei Drosselquerschnitte auf, wobei die eine Drossel eine Konstant-Drossel in der Steuerplatte und die andere Drossel oder die anderen Drosseln in der Nähe der Steuerfläche des Steuerkörpers oder in dem Steuerkörper selbst untergebracht ist oder untergebracht sind, wobei der Querschnitt oder die Querschnitte der steuerbaren Drosseln entsprechend den Betriebszuständen der Axialkolbenmaschine derart gesteuert wird oder gesteuert werden, daß der Druckaufbau und der Druckabbau in dem gesteuerten Zylinderraum den gewünschten Verlauf nimmt.

[0021] Bei den beschriebenen Ausführungsbeispielen der Erfindung ist es möglich, daß der Hochdruckseite, also den Hochdruck-Steueröffnungen, ein gewisses Volumen des Drucköls entnommen wird, der dann dem strömenden Druckmedium fehlt. Fehlendes Druckmedium auf der Hochdruckseite kann aber wiederum zu unerwünschten Pulsationen führen. Aus diesem Grunde ist nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, daß der gesteuerten Drossel Drucköl von einer externen Druckölquelle zugeführt wird.

[0022] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigt

Fig. 1 eine Draufsicht auf die Steuerfläche des Steuerkörpers mit gestrichelt angedeuteter Stellung der Zylinderöffnungen in den Umsteuerbereichen,

Fig. 2 einen Schnitt durch den Steuerkörper sowie einen Zylinder längs der Linie II - II in Fig. 1 in schematischer Darstellung,

Fig. 3 eine der Fig. 2 entsprechende Darstellung, in der auch die der Niederdruck-Steueröffnung zugewandte Bohrung in dem Umsteuerbereich mit einer gesteuerten Drossel versehen ist,

Fig. 4, 4a und 4b den Fig. 1 bis 3 entsprechende Darstellungen, in denen die jeweils beiden den beiden Umsteuerbereichen angeordneten Bohrungen mit gesteuerten Drosseln versehen sind,

Fig. 5 eine gesteuerte Drossel der aus Fig. 2 ersichtlichen Art in vergrößerter Darstellung,

Fig. 6 eine der Fig. 5 entsprechende Darstellung einer gesteuerten Drossel, bei der der Steuerkolben von einander einfassenden Druckfedern beaufschlagbar ist,

Fig. 7 eine der Fig. 6 entsprechende Darstellung, bei der der Steuerkolben von einer von einer Steuereinrichtung gesteuerten Stelleinrichtung verschiebbar ist,

Fig. 8 eine der Fig. 5 entsprechende Darstellung, bei der der Steuerkolben durch einen Stufenkolben verschiebbar ist,

Fig. 9 eine der Fig. 8 entsprechende Darstellung, bei der der Steuerkolben durch eine dreistufige Kolbenanordnung verschiebbar ist,

Fig. 10 eine der Fig. 1 entsprechende Darstellung, bei der der Bohrung in dem Umsteuerbereich über die gesteuerte Drossel von einer externen Druckquelle Drucköl zugeführt wird,

Fig. 11 eine der Fig. 1 entsprechende Darstellung, bei der die beiden Bohrungen des Umsteuerbereichs, die sich auf den der Niederdruck- und Hochdruck-Steueröffnungen zugewandten Seiten befinden, durch gesteuerte Drosseln gesteuert sind,

Fig. 12 eine schematische Darstellung eines Steuerkörpers, bei der sämtliche Bohrungen der Umsteuerbereiche durch gesteuerte Drosseln gesteuert sind und die Bohrungen an eine externe Druckmittelquelle angeschlossen sind,

Fig. 13 bis 16 bekannte Ausführungen von Steuerkörpern.

[0023] In den Fig. 1 und 2 ist schematisch ein Steuerkörper 1 gezeigt, von dem in Fig. 1 nur die Steuerfläche mit der Hochdruck-Steueröffnung 2 und der Niederdruck-Steueröffnung 3 und die in den Umsteuerbereichen zwischen den Niederdruck- und Hochdruck-Steueröffnungen befindlichen Drosselbohrungen 4, 5 und 6, 7 dargestellt sind. Die Steuerfläche des Steuerkörpers wird von den etwa oval ausgebildeten Öffnungen 8 der Zylinder 9 überstrichen, die in Fig. 1 gestrichelt dargestellt sind.

[0024] Die Hydraulikan Anschlüsse der Niederdruck- und Hochdruck-Steueröffnungen 2, 3 sind üblicher Art und daher nicht dargestellt.

[0025] In den Zylindern 9 stellt sich zwischen den Kolben 10 und den auf der Steuerfläche des Steuerkörpers 1 gleitenden Öffnungen 8 entsprechend dem jeweiligen Schrägungswinkel der Schrägscheibe ein Totraum 11 ein, der bei der Steuerung der durch die Bohrungen 4 bis 7 gebildeten Drosselöffnungen zu berücksichtigen ist.

[0026] Die Drosselöffnungen 4 bis 7 weisen einen konstanten Querschnitt auf und bilden somit, wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, Konstantdrosseln.

[0027] Zur Steuerung der durch die Konstantdrosseln strömenden Druckmedien ist eine gesteuerte Drossel 12 vorgesehen, die anhand der Fig. 5 näher beschrieben wird.

[0028] In einer einen Steuerzylinder bildenden Bohrung 15 des Steuerkörpers 1 oder in einem besonderen mit dem Steuerkörper 1 durch Leitungen in Verbindung stehenden Zylinder ist ein Steuerkolben 16 verschieblich angeordnet. Dieser Steuerkolben ist von einer Druckfeder 17 belastet, die zwischen dem Grund des Zylinders 15 und der diesem zugewandten Seite des Steuerkolbens 16 eingespannt ist. Die gegenüberliegende Seite des Steuerkolbens wird von dem Hochdruck beaufschlagt, also von dem Druck, der in der Hochdruck-Steueröffnung 2 des Steuerkörpers 1 herrscht. Zu diesem Zweck ist die der Druckfeder 17 gegenüberliegende Seite des Zylinders über eine Leitung 18 und eine Zweigleitung 19 mit der Hochdruck-Steueröffnung 2 verbunden. Selbstverständlich könnte der Hochdruck auch von einer anderen Stelle der Axialkolbenmaschine abgeleitet werden. Der Steuerkolben 16 ist mit einer axialen an ihren Enden verschlossenen Bohrung 20 versehen, die mit radialen Bohrungen oder Schlitten 21, 22 in Verbindung steht. Die radiale Bohrung 21 ist über die Leitung 18 und einen Ringraum 23 mit dem Druck des Druckmediums in der Hochdruck-Steueröffnung 2 beaufschlagt. Die Bohrung oder vorzugsweise der Schlitz 22 steht mit einem Ringraum 24 in Verbindung, von der eine Leitung 25 zu der Drosselöffnung 5 in der Steuerfläche des Steuerkörpers 1 führt. Der Kolben 16 wird in der Zylinderbohrung 15 durch den auf die rechte Kolbenfläche wirkenden Hochdruck entgegen der Kraft der Druckfeder 17 verschoben, wobei entsprechend dem Verschiebeweg ein unterschiedlich langer Steuerschlitz 22 aufgesteuert wird, der jeweils der von dem Ringraum 24 erfaßten Länge des Steuerschlitzes entspricht.

[0029] Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist der Steuerkolben 16 mit einem axialen Schlitz versehen, der einen veränderlichen Querschnitt aufweist, so daß entsprechend der Verschiebung des Steuerkolbens mit der zu der Drosselöffnung 5 führenden Leitung unterschiedlich große Drosselquerschnitte aufgesteuert werden.

[0030] Zum Aufbau des Drucks in den Zylinderbohrungen wird Volumen aus der Hochdruck-Steueröffnung über die gesteuerte Drossel und die Konstant-Drossel in die Zylinderräume der Zylinderbohrungen geführt. Mit der gesteuerten Drossel kann das in der Steuerzeit zufließende Volumen derart beeinflußt werden, daß der gewünschte Druckverlauf in der Zylinderbohrung erreicht wird. Die Beeinflussung des Drosselquerschnitts kann über den Zusammenhang zwischen dem in den Steueröffnungen herrschenden Druck und dem offenen Drosselquerschnitt sowohl über die Druckfeder als auch über die Form der Drossel erreicht werden.

[0031] Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 sind in dem Umsteuerbereich sowohl die Drosselöffnungen 5 konstanten Querschnitts auf den den Niederdruck- und Hochdruck-Steueröffnungen 2, 3 zugewandten Seiten mit gesteuerten Drosseln 12 versehen. Die gesteuerten Drosseln 12 sind in beiden Fällen auf ihren den Druckfedern 17 gegenüberliegenden Seiten von dem Hochdruck beaufschlagt, der vorzugsweise in der gestrichelt dargestellten Form über Leitungen von der Hochdruck-Steueröffnung 2 abgeleitet wird.

[0032] Ein besonderes Merkmal der Erfindung ist darin zu sehen, daß beim Durchlauf der vorzugsweise ovalen Zylinderöffnungen über die Steuerflächen des Steuerkörpers die Zylinderöffnung 8 beide Drosselöffnungen 4, 5 überdeckt, so daß es zu einem glättenden Druckausgleich kommt.

[0033] Nach dem Ausführungsbeispiel der Figuren 4, 4a und 4b ist vorgesehen, daß in beiden Umsteuerbereichen, also in den beiden Bereichen zwischen den Niederdruck- und Hochdruck-Steueröffnungen Drosselbohrungen 5 angeordnet sind, die über die gesteuerten Drosseln 12 mit veränderlichen Drosselöffnungen in Verbindung stehen, so daß ein optimaler Druckausgleich beim Überlauf der Zylinderöffnungen über die Umsteuerbereiche erfolgen kann.

[0034] Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 wird der Steuerkolben von einer Druckfeder 30 beaufschlagt, die eine Druckfeder 31 kürzerer Länge in der Weise einfaßt, daß diese erst nach einem vorbestimmten Verschiebeweg zusätzlich an dem Steuerkolben 16 angreift und dadurch die Federkennlinie verändert und einen hyperbelförmigen Verlauf angreift.

[0035] Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 7 ist eine Verschiebeeinrichtung 33 vorgesehen, die den Steuerkolben 16 über ein Stößel 34 verschiebt, wobei die Verschiebeeinrichtung 33 von einer Steuereinrichtung, beispielsweise

einem Rechner, gesteuert wird, der einen Stellweg für das Stößel 34 aus dem Druck der Hochdruckseite, der Drehzahl und dem Verschwenkwinkel errechnet. Zweckmäßigerweise wird der Weg des Drosselkolbens durch einen Proportionalmagneten gesteuert, d. h. die Stellkraft des Magneten ist abhängig von der Größe der angelegten elektrischen Spannung. Über die Druckfeder wird der Zusammenhang Spannung - Stellweg hergestellt. Dieser Proportionalmagnet

kann von beliebigen elektrischen Signalen angesteuert werden. Damit kann der Druckverlauf in der Zylinderbohrung in Abhängigkeit von verschiedenen Größen, beispielsweise Druck, Schwenkwinkel und Drehzahl, beeinflusst werden. **[0036]** Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 8 ist der Steuerkolben 16 als Stufenkolben ausgeführt, wobei die Ringfläche 36 des Stufenkolbens von dem Druck der Hochdruckseite und die Kolbenfläche 37 des Kolbens mit geringerem Querschnitt von einem Flüssigkeitsdruck beaufschlagt ist, der dem Schrägungswinkel der Schrägscheibe entspricht.

[0037] Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 9 ist der Steuerkolben 16 als dreistufiger Kolben ausgebildet, wobei die Ringflächen 36 und 38 von dem Hochdruck und einem dem Schrägungswinkel der Schrägscheibe entsprechenden Druck und die Stirnseite 39 des Kolbenabschnitts mit geringstem Querschnitt von einem Druck beaufschlagt ist, der proportional zu der Drehzahl der Axialkolbenmaschine ist.

[0038] Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 10 ist vorgesehen, daß der gesteuerten Drossel 12 ein Druckmedium über die Leitung 40 von einer externen Druckmittelquelle zugeführt wird.

[0039] Die Fig. 11 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei der beide Drosselöffnungen in den Umsteuerbereich durch gesteuerte Drosseln gesteuert sind, wobei die Ölversorgung der der Hochdruck-Steueröffnung 2 zugewandten Drosselöffnung 5 durch eine externe Druckölversorgung erfolgt.

[0040] Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 12 sind sämtliche Bohrungen der beiden Umsteuerbereiche mit gesteuerten Drosseln versehen, wobei die hochdruckseitigen gesteuerten Drosseln von einer externen Druckölquelle mit unter Druck stehendem Medium versorgt werden. Die Zuführung von Drucköl aus externen Druckölquellen kann in bestimmten Fällen vorteilhaft sein. Zum einen kann durch die externe Druckölauführung die Pulsation in der Hochdruck-Steueröffnung vermindert werden und zum anderen kann durch den höheren Druck zur Versorgung des Drosselsystems eine andere gewünschte Druckverlaufscharakteristik in den Zylinderbohrungen erreicht werden.

[0041] Aus den Fig. 13 und 14 sind bekannte Steuerkörper ersichtlich, bei denen die Umsteuerbereiche mit den angrenzenden Niederdruck- und Hochdruck-Steueröffnungen durch sich keilförmig verengende Schlitz- oder Kerben verbunden sind.

[0042] Aus den Figuren 15 und 16 sind ebenfalls bekannte Steuerkörper ersichtlich, bei denen die Niederdruck- und Hochdruck-Steueröffnungen mit den Drosselbohrungen im Umsteuerbereich direkt durch Leitungen 51 verbunden sind.

Patentansprüche

1. Hydrostatische Axialkolbenmaschine mit einem trommelförmigen Zylinderblock, der auf einer Antriebs- oder Abtriebswelle drehfest gelagert und konzentrisch und parallel zu dessen Mittellinie mit Zylinderbohrungen versehen ist, in denen axial verschiebliche Kolben angeordnet sind, die sich über kugelförmige Köpfe auf eine gehäusefeste, vorzugsweise in ihrem Schrägungswinkel verstellbare, Schrägscheibe abstützen, wobei die der Schrägscheibe gegenüberliegenden Zylinderöffnungen etwa nierenförmige Niederdruck- und Hochdruck-Steueröffnungen eines Steuerkörpers überstreichen, zwischen denen sich Umsteuerbereiche mit Zusatzbohrungen befinden, **dadurch gekennzeichnet,**

daß mindestens in einem Umsteuerbereich des Steuerkörpers eine Bohrung mündet, die durch eine Leitung mit der Hochdruckseite oder der Hochdruck-Steueröffnung verbunden ist,

und **daß** in der Leitung eine von dem Hochdruck gesteuerte Drossel angeordnet ist, die in der Leitung eine dem Hochdruck entsprechende Drosselöffnung freigibt.

2. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bohrung in einem Bereich des Umsteuerbereichs des Steuerkörpers mündet, der der Hochdruck-Steueröffnung zugewandt ist.

3. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens in einem der Niederdruck-Steueröffnung zugewandten Bereich eines Umsteuerbereichs des Steuerkörpers eine Bohrung mündet, die durch eine Leitung mit der Niederdruck-Steueröffnung verbunden ist, und daß in der Leitung eine von dem Hochdruck gesteuerte Drossel angeordnet ist, die in der Leitung eine dem Hochdruck entsprechende Drosselöffnung freigibt.

4. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zylinderöffnungen bei Durchlauf über den Umsteuerbereich des Steuerkörpers beide Bohrungen überdecken.
5. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die gesteuerte Drossel aus einer zylinderförmigen Bohrung in dem Steuerkörper oder einem in dem Steuerkörper gehaltenen Zylinder besteht, in der oder dem ein von einer Druckfeder belasteter Steuerkolben verschieblich geführt ist, dessen der Druckfeder gegenüberliegende Seite von dem Hochdruck in der Hochdruck-Steueröffnung beaufschlagt ist, daß in die Zylinderbohrung oder den Zylinder im axialen Abstand voneinander zu der Bohrung des Umsteuerbereichs und zu der Hochdruck-Steueröffnung bzw. zu der Niederdruck-Steueröffnung führende Leitungen münden und daß der Steuerkolben entsprechend seiner Verschiebung unterschiedlich große Drosselöffnungen gegenüber der zu dem Umsteuerbereich führenden Leitung freigibt.
6. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die in den Steuerzylinder mündende Leitung des Umsteuerbereichs durch eine axiale Nut mit sich veränderndem Querschnitt des Steuerkolbens mit der zu der Hochdruck-Steueröffnung bzw. Niederdruck-Steueröffnung führenden Leitung verbunden ist.
7. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verbindung des Steuerzylinders zu der zu dem Umsteuerbereich führenden Leitung aus einem Schlitz besteht, den der Steuerkolben entsprechend seiner Verschiebung aufgrund des auf einer Seite lastenden Hochdrucks in unterschiedlicher Länge freigibt.
8. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Steuerkolben auf einer Seite von mindestens zwei einander einfassenden Druckfedern beaufschlagt ist, von denen die der ersten Feder folgende oder folgenden Federn aufeinanderfolgend entsprechend der Verschiebung des Steuerkolbens in Richtung auf die Federn zum Einsatz kommen.
9. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Steuerkolben in dem Steuerzylinder durch eine Stelleinrichtung verschoben wird, deren Stellweg von einer Steuereinheit, z. B. einem Rechner, in Abhängigkeit von dem Hochdruck, der Drehzahl und dem Schwenkwinkel der Schrägscheibe bestimmt wird.
10. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Steuerkolben als Stufenkolben ausgebildet ist, dessen ringförmige Kolbenfläche und dessen scheibenförmige Kolbenfläche zum einem von dem Hochdruck und zum anderen von einem von den eingestellten Schrägungswinkel der Schrägscheibe entsprechenden Druck beaufschlagt sind.
11. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Steuerkolben als dreistufiger Kolben ausgebildet ist, dessen durch die beiden Ringflächen und die mittlere scheibenförmige Fläche gebildeten Kolbenflächen jeweils von Drücken beaufschlagt sind, die dem Hochdruck in der Hochdruck-Steueröffnung, dem Schrägungswinkel der Schrägscheibe und der Drehzahl entsprechen.
12. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die in die Umsteuerbereiche mündenden Bohrungen durch die Bohrungen einer Konstant-Drossel gebildet sind.
13. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** der gesteuerten Drossel Drucköl von einer externen Druckölquelle zugeführt wird.

Fig. 2

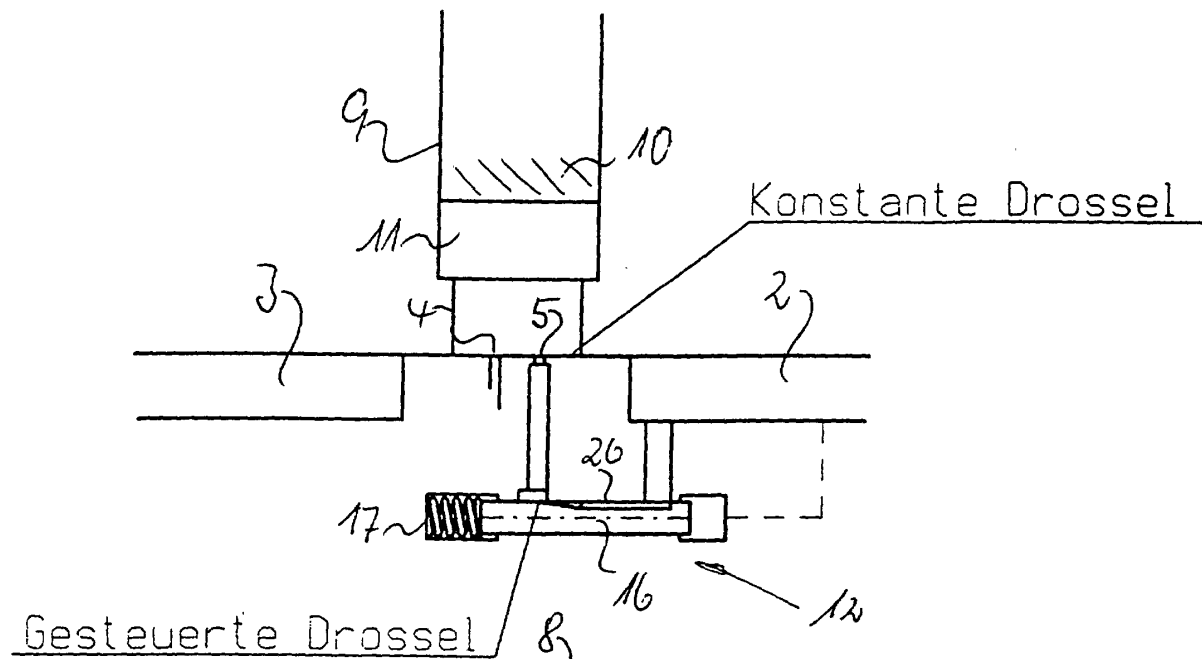
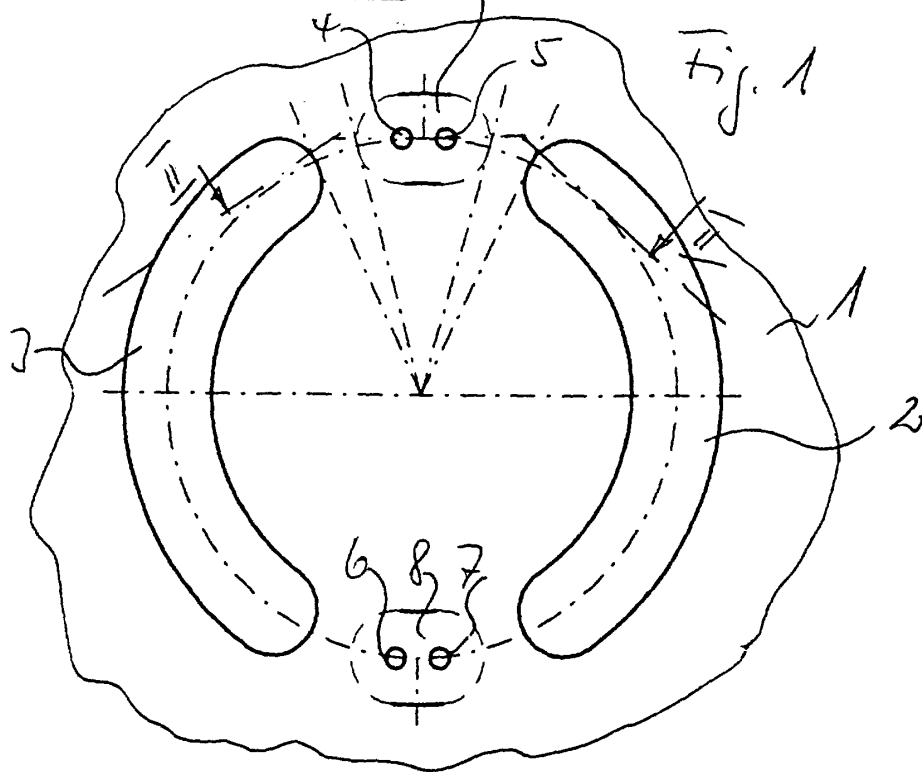
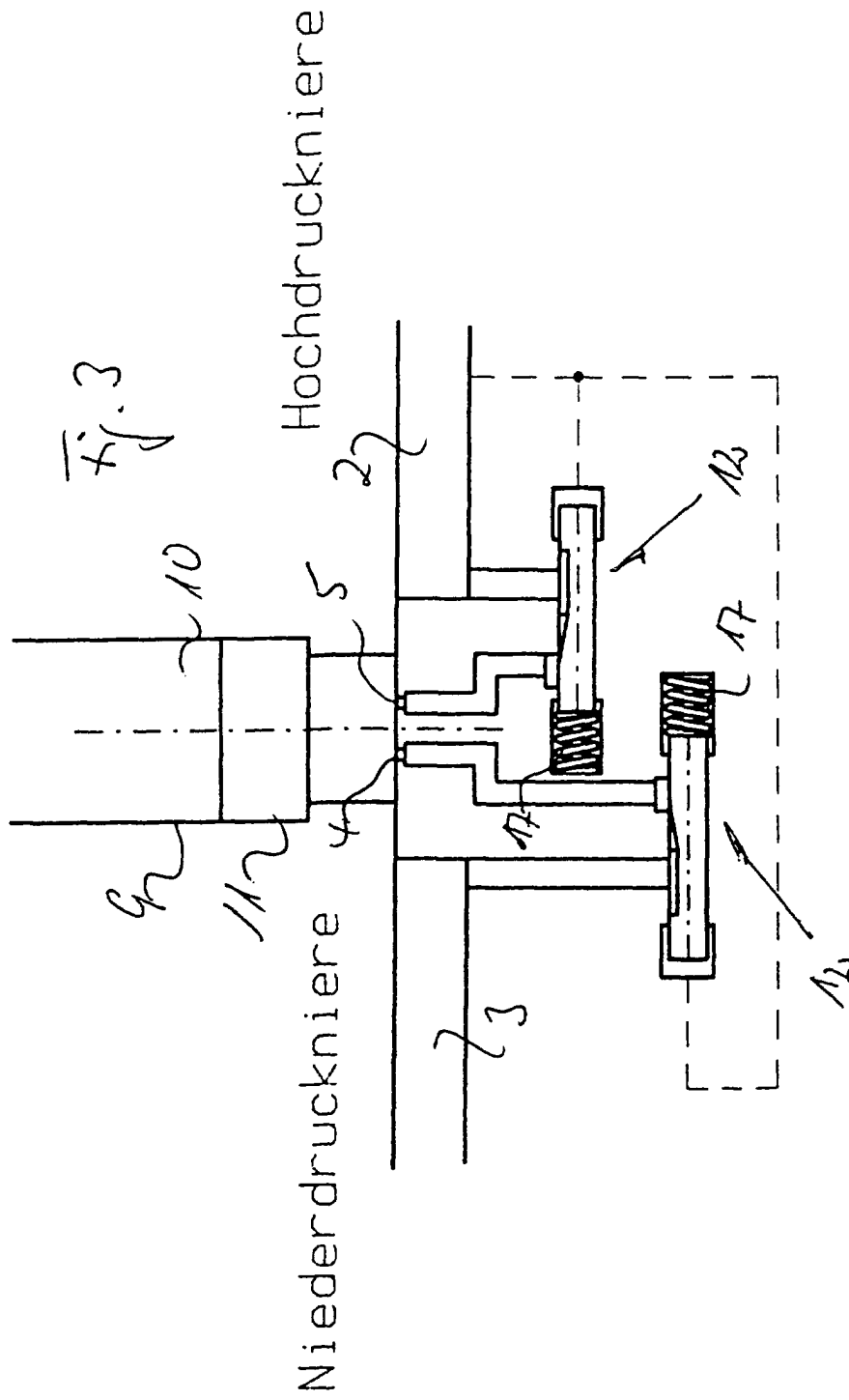
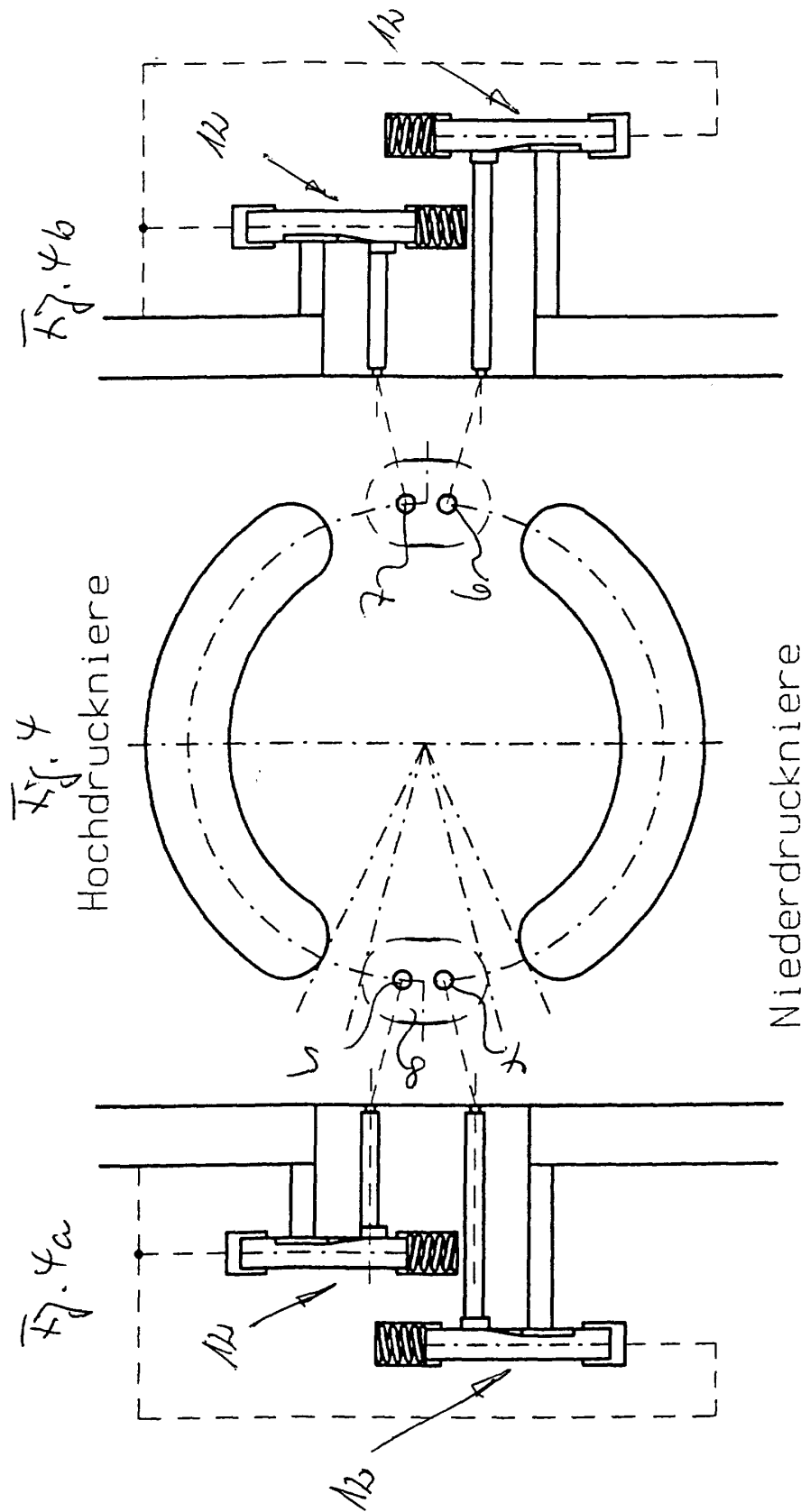


Fig. 1





Zu - und Abl aufdrossel gesteuert



Druckaufbau und Druckabbau gesteuert

Fig. 5

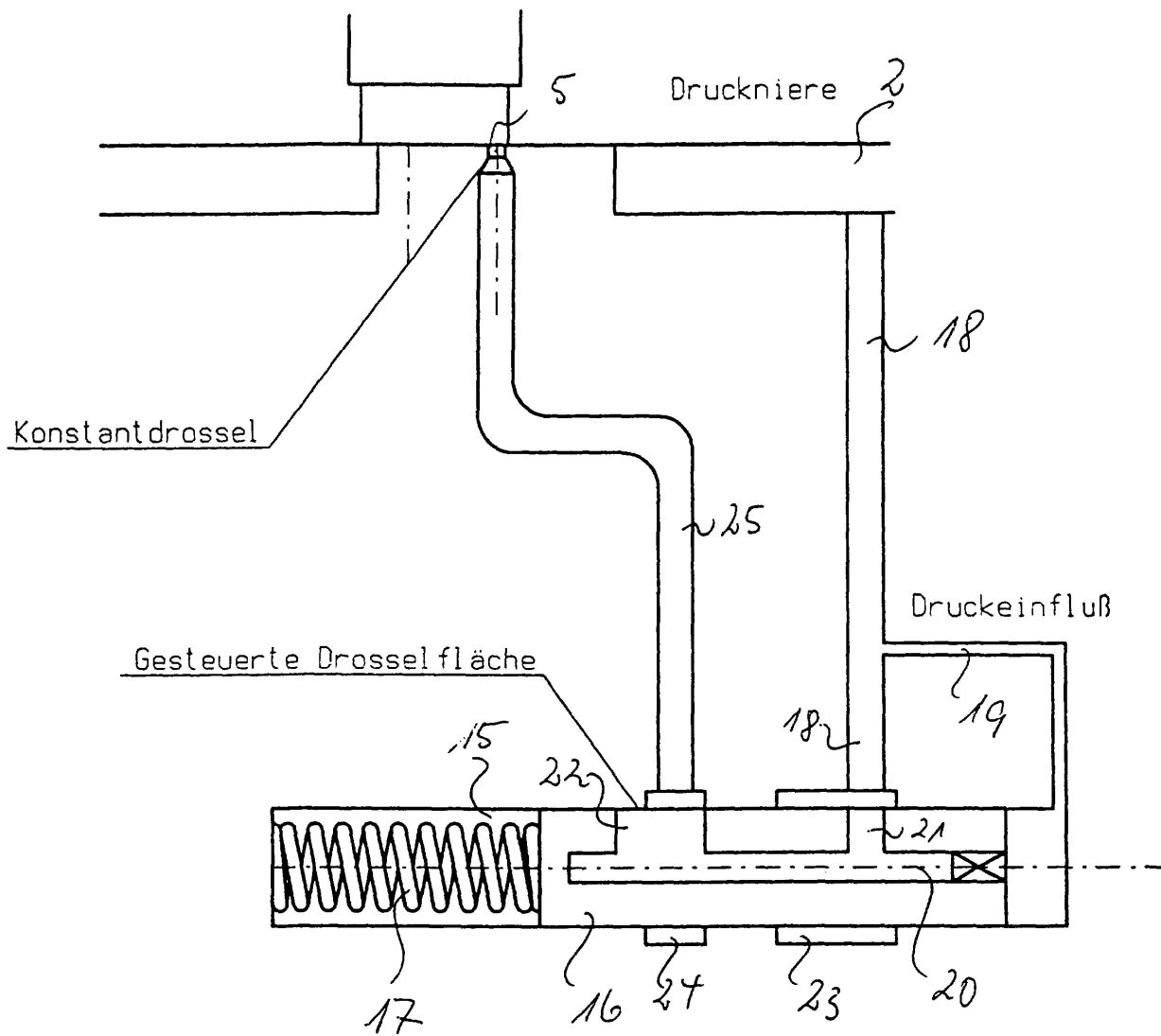


Fig. 6

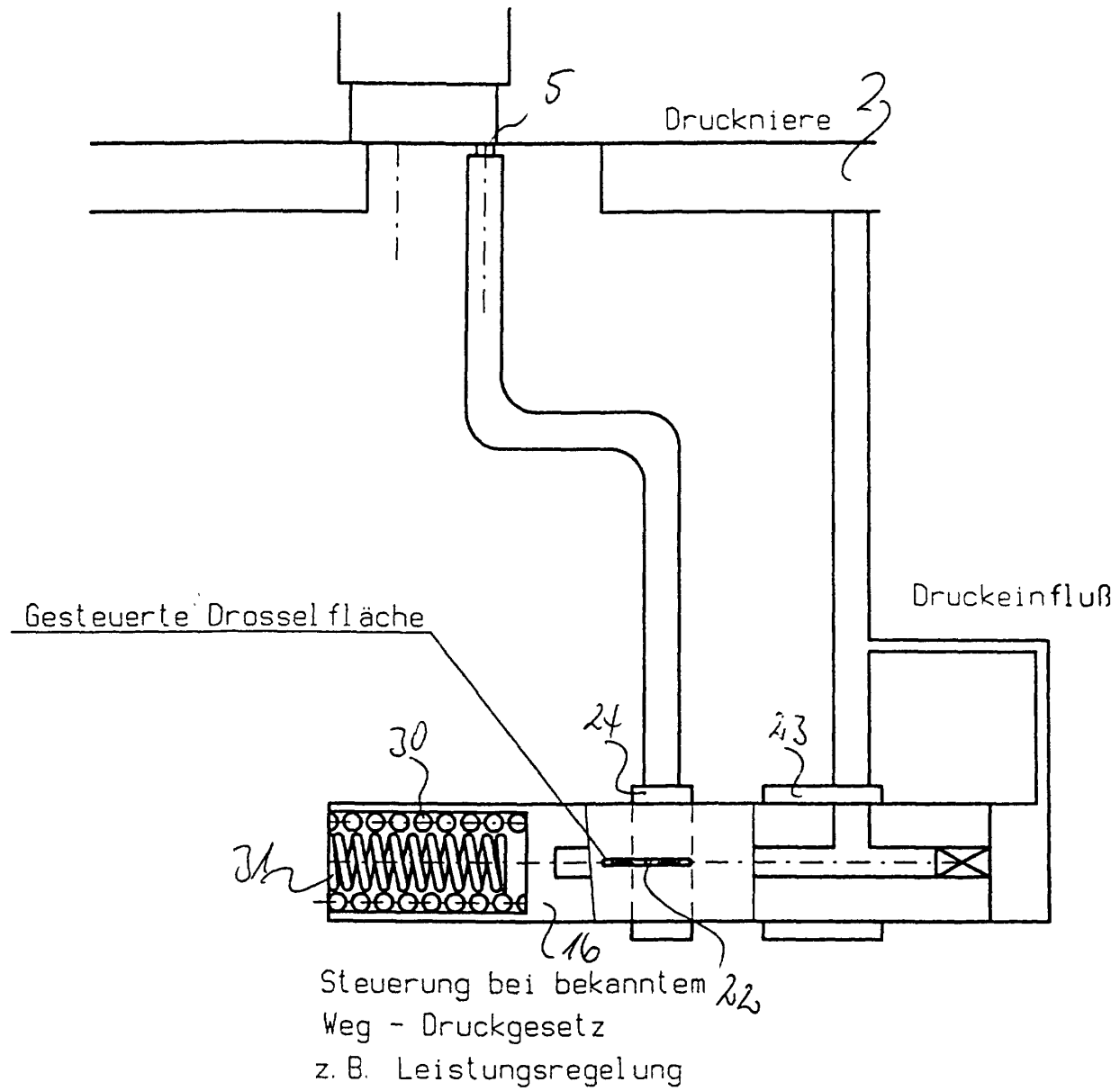


Fig. 7

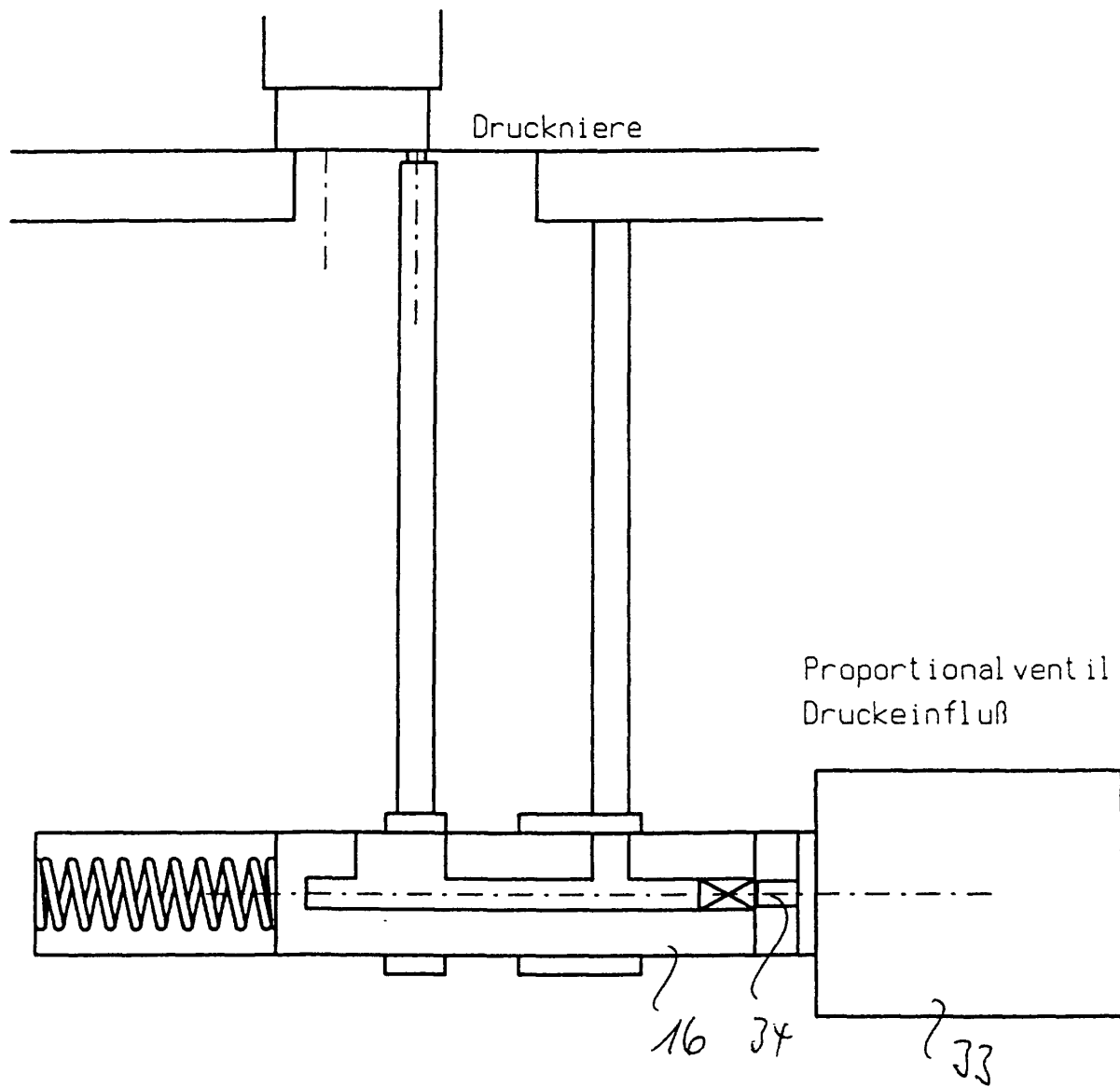
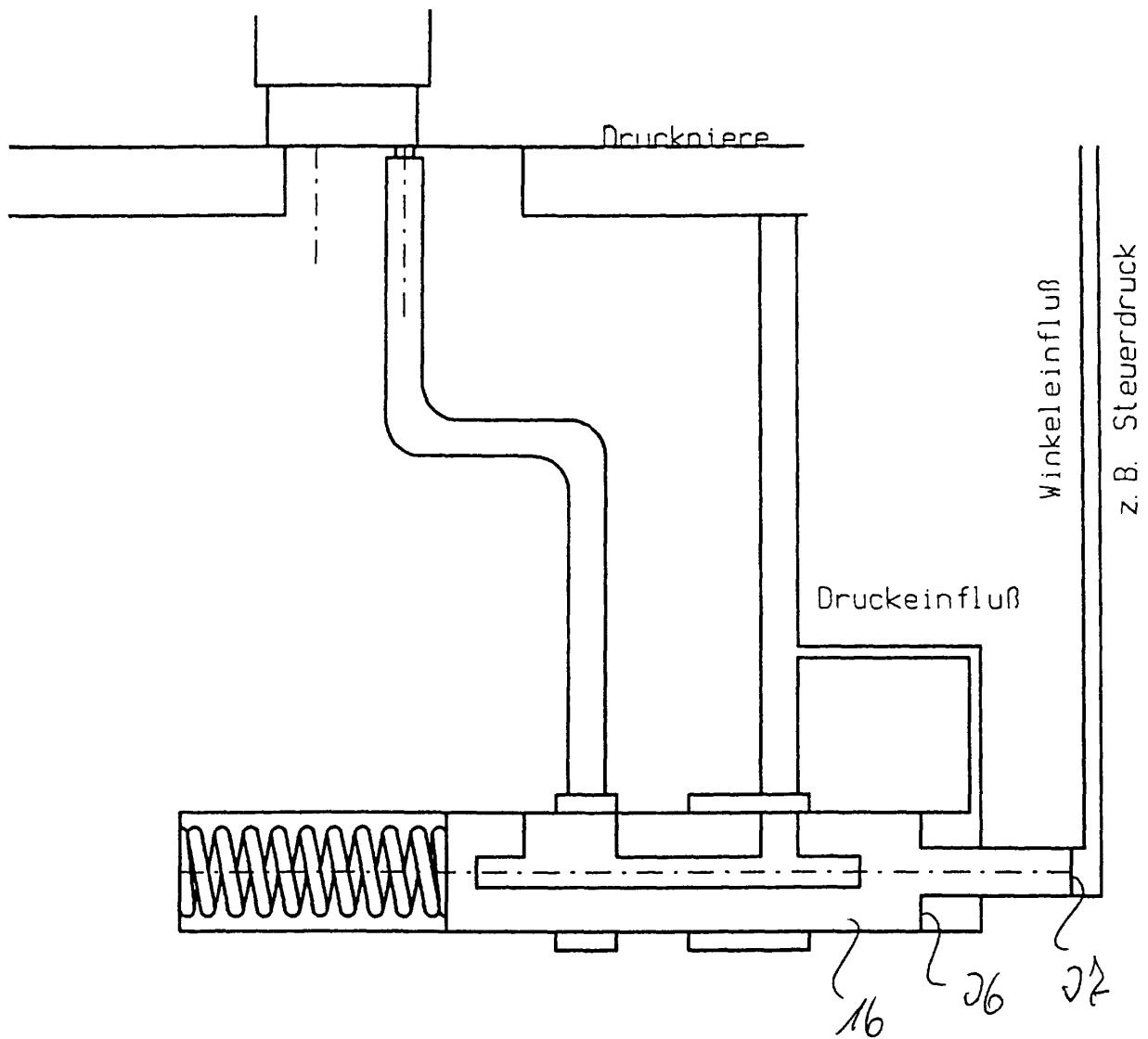


Fig. 8



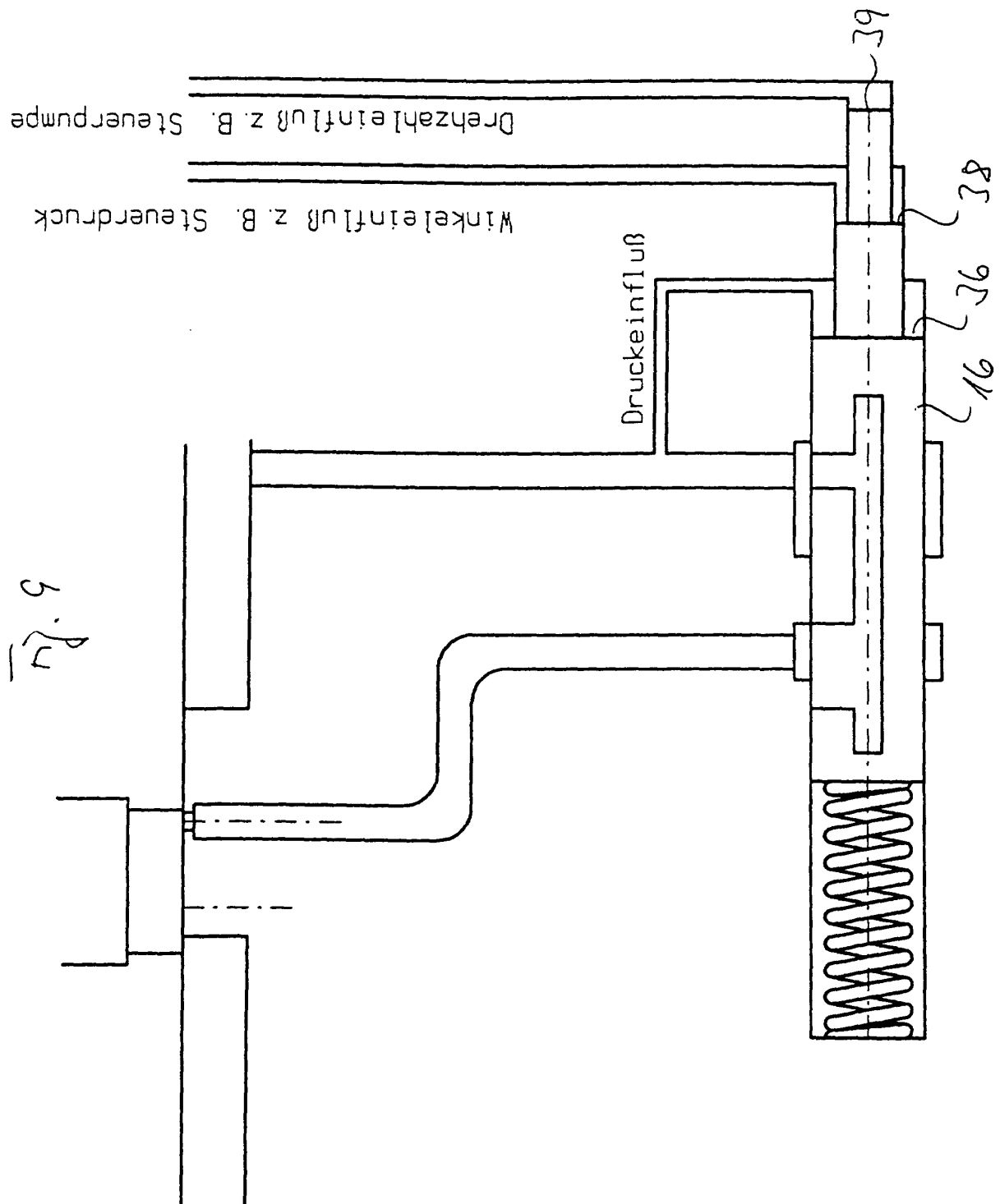
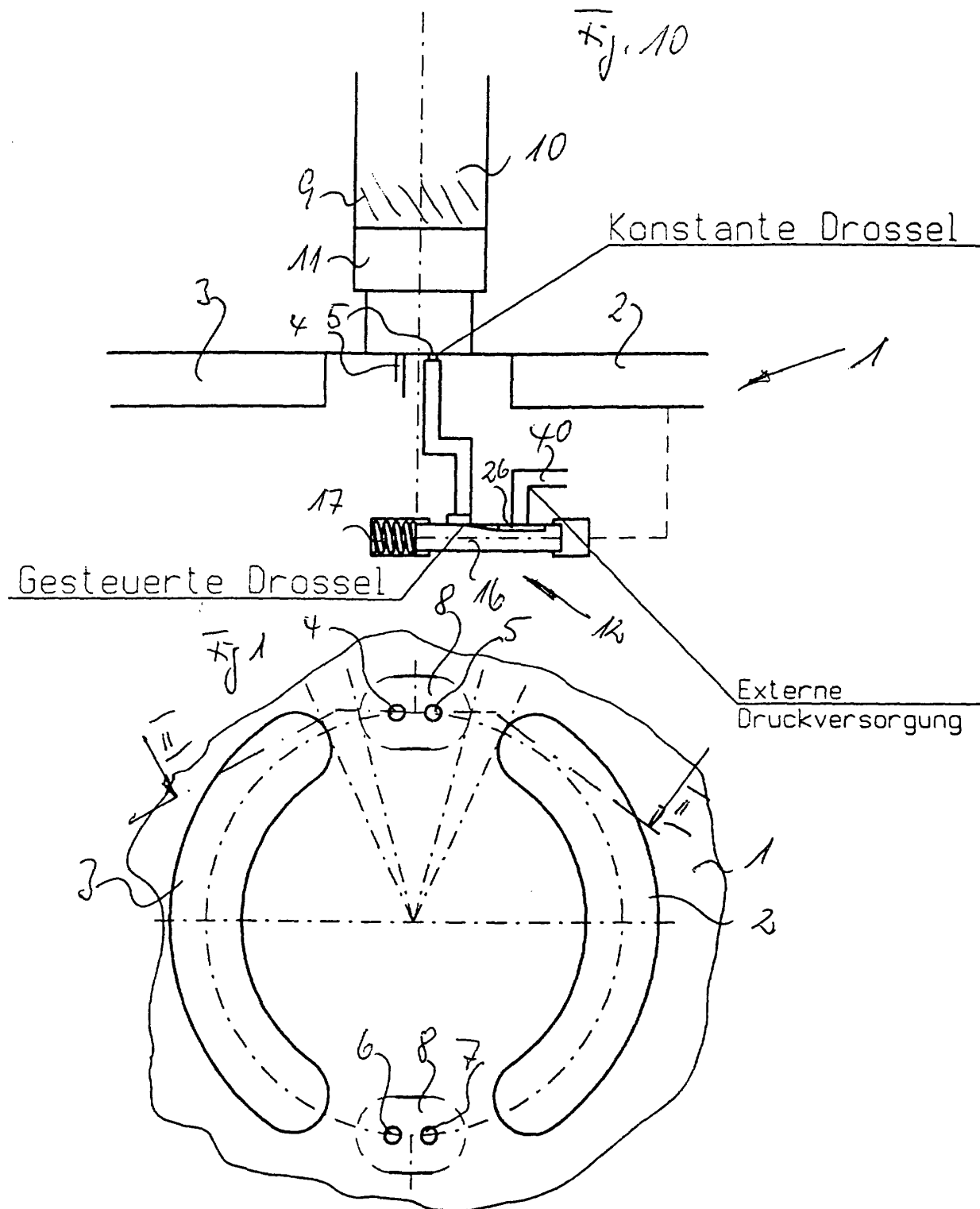
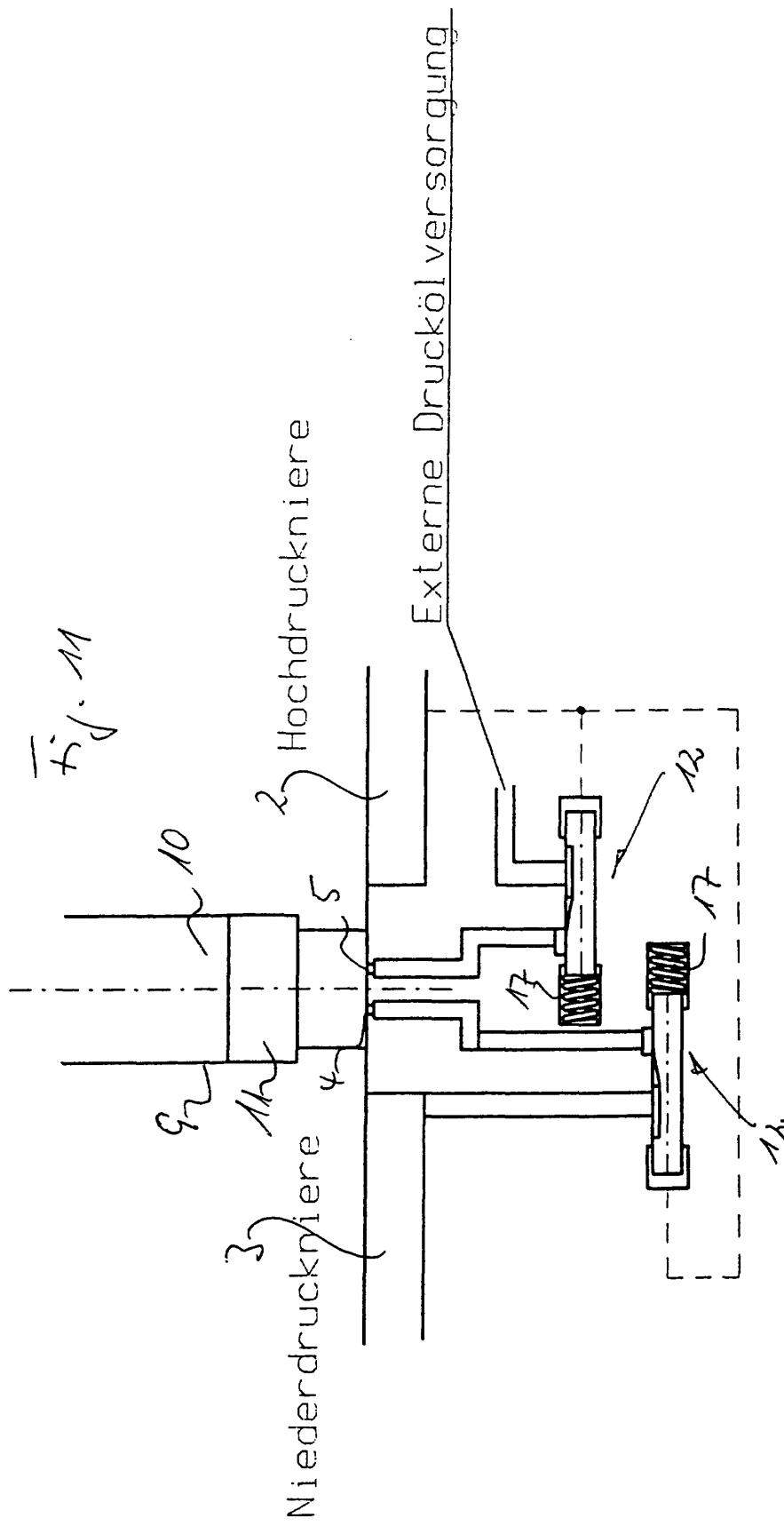
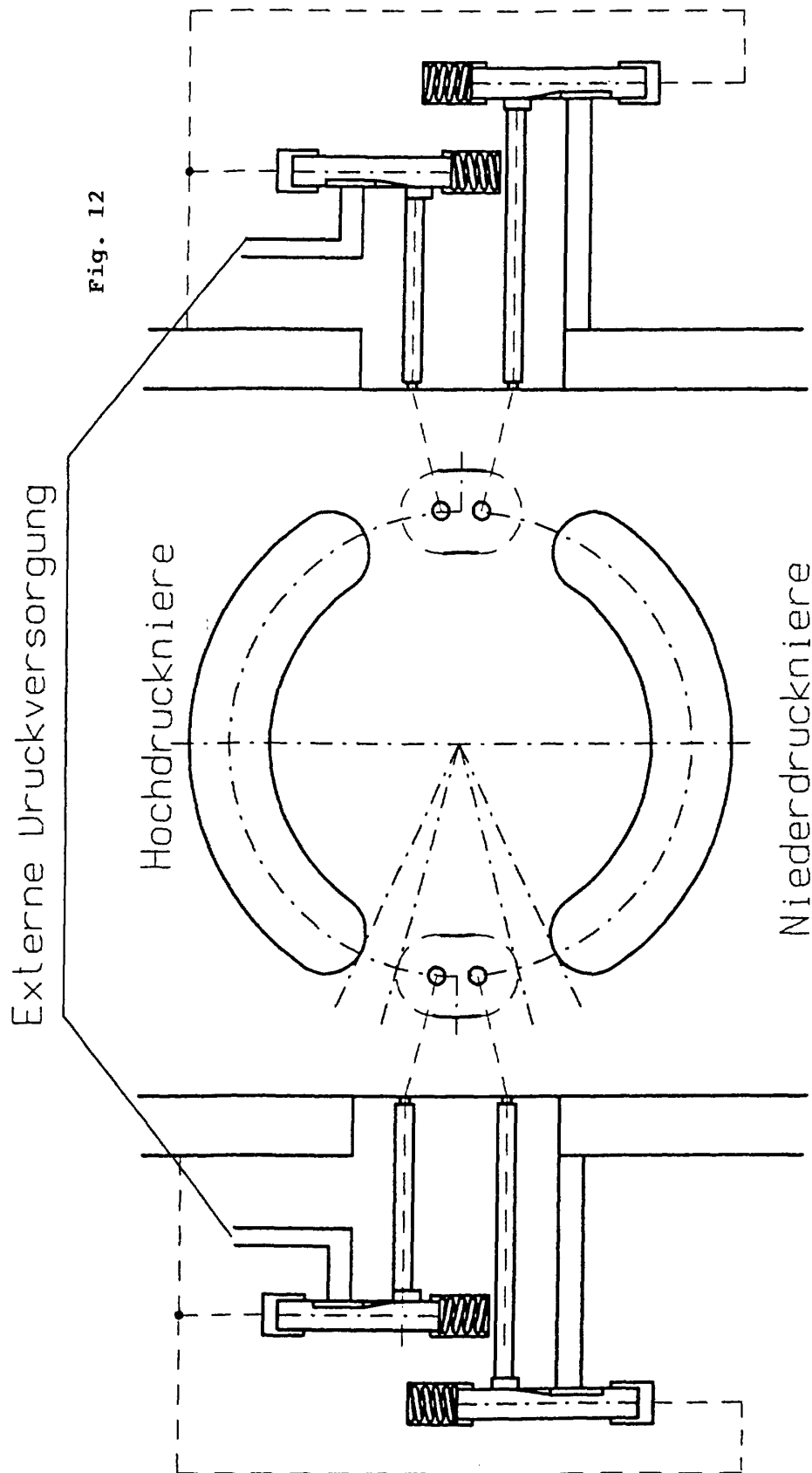


Fig. 9





Zu - und Ablaufdrossel gesteuert



Druckaufbau und Druckabbau gesteuert

Fig. 14

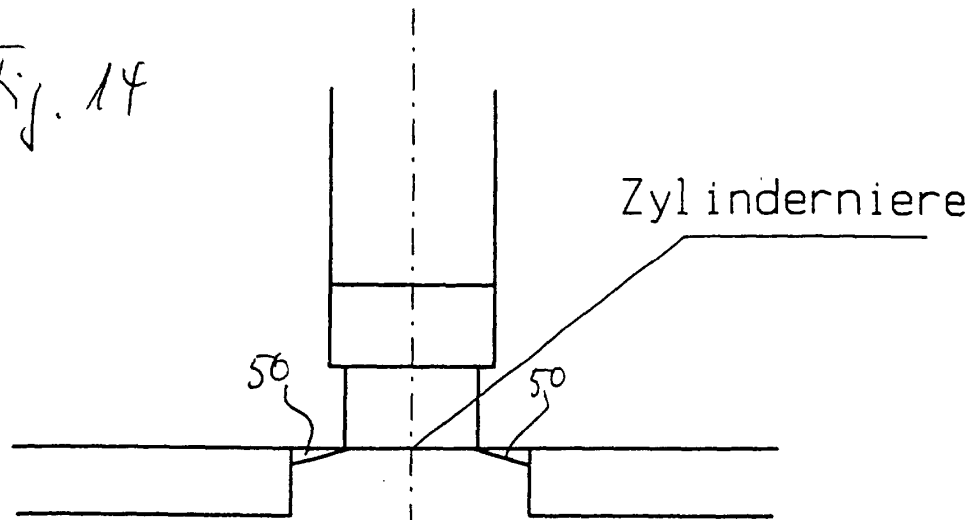
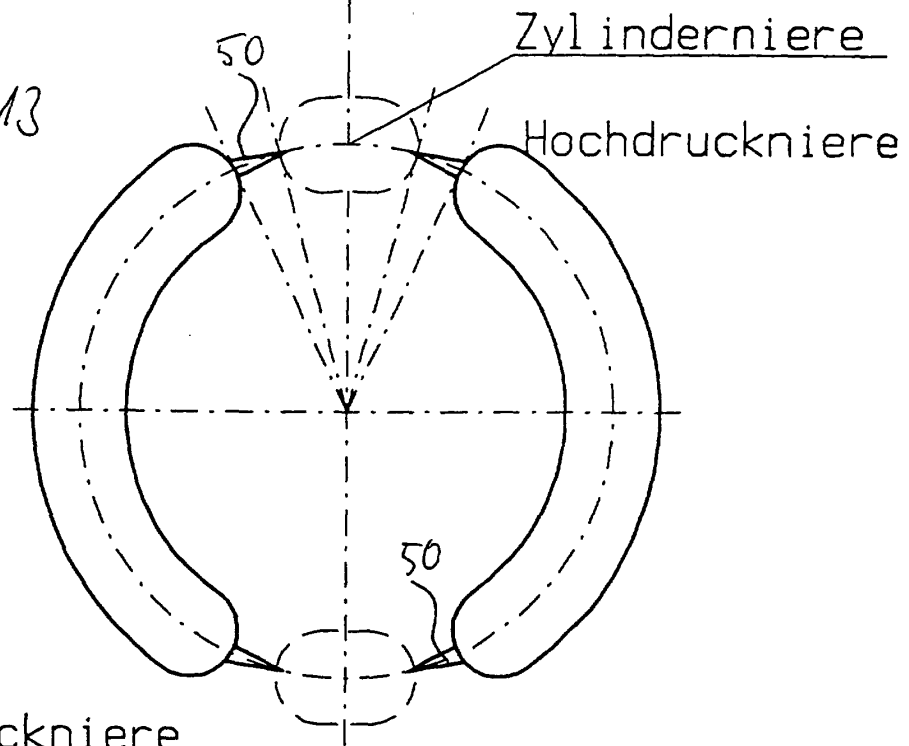
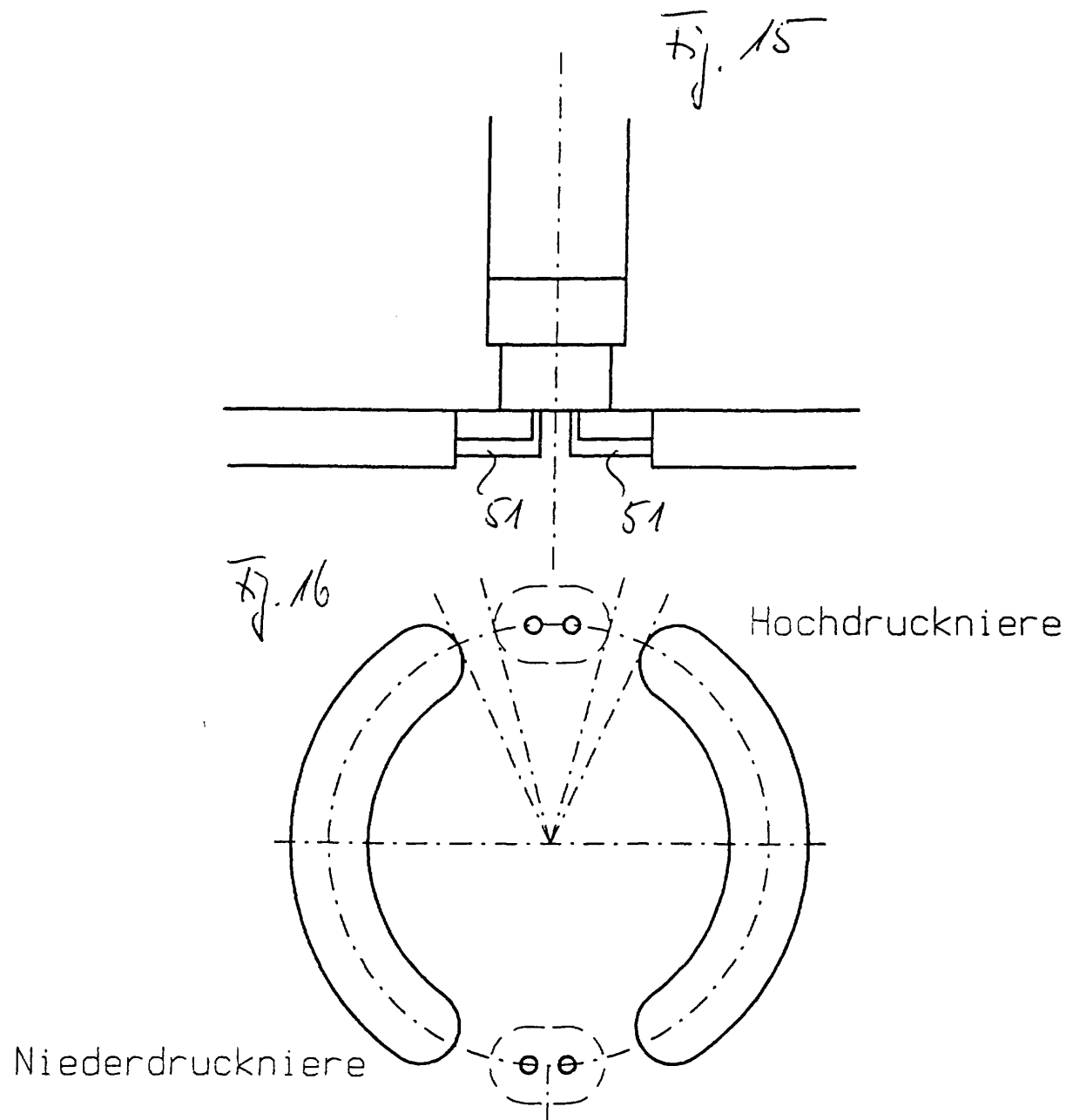


Fig. 13



Niederdrucknieren

Kerbenumsteuerung



Bohrungsumsteuerung