



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 008 749 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**14.06.2000 Patentblatt 2000/24**

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

(21) Anmeldenummer: **99124140.7**

(22) Anmeldetag: **02.12.1999**

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

(30) Priorität: **10.12.1998 DE 19857082**

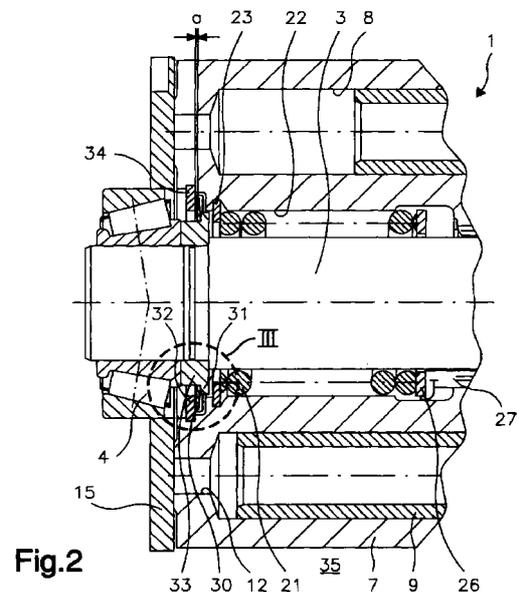
(71) Anmelder:  
**BRUENINGHAUS HYDROMATIK GMBH  
89275 Elchingen (DE)**

(72) Erfinder: **Brockerhoff, Rolf  
72178 Waldachtal (DE)**

(74) Vertreter:  
**Körfer, Thomas, Dipl.-Phys. et al  
Mitscherlich & Partner,  
Patent- und Rechtsanwälte,  
Sonnenstrasse 33  
80331 München (DE)**

(54) **Axialkolbenmaschine**

(57) Eine Axialkolbenmaschine (1) weist eine drehbar gelagerte Welle (3) und eine an der Welle (3) angeordnete Zylindertrommel (7) auf. In der Zylindertrommel (7) sind Kolben (9) in Zylindern (8) verschiebbar, die sich über Gleitschuhe an einer Schrägscheibe abstützen. Ferner sind eine an den Gleitschuhen (10) angreifende Rückzugeinrichtung und ein Steuerkörper (15) zum zyklischen Verbinden der Zylinder (8) mit Druckleitungen vorgesehen. Eine erste Feder (21) ist zwischen der Zylindertrommel (7) und der Rückzugeinrichtung eingespannt, um gleichzeitig die Zylindertrommel (7) gegen den Steuerkörper (15) und die Gleitschuhe gegen die Schrägscheibe vorzuspannen. Zusätzlich ist eine auf die Zylindertrommel (7) einwirkende zweite Feder (30) mit einer progressiven Kennlinie derart vorgesehen, daß die von der zweiten Feder (30) auf die Zylindertrommel (7) in Richtung auf den Steuerkörper (15) ausgeübte Federkraft mit dem Federweg, in die zweite Feder (30) bei einer Verschiebung der Zylindertrommel (7) gegen den Steuerkörper (15) erfährt, überproportional zunimmt.



**EP 1 008 749 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Verbesserung an einer Axialkolbenmaschine entweder in Schrägscheibenbauweise oder in Schrägachsenbauweise zur Verbesserung der Anlage der Zylindertrommel an dem Steuerkörper.

**[0002]** Eine Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist beispielsweise aus der DE 196 45 580 C1 bekannt. Bei der aus dieser Druckschrift hervorgehenden Axialkolbenmaschine ist eine in der Zylindertrommel zentrisch angeordnete Spiralfeder vorgesehen, die sich über einen in die Zylindertrommel eingesetzten Ring an der Zylindertrommel abstützt und über mehrere Stifte auf eine Rückzugkugel einwirkt. Die Rückzugkugel übt über eine Rückzugplatte eine Niederhaltekraft auf die Gleitschuhe aus, über welche sich die Kolben an der Schrägscheibe abstützen. Die Spiralfeder hat daher zwei Funktionen: Zum einen werden die Gleitschuhe an der Schrägscheibe niedergehalten und zum anderen wird die Zylindertrommel an der gegenüberliegenden Seite an einem Steuerkörper in Anlage gehalten.

**[0003]** Insbesondere bei hohen Drehzahlen und niedrigem Betriebsdrücken der Axialkolbenmaschine tritt jedoch das Problem auf, daß die von der Spiralfeder ausgeübte Andrückkraft zum Andrücken des Zylinders gegen den Steuerkörper nicht ausreicht. Dieses Problem kann nicht allein durch eine Erhöhung der Federkonstante der Spiralfeder behoben werden, da dies gleichzeitig zu einer höheren Krafterleitung in die Rückzugkugel und die Rückzugplatte führen würde. Dem sind jedoch durch die zulässige Flächenpressung zwischen den Stiften und der Rückzugkugel, zwischen der Rückzugkugel und der Rückzugplatte, zwischen der Rückzugplatte und den Gleitschuhen sowie zwischen den Gleitschuhen und der Schrägscheibe Grenzen gesetzt. Die maximal zulässige Gleitschuhniederhaltekraft ist deshalb begrenzt.

**[0004]** Federandrücksysteme zum Andrücken der Gleitschuhe gegen die Schrägscheibe einerseits und der Zylindertrommel gegen den Steuerkörper andererseits mit mehreren Federn sind aus der DE-OS 21 30 514 und der DE-OS 19 45 434 zwar grundsätzlich bekannt, jedoch zur Lösung des vorstehend genannten Problems nicht geeignet.

**[0005]** In der DE-OS 19 45 434 wird vorgeschlagen, die Krafterleitung für die Gleitschuhniederhaltung von der Krafterleitung für die Andrückung der Zylindertrommel vollständig zu trennen. Dazu sind in einem zentrischen Federaufnahmeraum der Zylindertrommel zwei getrennte Federsysteme eingebaut. Eine erste Feder stützt sich an einem Lager ab und leitet die Gleitschuhniederhaltekraft über ein komplexes System aus Hülsen, Ringen und Stiften in die Rückzugkugel und somit in die Rückzugplatte ein. Eine davon getrennte zweite Feder leitet ebenfalls über ein komplexes System aus Hülsen und Ringen eine Andrückkraft in die Zylinder-

trommel ein. Zwar können die Federkonstanten für die beiden Federn unterschiedlich gewählt werden, jedoch ist dieses System baulich sehr aufwendig. Da sowohl für die Gleitschuhniederhaltung als auch die Andrückung der Zylindertrommel nur jeweils eine einzige Spiralfeder verwendet wird, werden die Andrückkräfte durch eine lineare Federkennlinie erzeugt. Dies ist jedoch für die Andrückung der Zylindertrommel nicht befriedigend, da bei einem Abheben der Zylindertrommel von dem Steuerkörper die entgegenwirkende Kraft mit zunehmender Abhebung nur linear anwächst und dadurch der Abhebung der Zylindertrommel nicht ausreichend entgegengewirkt werden kann. Da ein Endanschlag für das Abheben der Zylindertrommel nicht vorgesehen ist, ist dem Abheben der Zylindertrommel im Prinzip keine Grenze gesetzt.

**[0006]** In der DE-OS 21 30 514 wird vorgeschlagen, neben der üblichen, zwischen der Zylindertrommel und den mit der Rückzugkugel verbundenen Stiften eingespannten ersten Feder eine sich an einem Lager abstützende zweite Feder vorzusehen, die die auf die Rückzugkugel und somit auf die Gleitschuhe ausgeübte Niederhaltekraft erhöht, ohne die Andrückkraft der Zylindertrommel gegen den Steuerkörper zu beeinflussen. Dadurch entsteht ein Niederhaltesystem, bei welchem die auf die Zylindertrommel gegen den Steuerkörper ausgeübte Andrückkraft noch geringer ist, als die ohnehin schon begrenzte Andrückkraft der Gleitschuhe. Da die Federkennlinien der verwendeten Federn linear sind, wächst die auf die Zylindertrommel ausgeübte Andrückkraft auch hier nur linear mit dem Abhebeweg.

**[0007]** Eine Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist beispielsweise aus der DE 196 53 165 C1 bekannt. Bei Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise ist es üblich die Zylindertrommel durch eine Spiralfeder anzudrücken, die in einem in die Zylindertrommel eingesetzten Mittelzapfen integriert ist. Hierbei tritt grundsätzlich ebenfalls das vorstehend beschriebene Problem auf, nämlich daß die auf die Zylindertrommel ausgeübte Andrückkraft nur linear mit dem Abhebeweg der Zylindertrommel von dem Steuerkörper anwächst, was sich in der Praxis als ungenügend erwiesen hat. Ferner ist kein Anschlag vorgesehen, der den Abhebeweg der Zylindertrommel begrenzt.

**[0008]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Axialkolbenmaschine zu schaffen bei welcher die Andrückung der Zylindertrommel gegen den Steuerkörper verbessert ist.

**[0009]** Die Aufgabe wird bei einer Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 und bei einer Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 6 jeweils in Verbindung mit den gattungsbildenden Merkmalen gelöst.

**[0010]** Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde,

auf die Zylindertrommel neben der bislang üblichen ersten Feder eine zweite Feder mit einer progressiven Federkennlinie einwirken zu lassen, so daß die auf die Zylindertrommel in Richtung auf den Steuerkörper ausgeübte Federkraft mit der Verschiebung der Zylindertrommel gegen den Steuerkörper überproportional zunimmt. Beim Auftreten von Druckspitzen wird bei der erfindungsgemäßen Ausbildung ein nur geringfügiges Abheben der Zylindertrommel von dem Steuerkörper, das aufgrund des sich einstellenden Leckspalts zu einem Abbau der Druckspitzen führt, in geringem Umfang toleriert. Hebt die Zylindertrommel jedoch weiter von dem Steuerkörper ab, so daß bei dem Zurückprallen der Zylindertrommel auf den Steuerkörper die Gefahr einer Schädigung der Kontaktfläche zwischen der Zylindertrommel und dem Steuerkörper besteht, erhöht sich jedoch überproportional die auf die Zylindertrommel ausgeübte Gegenkraft, so daß einem weiteren Abheben der Zylindertrommel von dem Steuerkörper entgegengewirkt wird. Da diese zweite Feder nur die Andrückung der Zylindertrommel gegen den Steuerkörper, nicht jedoch die Andrückung der Gleitschuhe gegen die Schrägscheibe, beeinflusst, wird die zulässige Flächenpressung an den der Gleitschuhniederhaltung dienenden Bauteilen, insbesondere an der Rückzugkugel, der Rückzugplatte und den Gleitschuhen, nicht überschritten.

**[0011]** Die Ansprüche 2 bis 5 und 7 bis 12 betreffen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

**[0012]** Entsprechend den Ansprüchen 2 und 7 kann es sich bei der zweiten Feder um eine Tellerfeder handeln, die entsprechend Anspruch 3 und 8 in ihrer flachgedrückten Blockstellung einen Anschlag zur Begrenzung der axialen Verschiebung der Zylindertrommel gegenüber dem Steuerkörper bilden kann. Die Tellerfeder kann entsprechend Anspruch 4 bei einer Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise zwischen einem Vorsprung der Welle und einem Vorsprung der Zylindertrommel eingespannt sein. Bei einer Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise kann die zweite Feder entsprechend Anspruch 9 zwischen der Stirnfläche des Mittelzapfens und dem Boden einer Zentralbohrung der Zylindertrommel bzw. einem in die Zentralbohrung eingesetzten Bodenkörper integriert sein.

**[0013]** Wenn die Blockstellung der Tellerfeder für den Anschlag der Zylindertrommel nicht ausreicht, kann ein zusätzlicher Anschlag bei einer Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise entsprechend Anspruch 5 dadurch geschaffen werden, daß der Vorsprung der Welle mit dem Vorsprung der Zylindertrommel radial überlappt und so einen Festanschlag bildet. In ähnlicher Weise kann bei einer Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise entsprechend Anspruch 10 der Festanschlag zwischen dem Mittelzapfen und dem Boden bzw. dem Bodenkörper der Zentralbohrung gebildet sein.

**[0014]** Entsprechend Anspruch 11 kann sich die im

wesentlichen lineare Federkennlinie der ersten Feder mit der progressiven Federkennlinie der zweiten Feder zu einer resultierenden Federkennlinie überlagern, die im Bereich einer geringen Verschiebung der Zylindertrommel gegenüber dem Steuerkörper eine im wesentlichen lineare Charakteristik und im Bereich einer größeren Verschiebung der Zylindertrommel gegenüber dem Steuerkörper eine progressive Charakteristik hat. Einem nur geringfügigen Abheben der Zylindertrommel von dem Steuerkörper wird dabei mit einer vergleichsweise geringeren und linear wachsenden Gegenkraft begegnet, während einem nicht mehr tolerierbaren größeren Abheben der Zylindertrommel von dem Steuerkörper eine überproportional an steigende Gegenkraft entgegengesetzt wird. Die resultierende Federkennlinie hat vorzugsweise eine Asymptote an einer vorgegebenen maximalen Verschiebung der Zylindertrommel entsprechend Anspruch 12 aufweisen. Diese Asymptote ergibt sich bei Verwendung einer Tellerfeder bei Annähern an die flachgedrückte Blockstellung.

**[0015]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch eine Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise gemäß dem Stand der Technik;

Fig. 2 eine auszugsweise Schnittdarstellung einer erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine;

Fig. 3 eine vergrößerte Darstellung im Bereich III in Fig. 2 entsprechend einem gegenüber Fig. 2 etwas abgewandelten Ausführungsbeispiel;

Fig. 4 einen Schnitt durch eine Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise gemäß dem Stand der Technik;

Fig. 5 einen Ausschnitt aus Fig. 4 im Bereich X mit der erfindungsgemäßen Ausgestaltung; und

Fig. 6 ein Diagramm zur Erläuterung der erfindungsgemäßen Federkennlinie.

**[0016]** Fig. 1 zeigt einen axialen Schnitt durch eine in Schrägscheibenbauweise ausgebildete Axialkolbenmaschine 1 gemäß dem Stand der Technik. Zum besseren Verständnis der erfindungsgemäßen Weiterbildung werden nachfolgend die wesentlichen Elemente dieser bekannten Axialkolbenmaschine 1 kurz beschrieben.

**[0017]** In einem Gehäuse 2 ist eine Welle 3 an zwei Wälzlagern 4 und 5 drehbar gelagert. Über eine Keil/Nut-Verbindung 6 ist eine Zylindertrommel 7 mit der Welle 3 drehtest aber axial verschiebbar verbunden. In der Zylindertrommel 7 sind mehrere als Zylinderbohrungen ausgebildete Zylinder 8 vorgesehen, in welchen

Kolben 9 axial verschiebbar sind. Die Kolben 9 stützen sich über Gleitschuhe 10 an einer Schrägscheibe 11 ab. Die Zylinder 8 sind über Verbindungsöffnungen 12 mit Steueröffnungen 13 und 14 eines im Ausführungsbeispiel scheibenförmig ausgebildeten Steuerkörpers 15 verbunden. Der Steuerkörper 15 dient mit seinen Steueröffnungen 13 und 14 zum zyklischen Verbinden der Zylinder 8 mit nicht dargestellten Druckleitungen und ist über einen Zapfen 16 an einem mit dem Gehäuse 2 verbundenen Anschlußblock 17 verdrehungsgesichert. Die Welle 3 ist gegenüber dem Gehäuse 2 über eine Dichtung 18 abgedichtet.

**[0018]** Um bei dem Saughub der Kolben 9 die Gleitschuhe 10 in Anlage an der Schrägscheibe 11 zu halten, sind die Gleitschuhe 10 von einer Rückzugplatte 19 umfaßt, die sich an einer Rückzugkugel 20 abstützt. Eine als Spiralfeder ausgebildete erste (beim Stand der Technik einzige) Feder 21 ist in einem zentrischen Hohlraum 22 zwischen der Welle 3 und der Zylindertrommel 7 angeordnet und zwischen der Zylindertrommel 7 einerseits und der aus der Rückzugplatte 19 und der Rückzugkugel 20 bestehenden Rückzugeinrichtung 19, 21 andererseits eingespannt. Dazu ist in die Zylindertrommel 7 ein Seegerring 23 eingesetzt, an welchem sich ein erstes Ende 24 der ersten Feder 21 abstützt. Ein zweites Ende 25 der ersten Feder 21 stützt sich über einen Ring 26 an mehreren umfänglich verteilt angeordneten Stiften 27 ab, die an der Rückzugkugel 20 anliegen.

**[0019]** Durch die erste Feder 21 wird einerseits eine Anlagekraft über den Ring 26, die Stifte 27, die Rückzugkugel 20 und die Rückzugplatte 19 auf die Gleitschuhe 10 ausgeübt, so daß die Gleitschuhe 10 an der Schrägscheibe 11 in Anlage gehalten werden. Andererseits wird auf die Zylindertrommel 7 eine in entgegengesetzter Richtung gerichtete Gegenkraft ausgeübt, die die Zylindertrommel 7 an dem Steuerkörper 15 in Anlage hält.

**[0020]** Wie bereits beschrieben, ist bei dieser Konfiguration nachteilig, daß die Anlagekraft, mit welcher die Zylindertrommel 7 an dem Steuerkörper 15 in Anlage gehalten wird, von der Anlagekraft unmittelbar abhängig ist, mit welcher die Gleitschuhe 10 an der Schrägscheibe 11 in Anlage gehalten werden. Bedingt durch die maximal zulässige Flächenpressung zwischen den Bauteilen Ring 26, Stifte 27, Rückzugkugel 20, Rückzugplatte 19 und Gleitschuhe 10 ist die maximal auf diese Bauteile ausübende Kraft begrenzt. Dadurch ergibt sich eine Begrenzung der Andrückkraft, mit welcher die Zylindertrommel 7 an dem Steuerkörper 15 in Anlage gehalten wird. Diese Andrückkraft ist für viele Anwendungen ungenügend.

**[0021]** Ferner ist nachteilig, daß aufgrund der linearen Federkennlinie der einzigen, als Spiralfeder ausgebildeten Feder 21 die auf die Zylindertrommel 7 ausgeübte Anpreßkraft linear von der axialen Verschiebung der Zylindertrommel 7 gegen den Steuerkörper 15 abhängt. Dies ist nachteilig, da in der Praxis zwar

geringfügige Abhebungen der Zylindertrommel 7 von dem Steuerkörper 15 zum Ausgleich von Druckspitzen toleriert werden können, jedoch größere Abhebungen, die zu einer Schädigung der Zylindertrommel 7 oder des Steuerkörpers 15 führen können, verhindert werden müssen. Dies ist jedoch mit einer linearen Federkennlinie nur begrenzt möglich.

**[0022]** Weiterhin ist nachteilig, daß die maximal mögliche Verschiebung der Zylindertrommel 7 gegenüber dem Steuerkörper 15 in keinsten Weise begrenzt ist.

**[0023]** Fig. 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen weitergebildeten Axialkolbenmaschine als auszugsweise Schnittdarstellung im Bereich des Steuerkörpers 15. Bereits beschriebene Elemente sind mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen, so daß sich insoweit eine wiederholende Beschreibung erübrigt.

**[0024]** Die erfindungsgemäße Besonderheit liegt darin, daß neben der bereits beschriebenen ersten Feder 21 eine auf die Zylindertrommel 7 zusätzlich einwirkende zweite Feder 30 vorgesehen ist, die zwischen einem Vorsprung 31 der Welle 3 und einem Vorsprung 32 der Zylindertrommel 7 eingespannt ist. Im Ausführungsbeispiel ist der Vorsprung 31 der Welle 3 an einem auf die Welle 3 aufgesetzten, im Ausführungsbeispiel stufenförmig ausgebildeten Ring 33 ausgebildet. Dagegen ist der Vorsprung 32 der Zylindertrommel 7 durch einen in eine Nut der Zylindertrommel 7 eingesetzten Seegerring 34 gebildet. Die zweite Feder 30 ist im Ausführungsbeispiel als ringförmige Tellerfeder ausgebildet, die in Richtung auf den Steuerkörper 15 konkav gekrümmt ist. Die als Tellerfeder ausgebildete zweite Feder 30 erlaubt bis zu ihrer flachgedrückten Blockstellung ausgehend von der in Fig. 2 dargestellten Grundstellung eine maximale axiale Verschiebung der Zylindertrommel 7 gegenüber dem Steuerkörper 15, die in Fig. 2 mit a gekennzeichnet ist.

**[0025]** Wesentlich ist, daß die zweite Feder 30 eine progressive Federkennlinie derart hat, daß die von der zweiten Feder 30 auf die Zylindertrommel 7 in Richtung auf den Steuerkörper 15 ausgeübte Federkraft mit dem Federweg, die die zweite Feder 30 bei einer Verschiebung der Zylindertrommel 7 gegen den Steuerkörper 15 erfährt, überproportional zunimmt. Dadurch wird gewährleistet, daß bei einem nur geringen Abheben der Zylindertrommel 7 von dem Steuerkörper 15 auf die Zylindertrommel 7 zunächst eine noch vergleichsweise geringe Rückstellkraft ausgeübt wird. Dabei wird ein sich ausbildender sehr schmaler Leckspalt zwischen der Zylindertrommel 7 und dem Steuerkörper 15 toleriert, so daß sich in den Zylindern 8 aufbauende Druckspitzen über diesen Leckspalt zu dem die Zylindertrommel 7 umgebenden Leckraum 35 entweichen können. Dies führt zu einem raschen Abbau der unerwünschten Druckspitzen. Durch die überproportionale Federkennlinie der als Tellerfeder ausgebildeten zweiten Feder 30 wird einer weiter zunehmenden axia-

len Verschiebung des Zylinderblocks 7 jedoch mit einer überproportional zunehmenden Rückstellkraft entgegengewirkt. Große Verschiebungen der Zylindertrommel 7 gegenüber dem Steuerkörper 15 sind zu verhindern, da bei einem Zurückprallen der Zylindertrommel 7 auf den Steuerkörper 15 die Oberfläche des Steuerkörpers 15 oder die Oberfläche der Zylindertrommel 7 geschädigt werden können. Ferner entstehen zu hohe Leckageverluste die zu einer Druckerhöhung in dem Leckraum 35 führen und die sichere Anlage der Gleitschuhe 10 an der Schrägscheibe 11 gefährden können.

**[0026]** Die progressive Federkennlinie der zweiten Feder 30 entsteht durch die stetige Verkürzung des Hebelarms bei der Krafteinleitung in die als Tellerfeder ausgebildete zweite Feder 30 infolge der Abwälzung der Tellerfeder auf dem Ring 33 und dem Seegerring 34. Wenn sich die Verformung der als Tellerfeder ausgebildeten zweiten Feder 30 ihrer flachgedrückten Blockstellung annähert, so nimmt die von der zweiten Feder 30 ausgeübte Kraft drastisch zu, so daß die flachgedrückte Blockstellung praktisch nicht überwindbar ist. Dadurch bildet die zweite Feder 30 einen effektiven Endanschlag, der die maximale axiale Verschiebung a der Zylindertrommel 7 begrenzt.

**[0027]** Fig. 3 zeigt zum besseren Verständnis der Erfindung einen Ausschnitt im Bereich III in Fig. 2 in einer vergrößerten Darstellung, wobei auch hier bereits beschriebene Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen bezeichnet sind.

**[0028]** Ein Unterschied zu dem anhand von Fig. 2 bereits beschriebenen Ausführungsbeispiel besteht insofern, als sich der an der Zylindertrommel 7 ausgebildete Vorsprung 32 und der an der Welle 3 ausgebildete Vorsprung 31 bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 3 radial überlappen. Dadurch bilden die Vorsprünge 31 und 32 unter Zwischenlage der flachgedrückten Feder 30 einen zusätzlichen Festanschlag, wenn der sich durch die flachgedrückte Blockstellung der als Tellerfeder ausgebildeten zweiten Feder 30 ergebende Endanschlag zur Begrenzung der maximalen axialen Verschiebung a der Zylindertrommel 7 allein nicht ausreichen sollte.

**[0029]** Durch die zusätzliche zweite Feder 30 kann die von der ersten Feder 21 ausgeübte Gleitschuhniederhalte kraft auf das zur Niederhaltung der Gleitschuhe 10 erforderliche Maß reduziert werden. Dadurch können insbesondere die Stifte 27 mit geringem Durchmesser ausgelegt werden und der Hals des Zylinderblocks 7 kann in diesem Bereich verstärkt werden.

**[0030]** Die Fig. 4 und 5 verdeutlichen die erfindungsgemäße Weiterbildung bei einer Axialkolbenmaschine 1 in Schrägachsenbauweisen. Dazu ist in Fig. 4 zunächst eine Axialkolbenmaschine 1 gemäß dem Stand der Technik in Schrägachsenbauweise dargestellt, während anhand von Fig. 5, die einen Ausschnitt im Bereich X in Fig. 4 darstellt, die erfindungsgemäße Modifikation beschrieben wird. In den Fig. 4 und 5 sind

Bauteile, die mit Bauteilen der Fig. 1 bis 3 vergleichbar sind, mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen, um die Zuordnung zu erleichtern.

**[0031]** Bei der in Fig. 4 dargestellten Axialkolbenmaschine 1 in Schrägachsenbauweise ist eine Welle 3 in einem Gehäuse 2 in Wälzlager 4 und 5 drehbar gelagert und mittels einer Abdichtung 18 abgedichtet. Die Welle 3 weist einen Triebwellenflansch 40 auf, mit welcher ein in eine Zylindertrommel 7 zentrisch eingesetzter Mittelzapfen 42 über ein Kugelgelenk 41 schwenkbar verbunden ist. In der Zylindertrommel 7 sind mehrere Zylinder 8 bildende Zylinderbohrungen ausgebildet, in welchen Kolben 9 axial verschiebbar sind. Die Kolben 9 sind an Kugelgelenken 43 an dem Triebwellenflansch 40 angelenkt.

**[0032]** Das Gehäuse 2 wird von einem Anschlußblock 17 abgeschlossen, in welchem sich die Anschlüsse für die nicht dargestellten Druckleitungen befinden. Zwischen der Zylindertrommel 7 und dem Anschlußblock 17 befindet sich ein linsenförmig ausgebildeter Steuerkörper 15, in welchem Steueröffnungen 44 zyklischen zum Verbinden der Druckleitungen über Verbindungsöffnungen 12 mit den Zylindern 8 vorgesehen sind. Der Steuerkörper 15 ist mittels eines Bolzens 45 an dem Anschlußblock 17 arretiert. Durch den Bolzen 45, die Zylindertrommel 7 und dem Mittelzapfen 42 verläuft ein Schmierkanal zur hydrostatischen Entlastung und Schmierung sowohl des Kugelgelenks 41 als auch der Wälzlager 4 und 5 über eine Schmierbohrung 46.

**[0033]** In einer Bohrung 47 des Mittelzapfens 42 befindet sich eine als Spiralfeder ausgebildete erste (beim Stand der Technik einzige) Feder 21, die die Zylindertrommel 7 gegen den Steuerkörper 15 vorspannt.

**[0034]** Auch bei dieser Axialkolbenmaschine 1 in Schrägachsenbauweise besteht grundsätzlich das anhand der Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise, die in Fig. 1 dargestellt ist, bereits beschriebene Problem, daß die durch die erste Feder 21 bei einer Verschiebung des Zylinderblocks 7 gegenüber dem Steuerkörper 15 hervorgerufene Rückstellkraft linear von dem Verschiebungsweg der Zylindertrommel 7 abhängig ist. Wie bereits beschrieben ist dies ungünstig, da einem zu großen Abheben der Zylindertrommel 7 nicht ausreichend entgegengewirkt wird.

**[0035]** Fig. 5 zeigt den Bereich X in Fig. 4 vergrößert unter gleichzeitiger Darstellung der erfindungsgemäßen Besonderheit. Bereits beschriebene Elemente sind mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen.

**[0036]** Die erfindungsgemäße Weiterbildung besteht in einer auf die Zylindertrommel 7 zusätzlich einwirkenden, zweiten Feder 30 mit einer progressiven Federkennlinie derart, daß die von der zweiten Feder 30 auf die Zylindertrommel 7 in Richtung auf den Steuerkörper 15 ausgeübte Federkraft mit dem Federweg, den die zweite Feder 30 bei einer Verschiebung der Zylinder-

der Trommel 7 entgegen den Steuerkörper 15 erfährt, überproportional zunimmt. Auch bei dem in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die zweite Feder 30 als Tellerfeder ausgebildet. Die Tellerfeder ist zwischen einer Stirnfläche 50 des Mittelzapfens 42 und einem Bodenkörper 52, der in eine den Mittelzapfen 42 aufnehmende Zentralbohrung 51 eingesetzt ist, eingespannt. Selbstverständlich kann die zweite Feder 30 auch unmittelbar zwischen dem Mittelzapfen 42 und dem Boden 53 der Zentralbohrung 51 eingespannt sein. Im dargestellten Ausführungsbeispiel hat der Bodenkörper 52 eine zentrale Durchlaßöffnung 54 für den Schmierkanal und eine Stufe 55, in welche ein Federteller 56 eingesetzt ist, an welchem sich die erste Feder 21 abstützt. Der Federteller 56 hat ebenfalls eine Zentralbohrung 57 für den Schmierkanal.

**[0037]** Die erfindungsgemäße Konfiguration entsprechend dem in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel erlaubt nur eine maximale Verschiebung  $a$  der Zylindertrommel 7 bis die Stufenfläche 58 des Bodenkörpers 52 unter Zwischenlage der zweiten Feder 30 oder die Stirnfläche 59 direkt an der Stirnfläche 50 des Mittelzapfens 42 anschlägt.

**[0038]** Auch hier ergeben sich die bereits diskutierten erfindungsgemäßen Vorteile, nämlich daß einer Verschiebung der Zylindertrommel 7 gegen den Steuerkörper 15 eine überproportional anwachsende Rückstellkraft entgegenwirkt, die ein übermäßiges Abheben der Zylindertrommel 7 von dem Steuerkörper 15 verhindert. Dadurch wird einer Schädigung der Zylindertrommel oder des Steuerkörpers 15 entgegengewirkt. Ferner werden übermäßige Leckageverluste durch einen übermäßig großen Leckspalt zwischen der Zylindertrommel 7 und dem Steuerkörper 15 vermieden.

**[0039]** Fig. 6 veranschaulicht zum besseren Verständnis der Erfindung in einem Diagramm die durch die Überlagerung der Federkennlinie der ersten Feder 21 mit der Federkennlinie der zweiten Feder 30 resultierende Federkennlinie. Wie bereits ausgeführt ist die Federkennlinie der ersten Feder 21 zumindest annähernd linear, während die Federkennlinie der zweiten Feder 30 progressiv ist. In dem Bereich 60 bis zum Erreichen der Verschiebung  $x_1$  dominiert die lineare Charakteristik der ersten Feder 21, so daß die von den Federn 21 und 30 resultierend auf die Zylindertrommel 7 ausgeübte Federkraft  $F$  im wesentlichen linear mit der Verschiebung  $x$  der Zylindertrommel 7 anwächst. Im Bereich 61 hingegen dominiert die progressive Charakteristik der zweiten Feder 30 und die von den Federn 21 und 30 resultierend auf die Zylindertrommel 7 übertragene Federkraft  $F$  wächst mit zunehmender Verschiebung  $x$  überproportional an. Dabei hat die resultierende Kraft  $F$  beim Annähern an die Verschiebung  $x_2$ , an welcher die zweite Feder 30 in ihrem flachgedrückten Blockzustand vorliegt, eine Asymptote, so daß die zweite Feder 30 gleichzeitig eine Anschlagsfunktion hat, da der flachgedrückte Blockzustand der zweiten Feder 30 nur schwer überschritten werden kann.

**[0040]** Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Beispielsweise kann die zweite Feder 30 nicht nur aus einer Tellerfeder sondern aus mehreren gestapelt angeordneten Tellerfedern gebildet werden. Auch die erste Feder 21 kann durch eine oder mehrere Tellerfedern ersetzt werden, die dann jedoch in ihrem linearen Bereich betrieben werden.

## 10 Patentansprüche

1. Axialkolbenmaschine (1) in Schrägscheibenbauweise mit einer drehbar gelagerten Welle (3),

einer an der Welle (3) angeordneten Zylindertrommel (7), in welcher Kolben (9) in Zylindern (8) verschiebbar sind, die sich über Gleitschuhe (10) an einer Schrägscheibe (11) abstützen,

einer an den Gleitschuhen (10) angreifenden Rückzugeinrichtung (19, 20), einem Steuerkörper (15) zum zyklischen Verbinden der Zylinder (8) mit Druckleitungen, und einer zwischen der Zylindertrommel (7) und der Rückzugeinrichtung (19, 20) eingespannten ersten Feder (21), um gleichzeitig die Zylindertrommel (7) gegen den Steuerkörper (15) und die Gleitschuhe (10) gegen die Schrägscheibe (11) vorzuspannen,

**gekennzeichnet durch,**

eine auf die Zylindertrommel (7) zusätzlich einwirkende zweite Feder (30) mit einer progressiven Federkennlinie derart, daß die von der zweiten Feder (30) auf die Zylindertrommel (7) in Richtung auf den Steuerkörper (15) ausgeübte Federkraft mit dem Federweg, den die zweite Feder (30) bei einer Verschiebung der Zylindertrommel (7) entgegen den Steuerkörper (15) erfährt, überproportional zunimmt.

2. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

daß es sich bei der zweiten Feder (30) um eine Tellerfeder handelt.

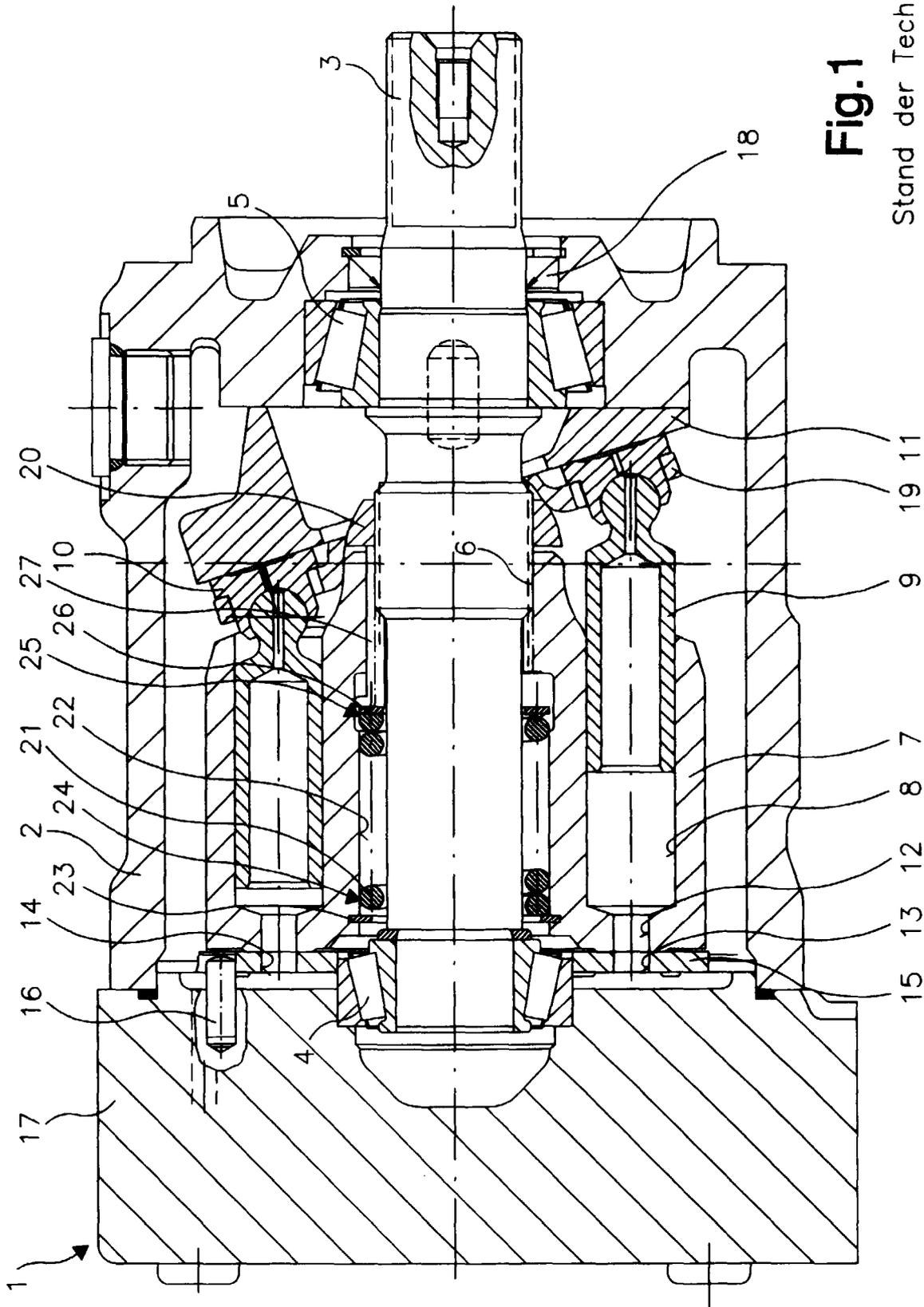
3. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,**

daß die Tellerfeder in ihrer flachgedrückten Blockstellung einen Anschlag für die axiale Verschiebung der Zylindertrommel (7) gegenüber dem Steuerkörper (15) bildet.

4. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet,**

daß die als Tellerfeder ausgebildete zweite

- Feder (30) zwischen einem Vorsprung (32) der Welle (3) und einem Vorsprung (31) der Zylindertrommel (7) eingespannt ist.
5. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, 5
- daß die Vorsprünge (31, 32) radial überlappen und unter Zwischenlage der flachgedrückten Tellerfeder einen Anschlag für die axiale Verschiebung der Zylindertrommel (7) gegenüber dem Steuerkörper (15) bilden. 10
6. Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise mit 15
- einer drehbar gelagerten Welle (3), einem an der Welle (3) vorgesehenen Triebwellenflansch (40), einer Zylindertrommel (7), in welcher Kolben (9) in Zylindern (8) verschiebbar sind, die an dem Triebwellenflansch (40) angelenkt sind, und die einen Mittelzapfen (42) aufweist, der in dem Triebwellenflansch (40) ebenfalls angelenkt ist, 20
- einem Steuerkörper (15) zum zyklischen Verbinden der Zylinder (8) mit Druckleitungen, und einer zwischen der Zylindertrommel (7) und dem Mittelzapfen (42) eingespannten ersten Feder (21), um die Zylindertrommel (7) gegen den Steuerkörper (15) vorzuspannen, 25
- gekennzeichnet durch**, 30
- eine auf die Zylindertrommel (7) zusätzlich einwirkende zweite Feder (30) mit einer progressiven Federkennlinie derart, daß die von der zweiten Feder (30) auf die Zylindertrommel (7) in Richtung auf den Steuerkörper (15) ausgeübte Federkraft mit dem Federweg, den die zweite Feder (30) bei einer Verschiebung der Zylindertrommel (7) entgegen den Steuerkörper (15) erfährt, überproportional zunimmt. 35 40
7. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**,
- daß es sich bei der zweiten Feder (30) um eine Tellerfeder handelt. 45
8. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, 50
- daß die Tellerfeder in ihrer flachgedrückten Blockstellung einen Anschlag für die axiale Verschiebung der Zylindertrommel (7) gegenüber dem Steuerkörper (15) bildet. 55
9. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**,
- daß die als Tellerfeder ausgebildete zweite Feder (30) zwischen einer Stirnfläche (50) des Mittelzapfens (42) und dem Boden (53) einer Zentralbohrung (51) der Zylindertrommel (7) oder einem in die Zentralbohrung (51) eingesetzten Bodenkörper (52) eingespannt ist.
10. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**,
- daß der Mittelzapfen (42) mit dem Boden (53) der Zentralbohrung (51) bzw. dem Bodenkörper (52) einen Anschlag für die axiale Verschiebung der Zylindertrommel (7) gegenüber dem Steuerkörper (15) bildet.
11. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**,
- daß die erste Feder (21) eine im wesentlichen lineare Federkennlinie aufweist und die Überlagerung der Federkennlinie der ersten Feder (21) mit der Federkennlinie der zweiten Feder (30) eine resultierende Federkennlinie ergibt, die im Bereich (60) einer geringen Verschiebung (x) der Zylindertrommel (7) gegenüber dem Steuerkörper (15) eine im wesentlichen lineare Charakteristik und im Bereich (61) einer größeren Verschiebung (x) der Zylindertrommel (7) gegenüber dem Steuerkörper (15) eine progressive Charakteristik aufweist.
12. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**,
- daß die resultierende Federkennlinie eine Asymptote an einer vorgegebenen maximalen Verschiebung ( $x_2$ ) der Zylindertrommel (7) gegenüber dem Steuerkörper (15) aufweist.



**Fig.1**

Stand der Technik

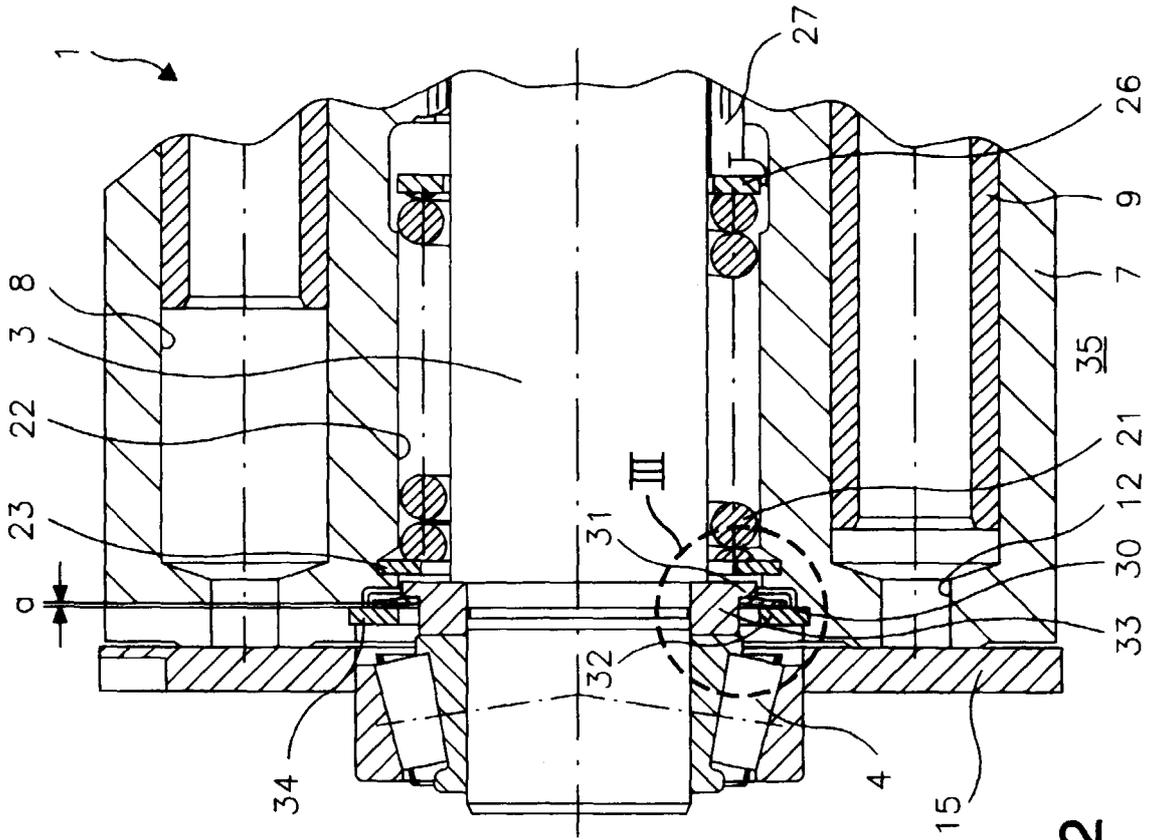


Fig.2

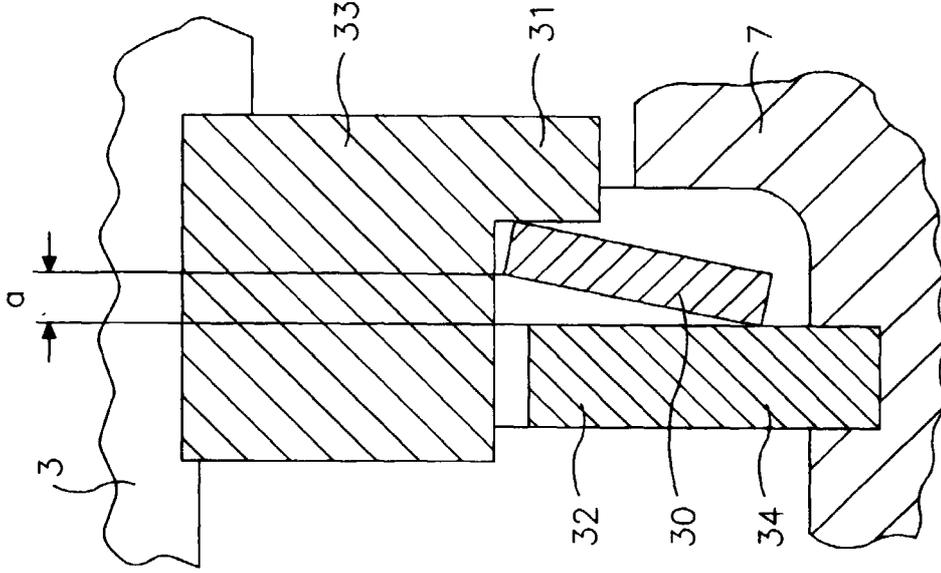
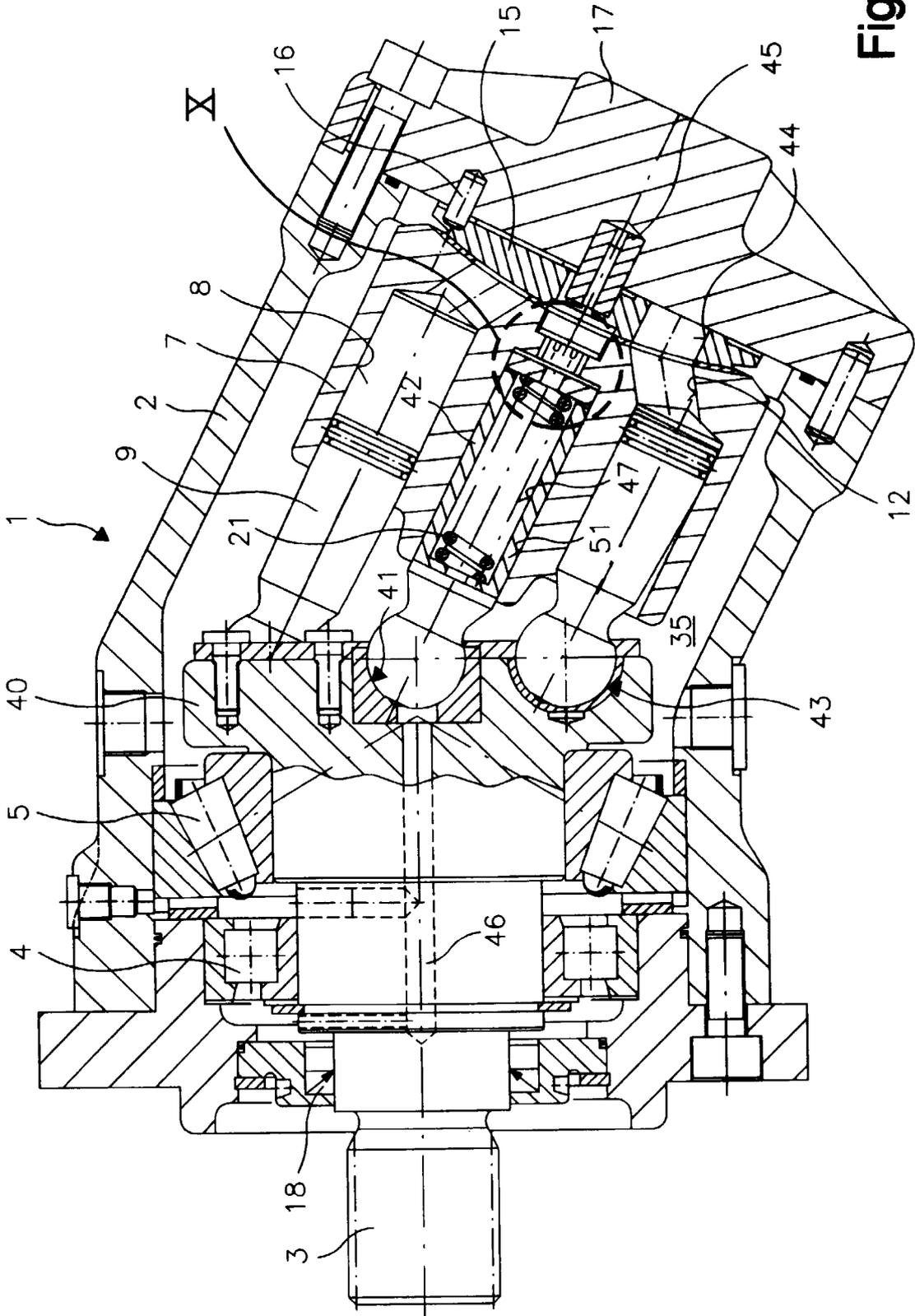


Fig.3



**Fig.4**

Stand der Technik

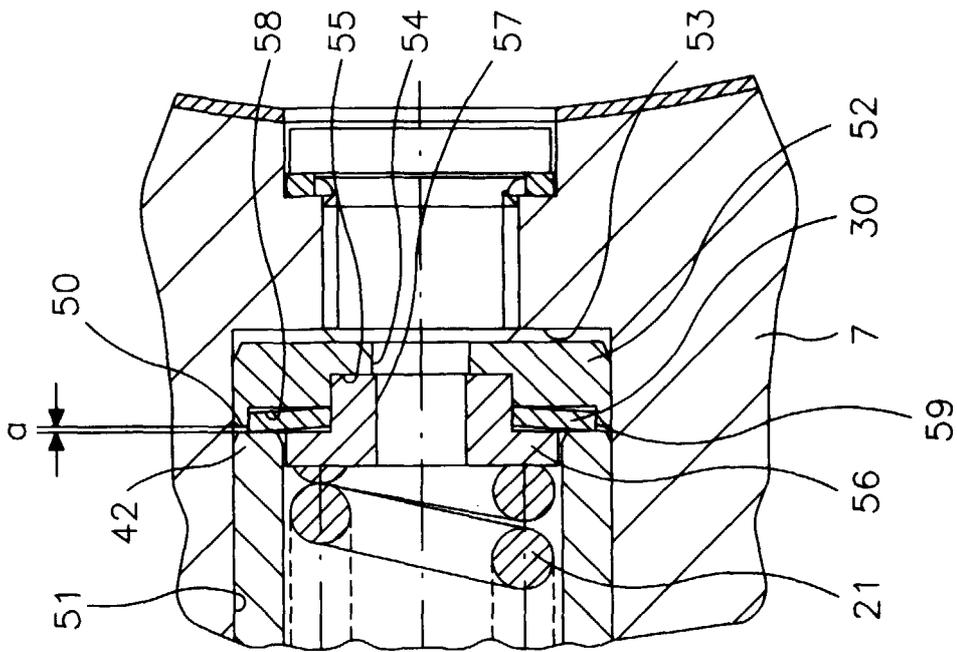


Fig.5

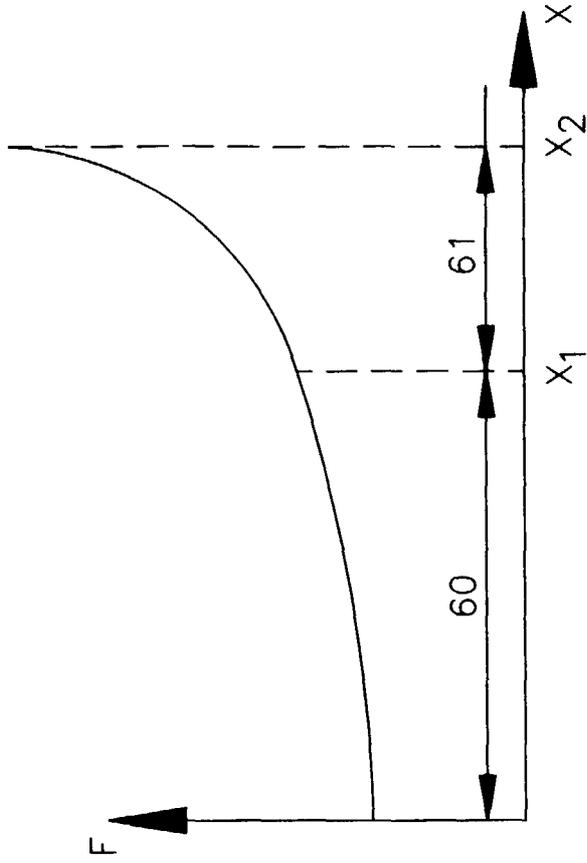


Fig.6