(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 521606 A4 2020-03-15**

(12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50876/2018
(22) Anmeldetag: 08.10.2018
(43) Veröffentlicht am: 15.03.2020

(51) Int. Cl.: ***F02B 75/04*** (2006.01)
F16C 7/06 (2006.01)
F02D 15/02 (2006.01)
F15B 11/042 (2006.01)
F15B 11/044 (2006.01)
F16K 47/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102016120950 A1
WO 2018060457 A1
DE 102017121432 A1
WO 2016203047 A1
AT 518848 A1
EP 0122378 A1
AT 519932 A2
DE 102017109379 A1
DE 102005055199 A1
WO 2015055582 A2

(71) Patentanmelder:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)
iwis motorsysteme GmbH & Co. KG
81369 München (DE)

(72) Erfinder:
Heller Malte
81243 München (DE)
Blumberg Adrian
85646 Anzing (DE)

(74) Vertreter:
Kopetz Heinrich Dipl.Ing.
8020 Graz (AT)

(54) Hydraulischer Ventilmechanismus für längenverstellbare Pleuelstange

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen hydraulischen Ventilmechanismus (1) zum Öffnen und Schließen einer zu einer Druckkammer (28, 29) führenden Hydraulikleitung (3), insbesondere für eine längenverstellbare Pleuelstange (20), mit einem Rückschlagventil (4) und einem Drosselventil (5). Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen hydraulischen Ventilmechanismus (1) bereitzustellen, der die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile vermeidet und insbesondere die Stabilität der aus dem Stand der Technik bekannten längenverstellbaren Pleuelstange (20) erhöht. Hierzu ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Rückschlagventil (4) und das Drosselventil (5) in Reihe geschaltet sind und optional in einer gemeinsamen Gehäuseeinheit (6) angeordnet sind. Ferner betrifft die Erfindung auch eine Pleuelstange (20) mit mindestens einem erfindungsgemäßen hydraulischen Ventilmechanismus (1) und einen Verbrennungsmotor mit mindestens einer solchen Pleuelstange (20).

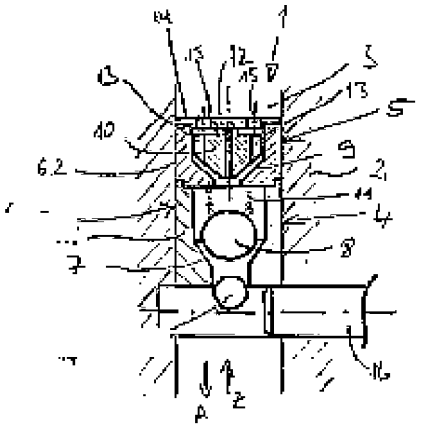


Fig. 1a

AT 521606 A4 2020-03-15

Zusammenfassung

Hydraulischer Ventilmechanismus für VCR-Pleuel

Die vorliegende Erfindung betrifft einen hydraulischen Ventilmechanismus (1) zum Öffnen und Schließen einer zu einer Druckkammer (28, 29) führenden Hydraulikleitung (3), insbesondere für eine längenverstellbare Pleuelstange (20), mit einem Rückschlagventil (4) und einem Drosselventil (5). Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen hydraulischen Ventilmechanismus (1) bereitzustellen, der die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile vermeidet und insbesondere die Stabilität der aus dem Stand der Technik bekannten längenverstellbaren Pleuelstange (20) erhöht. Hierzu ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Rückschlagventil (4) und das Drosselventil (5) in Reihe geschaltet sind und optional in einer gemeinsamen Gehäuseeinheit (6) angeordnet sind. Ferner betrifft die Erfindung auch eine Pleuelstange (20) mit mindestens einem erfindungsgemäßen hydraulischen Ventilmechanismus (1) und einen Verbrennungsmotor mit mindestens einer solchen Pleuelstange (20).

Fig. 1a

Hydraulischer Ventilmechanismus für längenverstellbare Pleuelstange

Die vorliegende Erfindung betrifft einen hydraulischen Ventilmechanismus zum Öffnen und Schließen einer zu einer Druckkammer führenden Hydraulikleitung, insbesondere für eine längenverstellbare Pleuelstange, mit einem Rückschlagventil und einem Drosselventil.

Bei Verbrennungsmotoren mit Hubkolben gibt es Bestrebungen, das Verdichtungsverhältnis während des Betriebs zu verändern und auf den jeweiligen Betriebszustand des Motors anzupassen, um den thermischen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors zu verbessern. Mit steigendem Verdichtungsverhältnis nimmt der thermische Wirkungsgrad zu, jedoch kann, insbesondere im Volllastbereich, ein zu hohes Verdichtungsverhältnis zu einer unbeabsichtigten Selbstzündung des Kolbenmotors führen. Eine solche frühzeitige Verbrennung des Kraftstoffes führt nicht nur zu einem unruhigen Lauf und dem sogenannten Klopfen des Motors, sondern kann auch zu Bauteilschäden am Motor führen. Im Teillastbereich ist die Gefahr der Selbstzündung geringer, so dass ein höheres Verdichtungsverhältnis möglich ist.

Zur Realisierung eines variablen Verdichtungsverhältnisses ((„Variable Compression Ratio“ – VCR) existieren unterschiedliche Lösungen, mit denen die Lage des Hubzapfens der Kurbelwelle oder des Kolbenbolzens des Hubkolbens verändert oder die effektive Länge der Pleuelstange variiert wird. Hierbei gibt es jeweils Lösungen für eine kontinuierliche und diskontinuierliche Verstellung der Bauteile. Eine kontinuierliche Längenverstellung des Abstands zwischen dem Kolbenbolzen und dem Kurbelwellenzapfen ermöglicht eine gleitende Einstellung des Verdichtungsverhältnisses auf den jeweiligen Betriebspunkt und damit einen optimalen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors. Demgegenüber ergeben sich bei einer diskontinuierlichen Verstellung der Pleuellänge mit wenigen Stufen konstruktive und betriebstechnische Vorteile und es werden im Vergleich zu einem konventionellen Kolbenmotor trotzdem eine signifikante Verbesserung des Wirkungsgrades sowie entsprechende Einsparungen im Verbrauch und im Schadstoffausstoß ermöglicht.

So offenbart zum Beispiel die DE 10 2005 055 199 A1 eine längenverstellbare Pleuelstange, mit der unterschiedliche Verdichtungsverhältnisse realisiert werden können, wobei ein in einem der Pleuelaugen angeordneter Exzenter durch zwei Zylinder-Kolben-Einheiten und den hydraulischen Druckunterschied des zugeführten Motoröls in unterschiedliche Positionen fixiert wird.

Die WO 2015/055582 A2 zeigt eine längenverstellbare Pleuelstange mit teleskopartig ineinander verschiebbaren Pleuelteilen, wobei ein Pleuelteil einen Verstellkolben und das zweite Pleuelteil einen Zylinder aufweist. Der im ersten Pleuelteil vorgesehene Verstellkolben unterteilt den Zylinder in zwei Druckräume, die von einer hydraulischen Steuereinrichtung mit Motoröl versorgt werden. Die beiden Druckräume dieser Zylinder-Kolben-Einheit werden über Rückschlagventile mit Motoröl versorgt, wobei jeweils nur eine der Druckkammern mit unter Druck stehendem Motoröl gefüllt ist. Ist die längenverstellbare Pleuelstange in der langen Position, befindet sich in der oberen Druckkammer kein Motoröl, während die untere Druckkammer hingegen vollständig mit Motoröl gefüllt ist. Während des Betriebs wird das Pleuel aufgrund der wirkenden Gas- und Massenkräfte alternierend auf Zug und Druck belastet. In der langen Stellung der Pleuelstange wird eine Zugkraft durch den mechanischen Kontakt mit dem oberen Anschlag des Verstellkolbens aufgenommen. Die Pleuellänge ändert sich dadurch nicht. Eine einwirkende Druckkraft wird über die Kolbenfläche auf die mit Motoröl gefüllte untere Druckkammer übertragen. Da das Rückschlagventil dieser Kammer den Rücklauf des Motoröls unterbindet, steigt der Druck des Motoröls an, so dass die Pleuelstange in dieser Richtung hydraulisch gesperrt ist. Auch hier ändert sich die Pleuellänge nicht. In der kurzen Stellung der längenverstellbaren Pleuelstange drehen sich die Verhältnisse in der Zylinder-Kolben-Einheit um. Die untere Druckkammer ist leer, während die obere Druckkammer mit Motoröl gefüllt ist. Entsprechend bewirkt eine Zugkraft einen Druckanstieg in der oberen Kammer und eine hydraulische Sperrung der längenverstellbaren Pleuelstange, während eine Druckkraft durch den unteren mechanischen Anschlag des Verstellkolbens aufgenommen wird.

Die Pleuellänge dieser längenverstellbaren Pleuelstange kann zweistufig verstellt werden, indem die gerade gefüllte Druckkammer entleert wird. Dazu wird das Rückschlagventil im Zulaufkanal der gefüllten Druckkammer über einen entsprechenden Rücklaufkanal überbrückt. Durch diese Rücklaufkanäle strömt Motoröl zwischen der Druckkammer und der Versorgung mit Motoröl, wodurch das jeweilige Rückschlagventil seine Wirkung verliert. Die beiden Rücklaufkanäle werden durch eine hydraulische Steuereinrichtung geöffnet und geschlossen, wobei immer genau ein Rücklaufkanal offen und der andere geschlossen ist. Der Aktuator zur Schaltung der beiden Rücklaufkanäle wird hydraulisch durch den Versorgungsdruck des Motoröls angesteuert, wobei die Versorgung mit Motoröl über entsprechende Hydraulikleitungen im Pleuel und das Lager des Kurbelwellenzapfens im zweiten Pleuelauge erfolgt. Die aktive Verstellung der Pleuellänge erfolgt dann durch gezieltes Entleeren der mit

Motoröl gefüllten Druckkammer unter Ausnutzung der an der Pleuelstange wirkenden Massen- und Gaskräfte, wobei die andere Druckkammer über das zugehörige Rückschlagventil mit Motoröl versorgt und hydraulisch gesperrt wird.

Gerade bei der Entwicklung von modernen Kolbenmotoren ist der Bauraum für solche Pleuelstangen sowohl axial als auch radial begrenzt. In Kurbelwellenrichtung wird der Bauraum durch die Lagerbreite und den Abstand der Gegengewichte begrenzt. Axial ist ohnehin nur der Abstand zwischen den Kolbenbolzen und dem Kurbelwellenzapfen verfügbar. Darüber hinaus ist auch die Dauerfestigkeit der verwendeten Werkstoffe problematisch. Die Pleuelstange wird im ständigen Wechsel auf Zug und Druck belastet. Entsprechend entsteht in den Druckkammern und den zugehörigen Hydraulikleitungen bis zum Ablassventil ein schwellender Druck von über 300 bar. Hieraus ergeben sich sehr hohe Anforderungen an die Bauteile der Pleuelstange, unter anderem auch an die Komponenten der hydraulischen Ansteuerschaltung, zum Beispiel die Ablassventile. Alle Komponenten müssen ausreichend dauerfest sein und dennoch in dem zur Verfügung stehenden geringen Bauraum untergebracht werden, dabei soll die Schwächung der Pleuelstange so gering wie möglich gehalten werden.

Ein weiteres Problem bildet das Vorsehen der hydraulischen Steuereinrichtung mit den verschiedenen Zulauf-, Rücklauf- und Versorgungskanälen für Motoröl und die notwendigen Rückschlag- und Steuerventile, die die Bauteile der Pleuelstange zusätzlich schwächen.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen hydraulischen Ventilmechanismus bereitzustellen, der die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile vermeidet und insbesondere die Stabilität der aus dem Stand der Technik bekannten längenverstellbaren Pleuelstangen erhöht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Rückschlagventil und das Drosselventil in Reihe geschaltet sind. Das Rückschlagventil und das Drosselventil sind somit in Strömungsrichtung des Hydraulikfluid hintereinander angeordnet und werden nacheinander durchströmt, wobei unterschiedliche Reihenfolgen möglich sind. Dadurch wird ein einfacher hydraulischer Schaltplan ermöglicht. Der Ventilmechanismus kann so relativ frei in der jeweiligen Hydraulikleitung angeordnet werden, beispielsweise auch direkt am Eingang/Ausgang der jeweiligen Druckkammer. Dabei können die beiden Ventile unabhängig voneinander in der gleichen Hydraulikleitung hintereinander angeordnet sein, oder miteinander gekoppelt in der Hydraulikleitung positioniert werden. Durch die Reihenschaltung erfolgt das Zuströmen und Ablassen nun über eine gemeinsame hydraulische Leitung. Somit ist nur

noch eine Leitung für das Zuströmen und Ablassen des Hydraulikmittels notwendig. Die Anzahl der Bohrungen in der Pleuelstange bzw. dem VCR-Pleuel kann daher reduziert werden. Dadurch wird die durch Materialabtrag bewirkte Schwächung des VCR-Pleuels reduziert. Zudem führt dies auch zu einer Kostensenkung, da nur noch eine geringere Bohrungsanzahl benötigt wird.

Vorteilhafterweise kann vorgesehen werden, dass das Rückschlagventil schaltbar ist. In Zuströmrichtung, also zum Befüllen der Druckkammer, ist das Rückschlagventil frei durchströmbar. In Ablassrichtung, also zum Entleeren der Druckkammer, sperrt das Rückschlagventil, sodass die gewünschte hydraulische Sperrung der Druckkammer erzielt wird. Soll nun eine Längenänderung des VCR-Pleuels erfolgen, so kann das Rückschlagventil durch die Schaltbarkeit in Ablassrichtung freigegeben werden. Das Rückschlagventil übernimmt also sowohl die Funktion des Zulaufventils als auch die Funktion des Ablassventils, was wiederum zu einem geringeren Bauraumbedarf und damit zu einer höheren Stabilität des Pleuels führt. Die Schaltung des Rückschlagventils kann dabei auf verschiedene Arten umgesetzt werden.

Ferner kann auch vorgesehen werden, dass das Drosselventil als Drossel-Rückschlagventil ausgebildet ist. Über das Rückschlagventil wird die Drossel beim Befüllen der Druckkammer überbrückt, sodass ein freies, ungedrosseltes Zuströmen des Hydraulikfluid zur Druckkammer möglich ist. In Ablassrichtung sperrt das Rückschlagventil, sodass das Hydraulikfluid über Drossel nur gedrosselt abfließen kann. Durch die Drossel wird eine Druckreduzierung realisiert, sodass auf die hinter der Drossel angeordneten Bauteile der Pleuelstange geringere Belastungen wirken.

In einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass das Rückschlagventil und das Drosselventil in einer gemeinsamen Gehäuseeinheit angeordnet sind. Unter dem Begriff „Gehäuseeinheit“ ist im vorliegenden Kontext ein Bauteil oder eine zusammenhängende Bauteilgruppe zu verstehen, die die Ventilsitze für die Schließkörper des Rückschlagventils und des Drosselventils ausbilden bzw. aufnehmen. Diese Gehäuseeinheit kann vormontiert und im montierten Zustand eingebaut werden. Durch die gemeinsame Gehäuseeinheit wird der Bauraumbedarf des hydraulischen Ventilmechanismus erheblich verringert. Da das Zuströmen und Ablassen nun über einen in einer gemeinsamen Gehäuseeinheit angeordneten hydraulischen Ventilmechanismus erfolgt, ist neben der einen Leitung für das Zuströmen und

Ablassen des Hydraulikmittels auch nur noch ein Raum für den gemeinsamen hydraulischen Ventilmechanismus notwendig.

In noch einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die Gehäuseeinheit einen Gehäusedeckel aufweist, der eine gemeinsame Zu- und Ablassöffnung für das Rückschlagventil und das Drosselventil ausbildet. Sowohl das Rückschlagventil als auch das Drosselventil werden also durch nur einen Gehäusedeckel der gemeinsamen Gehäuseeinheit abgeschlossen, der die gemeinsame Zuström- und Ablassöffnung ausbildet. Auch dies führt zu einer Verringerung des Bauraumbedarfs für den Ventilmechanismus und damit zu einer höheren Stabilität des Pleuels.

Vorteilhafterweise kann ferner vorgesehen sein, dass das Drosselventil in der Gehäuseeinheit in Ablassrichtung vor dem Rückschlagventil angeordnet ist. Dadurch findet die Drosselung statt, bevor das Hydraulikfluid beim Ablassen durch das dann freigeschaltete Rückschlagventil strömt. Dadurch wirken auf das Rückschlagventil und die dahinter angeordneten Komponenten geringere Drücke und somit geringere Belastungen.

In einer weiteren Variante kann vorgesehen sein, dass das Drosselventil in der Gehäuseeinheit in Ablassrichtung nach dem Rückschlagventil angeordnet ist. Dabei ist das Drosselventil so angeordnet, dass es beim Zuströmen von Hydraulikflüssigkeit zur Druckkammer überbrückt wird. Beim Ablassen der Hydraulikflüssigkeit aus der Druckkammer wirken auf die hinter dem Drosselventil angeordneten Elemente, beispielsweise einen Steuerschieber zum Schalten des Rückschlagventils, geringere Drücke, sodass auch hier die Belastungen reduziert werden. Wird die Druckkammer einseitig von einem verschiebbar angeordneten Kolben begrenzt, so besteht ein weiterer Vorteil des gedrosselten Ablassens des Hydraulikfluids besteht darin, dass das Ablassen langsam erfolgt, vorteilhafterweise über mehrere Hübe des VCR-Pleuels, sodass ein hartes Aufprallen des Kolbens auf einen Anschlag in der Druckkammer vermieden wird.

In noch einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass das Drosselventil einen kegelförmigen Schließkörper umfasst, der in einem Ventilsitz gelagert ist und mindestens eine Drosselöffnung und mindestens eine in Ablassrichtung verschließbare Durchflussöffnung aufweist. Dadurch wird eine sehr einfache Ausgestaltung des hydraulischen Ventilmechanismus ermöglicht. Günstigerweise ist dabei der Ventilsitz mit zum Schließkörper korrespondierender Form ausgeführt, so dass der Schließkörper bündig im Ventilsitz zu liegen

kommt. In Zuströmrichtung kann das Hydraulikfluid frei durch die Durchflussöffnung einströmen, sodass ein ungehinderter Zufluss ermöglicht wird. In Ablassrichtung ist die Durchflussöffnung gesperrt, sodass das Hydraulikfluid nur durch die Drosselöffnung abströmen kann. Dadurch wird die gewünschte Druckreduzierung erreicht, wodurch einerseits geringere Belastungen auf die hinter der Drossel angeordneten Bauteile auftreten und andererseits die Ablassgeschwindigkeit des Hydraulikfluid verringert wird, sodass ein harter Anschlag des Kolbens auf einen in der Druckkammer ausgebildeten Anschlag vermieden wird.

Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass das Drosselventil eine Membran mit mindestens einer Drosselöffnung und mindestens eine in Ablassrichtung durch die Membran verschließbare Durchflussöffnung aufweist. Bei der Verwendung einer Membran wird der Bauraumbedarf des Ventilmechanismus nochmals verringert mit den damit verbundenen Vorteilen für die Festigkeit des VCR-Pleuels.

In noch einer weiteren Ausgestaltung kann der hydraulische Ventilmechanismus einen Steuerkörper zum Schalten des Rückschlagventils zu umfassen, wobei vorzugsweise der Steuerkörper das Drosselventil ausbildet. Beispielsweise kann der Steuerkörper beim Ablassen des Hydraulikfluids aus der Druckkammer einen Drosselkanal freigegeben. Dadurch wird die Länge des hydraulischen Ventilmechanismus weiter reduziert.

Es kann ferner vorgesehen werden, dass auch das Drosselventil schaltbar ist. In diesem Fall bildet das Drosselventil den Ablass der Druckkammer aus. Dies ist eine einfache und platzsparende Ausgestaltung. Beispielsweise kann das Drosselventil als eine mittels eines Steuerschiebers freigebbare Bohrung in der gemeinsamen Gehäuseeinheit ausgebildet sein. Beim Befüllen der Druckkammer strömt das Hydraulikfluid dann über das Rückschlagventil ein, das in Ablassrichtung sperrt. Soll die Druckkammer entleert werden, so wird die Bohrung der Drossel durch den Steuerschieber freigegeben und das Hydraulikfluid kann über diese Bohrung fließen. Der Steuerschieber kann über Dichtringe oder einfach über Spalte abgedichtet werden. Auch dies führt zu einer sehr einfachen Ausgestaltung des Ventilmechanismus.

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass das Drosselventil als zweites Rückschlagventil ausgebildet ist und in dem ersten Rückschlagventil angeordnet ist. Der hydraulische Ventilmechanismus umfasst dann also zwei ineinander verschachtelte Rückschlagventile, d. h., das Drosselventil bildet den Schließkörper des ersten Rückschlagventils aus. Dadurch wird eine

sehr kompakte Anordnung des hydraulischen Ventilmechanismus erreicht. Bei dem Zuströmen von Hydraulikfluid zur Druckkammer werden der Ventilsitz und der Schließkörper des Drosselventils, d. h. das komplette innere Rückschlagventil, angehoben, sodass in Zuströmrichtung ein ausreichender Querschnitt freigegeben wird. Beim Ablassen des Hydraulikfluids aus der Druckkammer wird nur der Schließkörper, beispielsweise die Dichtkugel, des Drosselventils angehoben, sodass nur ein kleiner Querschnitt freigegeben wird und dadurch die erwünschte Drosselung auftritt. Dabei strömt das Hydraulikfluid dann anschließend durch den Schließkörper des ersten Rückschlagventils.

Darüberhinaus bezieht sich die Erfindung auch auf eine Pleuelstange bzw. ein VCR-Pleuel für einen Verbrennungsmotor mit variablem Verdichtungsverhältnis, insbesondere einen Ottomotor, wobei die Pleuelstange ein erstes Pleuelauge, bevorzugt zur Aufnahme eines Kolbenbolzens, und ein zweites Pleuelauge, bevorzugt zur Aufnahme eines Kurbelwellenzapfens, aufweist, wobei der Abstand zwischen dem ersten Pleuelauge und dem zweiten Pleuelauge mittels einer Längenverstellungseinrichtung einstellbar ist, die mindestens eine mit mindestens einer Hydraulikleitung verbundene Druckkammer umfasst, wobei in der Hydraulikleitung bzw. jeder Hydraulikleitung zumindest ein hydraulischer Ventilmechanismus der vorbeschriebenen Art angeordnet ist. Vorzugsweise sind mindestens zwei Druckkammern vorgesehen und jede ist mit einer Hydraulikleitung verbunden, in der jeweils zumindest ein hydraulischer Ventilmechanismus der vorbeschriebenen Art angeordnet ist. Durch die gemeinsame Gehäuseeinheit wird der Bauraumbedarf des hydraulischen Ventilmechanismus erheblich verringert. Da das Zuströmen und Ablassen nun über einen in einer gemeinsamen Gehäuseeinheit angeordneten hydraulischen Ventilmechanismus erfolgt, ist nur noch eine Leitung für das Zuströmen und Ablassen des Hydraulikmittels notwendig. Die Anzahl der Bohrungen im VCR-Pleuel kann daher reduziert werden. Dadurch wird eine durch Materialabtrag verursachte Schwächung des VCR-Pleuels reduziert. Zudem führt dies auch zu einer Kostensenkung, da nur noch eine geringere Bohrungsanzahl benötigt wird.

Gemäß einem weiteren Aspekt bezieht sich die Erfindung auch auf einen Verbrennungsmotor mit mindestens einem Hubkolben, mindestens einem in dem Hubkolben geführten Zylinder und mit einer mit dem Hubkolben verbundenen Pleuelstange bzw. einem VCR-Pleuel der vorstehend beschriebenen Art. Auch hier wird der Bauraumbedarf des hydraulischen Ventilmechanismus durch die gemeinsame Gehäuseeinheit erheblich verringert. Da das Zuströmen und Ablassen nun über einen in einer gemeinsamen Gehäuseeinheit angeordneten hydraulischen Ventilmechanismus erfolgt, ist nur noch eine Leitung für das Zuströmen und

Ablassen des Hydraulikmittels notwendig. Die Anzahl der Bohrungen im Pleuel kann daher reduziert werden. Dadurch wird eine Schwächung des VCR-Pleuels reduziert. Zudem führt dies auch zu einer Kostensenkung, da nur noch eine geringere Bohrungsanzahl benötigt wird.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen, die in den Figuren dargestellt sind, näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen hydraulischen Ventilmechanismus für ein VCR-Pleuel in Zuströmstellung im Vollschnitt,

Fig. 1b hydraulischer Ventilmechanismus aus Fig. 1a in Schließstellung,

Fig. 1c hydraulischer Ventilmechanismus aus Fig. 1a in Ablassstellung,

Fig. 2 zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen hydraulischen Ventilmechanismus für ein VCR-Pleuel in Zuströmstellung,

Fig. 3 vereinfachtes Hydraulikschaltbild der in Fig. 1a-c und 2 gezeigten hydraulischen Ventilmechanismen in einer Pleuelstange,

Fig. 4a drittes Ausführungsbeispiel eines hydraulischen Ventilmechanismus,

Fig. 4b Detail des hydraulischen Ventilmechanismus aus Fig. 4a,

Fig. 4c vereinfachtes Hydraulikschaltbild des hydraulischen Ventilmechanismus aus Fig. 4 in einer Pleuelstange, und

Fig. 5 viertes Ausführungsbeispiel eines hydraulischen Ventilmechanismus.

In Fig. 1a ist ein erstes Ausführungsbeispiel für einen hydraulischen Ventilmechanismus 1 für eine längenverstellbare Pleuelstange bzw. ein VCR-Pleuel im Vollschnitt in der Zuströmstellung gezeigt. Der hydraulische Ventilmechanismus 1 wird vorzugsweise als Bestandteil einer hydraulischen Ansteuerungsschaltung eines VCR-Pleuels eingesetzt, dessen Mittenabstand zwischen dem kleinen und dem großen Pleuelauge veränderbar ist. Mittels des hydraulischen Ventilmechanismus 1 lässt sich eine Druckkammer der hydraulischen Ansteuerschaltung befüllen, hydraulisch verschließen und entleeren. Das VCR-Pleuel wird somit in einer gewünschten Längenstellung arretiert oder zum Überführen in eine andere Längenstellung

freigegeben. Das VCR-Pleuel eines Verbrennungsmotors wird im Betrieb im Wechsel auf Zug und Druck belastet. Entsprechend entstehen im Hochdruckbereich der hydraulischen Steuerschaltung anschwellende Drücke von über 300 bar (im geschlossenen Zustand des hydraulischen Ventilmechanismus). Der hydraulische Ventilmechanismus 1 ist in einer Hydraulikleitung 3 des VCR-Pleuels ausgebildet, die zu einer Druckkammer führt, die Bestandteil eines Teleskopmechanismus zur Veränderung der Länge des VCR-Pleuels ist. Dies wird im Folgenden noch unter Bezug auf Fig. 3 genauer beschrieben.

Der hydraulische Ventilmechanismus 1 umfasst ein Rückschlagventil 4 und ein Drosselventil 5. Das Rückschlagventil 4 und das Drosselventil 5 sind hintereinander in der Hydraulikleitung 3 angeordnet und somit in Reihe geschaltet. Das Rückschlagventil 4 umfasst einen Schließkörper 8 und einen Ventilsitz 7, in den der Schließkörper 8 in der Schließstellung des Rückschlagventils 4 mit Hilfe einer Druckfeder 11 gepresst wird. In Fig. 1a ist der hydraulische Ventilmechanismus in der Zuströmstellung gezeigt, d. h., der Schließkörper 8 wird durch das einströmende Hydraulikfluid entgegen der Kraft der Druckfeder 11 aus dem Ventilsitz 7 gehoben, sodass das Hydraulikfluid 8 durch die Hydraulikleitung 3 in Richtung der Druckkammer fließen kann.

Das Drosselventil 5 umfasst ebenfalls einen Schließkörper 10 und einen Ventilsitz 9. Der Schließkörper 10 des Drosselventils 5 ist in dem in Fig. 1a gezeigten Ausführungsbeispiel kegelförmig ausgebildet und umfasst eine zentrale Drosselbohrung 12 sowie mindestens eine Durchflussbohrung 13. In Fig. 1a sind zwei Durchflussbohrungen 13 gezeigt. Durch das einströmende Hydraulikfluid, beispielsweise Motoröl, wird auch der kegelförmige Schließkörper 10 aus dem Ventilsitz 9 gehoben, sodass die Durchflussbohrungen 13 freigegeben werden, und das Hydraulikfluid in Richtung der Druckkammer strömen kann.

Das Rückschlagventil 4 und das Drosselventil 5 sind in einer gemeinsamen Gehäuseeinheit 6 angeordnet. Die gemeinsame Gehäuseeinheit 6 bildet sowohl den Ventilsitz 7 für den Schließkörper 8 des Rückschlagventils 4 aus, als auch den Ventilsitz 9 für den Schließkörper 10 des Drosselventils 5. Die gemeinsame Gehäuseeinheit 6 umfasst zwei Bauteile, nämlich ein erstes Bauteil 6.1, das den Ventilsitz 7 für den Schließkörper 8 des Rückschlagventils ausbildet, und ein zweites Bauteil 6.2, das den Ventilsitz 9 für den Schließkörper 10 des Drosselventils ausbildet. Die beiden Bauteile 6.1, 6.2 sind miteinander gekoppelt bzw. vormontiert und mit einem einzigen Ventildeckel 14 verschlossen. Der hydraulische Ventilmechanismus 1 bildet also eine Einheit aus, die vormontiert werden kann, sodass ein leichter

Einbau in die Hydraulikleitung 3 möglich ist. Der Ventildeckel 14 weist gemeinsame Zuström- bzw. Ablassöffnungen 15 für das Rückschlagventil 4 und das Drosselventil 5 auf. Die Druckfeder 11 des Rückschlagventils 4 stützt sich am Boden des zweiten Bauteils 6.2 der Gehäuseeinheit 6 ab.

Das Rückschlagventil 4 des hydraulischen Ventilmechanismus 1 ist als schaltbares Rückschlagventil ausgebildet. Daher umfasst der hydraulische Ventilmechanismus 1 einen Steuerschieber 16 und einen Steuerkörper 17, beispielsweise eine Steuerkugel. In Fig. 1a befindet sich das Rückschlagventil 4 und damit der hydraulische Ventilmechanismus 1 im nichtgeschalteten Zustand. Der Steuerschieber 16 ist daher mit Abstand zum Steuerkörper 17 angeordnet.

Fig. 1b zeigt den hydraulischen Ventilmechanismus 1 aus Fig. 1a im gesperrten Zustand. Es strömt nun kein Hydraulikfluid mehr in Zuströmrichtung Z durch die Hydraulikleitung 3, sodass der Schließkörper 8 des Rückschlagventils 4, im dargestellten Fall eine Dichtkugel, durch die Druckfeder 11 in den Ventilsitz 7 des Rückschlagventil 4 gedrückt wird. Dadurch wird ein Zurückfließen des Hydraulikfluids aus der Druckkammer in Ablassrichtung A verhindert. Auch der Schließkörper 10 des Drosselventils 5 wird in den Ventilsitz 9 des Drosselventils gepresst, sodass die Durchflussbohrungen 13 verschlossen sind. Das Rückschlagventil 4 und damit der hydraulische Ventilmechanismus 1 befindet sich auch in Fig. 1b in einem nichtgeschalteten Zustand. Der Steuerschieber 16 ist daher mit Abstand zum Steuerkörper 17 angeordnet.

Fig. 1c zeigt den hydraulischen Ventilmechanismus 1 aus den Figuren 1a und 1b im geschalteten Zustand, sodass ein Ablassen von Hydraulikfluid aus der Druckkammer über die Hydraulikleitung 3 ermöglicht wird. Über eine nicht näher dargestellte Betätigungseinheit wird der Steuerschieber 16 verschoben, sodass er den Steuerkörper 17 in Richtung des Schließkörpers 8 des Rückschlagventils 4 drückt. Der Steuerkörper 17 hebt dann den Schließkörper 8 des Rückschlagventils 4 aus dem Ventilsitz 7, sodass das Rückschlagventil 4 entgegen der Rückstellkraft der Druckfeder 11 geöffnet wird. Aus der mit der Hydraulikleitung 3 verbunden Druckkammer kann dann Hydraulikfluid in Ablassrichtung A durch die Hydraulikleitung 3 fließen. Das Hydraulikfluid strömt dabei zunächst durch das Drosselventil 5. Da der Schließkörper 10 des Drosselventils 5 im Ventilsitz 9 des Drosselventils 5 sitzt, sind die Durchflussöffnungen 13 des Drosselventils 5 verschlossen und das Hydraulikfluid kann nur durch die Drosselöffnung 12 strömen. Dies führt zu einer Druckreduzierung, sodass auf die hinter dem

Drosselventil 5 angeordneten Bauteile, d. h. das Rückschlagventil 4 und die Steuerkugel 17 sowie den Steuerschieber 16, nur geringere Kräfte wirken und somit die Belastungen reduziert werden.

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel für einen hydraulischen Ventilmechanismus 1'. Dieser hydraulische Ventilmechanismus 1' ist im Wesentlichen genauso aufgebaut wie der in den Figuren 1a bis 1c gezeigte hydraulische Ventilmechanismus 1. Für gleiche bzw. im Wesentlichen funktionsgleiche Bauteile werden daher die gleichen Bezugsziffern verwendet.

Der hydraulische Ventilmechanismus 1' umfasst ebenfalls ein Rückschlagventil 4 und ein Drosselventil 5'. Wie im ersten Ausführungsbeispiel sind das Rückschlagventil 4 und das Drosselventil 5' in Reihe geschaltet, wobei das Rückschlagventil 4 in Zuströmrichtung Z vor dem Drosselventil 5' angeordnet ist. Das Rückschlagventil 4 und das Drosselventil 5' weisen eine gemeinsame Gehäuseeinheit 6 auf. Die Gehäuseeinheit 6 umfasst ein erstes Bauteil 6.1, das den Ventilsitz 7 des Rückschlagventils ausbildet, und ein zweites Bauteil 6.2, das den Ventilsitz 9 des Drosselventils 5' ausbildet. Das Rückschlagventil 4 umfasst ferner einen Schließkörper 8, im dargestellten Fall eine Schließkugel, die mittels einer Druckfeder 11 in den Ventilsitz 7 gedrückt wird. In Zuströmrichtung wird das Rückschlagventil 4 durch das einströmende Hydraulikfluid geöffnet, d. h. der Schließkörper 8 wird entgegen der Kraft der Druckfeder 11 nach oben gedrückt, sodass ein Durchfluss durch das Rückschlagventil ermöglicht wird.

Das Drosselventil 5' ist im zweiten Ausführungsbeispiel als Membranventil ausgebildet, d. h. als Schließkörper weist das Drosselventil 5' eine Membran 18 auf. Die Membran 18 ist in einem Bodenbereich des zweiten Bauteils 6.2 der gemeinsamen Gehäuseeinheit 6 befestigt. In der Membran ist die Drosselöffnung 12 ausgebildet. Beispielsweise kann dies so ausgeführt werden, dass die Membran 18 mithilfe eines Stöpsel 19 in dem zweiten Gehäusebauteils 6.2 befestigt ist, wobei der Stöpsel 19 die Drosselöffnung 12 aufweist. Im Bodenbereich des zweiten Bauteils 6.2 sind die Durchflussöffnungen 13 angeordnet. In Fig. 2 sind zwei Durchflussöffnungen 13 dargestellt, es kann auch nur eine Durchflussöffnung oder mehrere Durchflussöffnungen vorgesehen werden. In der in Fig. 2 dargestellten Zuströmstellung des hydraulischen Ventilmechanismus 1' öffnet das einströmende Hydraulikfluid das Rückschlagventil 4 und trifft dann auf das Drosselventil 5'. Dadurch wird die Membran 18 von den Durchflussöffnungen 13 weggedrückt und das Hydraulikfluid kann durch die Hydraulikleitung 3 in Richtung der Druckkammer (nicht dargestellt) strömen. In Ablassrichtung A sperren das

Drosselventil 5‘ und das Rückschlagventil 4, d. h., die Membran 18 wird in Ablassrichtung durch das Hydraulikfluid über die Durchflussöffnungen 13 gepresst, sodass die Durchflussöffnungen 13 verschlossen werden. Über die Drosselöffnung 12 kann ein geringer Flüssigkeitsstrom auf das Rückschlagventil 4 treffen. Da die Druckfeder 11 den Ventilkörper 8 in den Ventilsitz 7 presst, schließt das Rückschlagventil 4 in Ablassrichtung A und ein Abströmen des Hydraulikfluids wird vermieden.

Das Rückschlagventil 4 ist ebenfalls schaltbar ausgebildet und kann mithilfe eines Steuerschiebers 16 und eines Steuerkörpers 17, im dargestellten Beispiel einer Steuerkugel, oder eines anderen Steuerungsmechanismus in eine Offenstellung geschalten werden, in der ein Ablass des Hydraulikfluids aus der Druckkammer ermöglicht wird. In der Offenstellung drückt der Steuerschieber 16 den Steuerkörper 17 nach oben, sodass der Steuerkörper 17 den Schließkörper 8 des Rückschlagventils 4 aus dem Ventilsitz 7 hebt und so den Durchfluss von Hydraulikfluid durch das Rückschlagventil ermöglicht. Das Drosselventil 5‘ bleibt in dieser Offenstellung des hydraulischen Ventilmechanismus 1‘ geschlossen, sodass das Hydraulikfluid nur durch die Drosselöffnung 12 abfließen kann. Dadurch wird der Druck hinter dem Drosselventil 5‘ verringert und auf das Rückschlagventil 4, den Steuerschieber 16 und den Steuerkörper 17 wirken nur geringere Kräfte.

Fig. 3 zeigt schematisch dargestellt eine Pleuelstange 20, auch als VCR-Pleuel 20 bezeichnet, mit einem vereinfachten Hydraulikschaltbild für das erste und das zweite Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen hydraulischen Ventilmechanismus 1, 1‘.

Das VCR-Pleuel 20 umfasst ein oberes Pleuelteil 21, in dem das kleine Pleuelauge 22 ausgebildet ist und ein unteres Pleuelteil 23, das zusammen mit einer Lagerschale 24 das große Pleuelauge 25 ausbildet. In dem zweiten Pleuelteil 23 ist ein Zylinder 26 ausgebildet, in dem ein mit dem ersten Pleuelteil 21 verbundener Kolben 27 längs (bzw. in Längsrichtung der Pleuelstange 20) bewegbar angeordnet ist. Das obere Pleuelteil 21 ist also über den Kolben 27 teleskopierbar in dem Zylinder 26 des unteren Pleuelteils 23 geführt. Dadurch kann der Abstand zwischen einem im kleinen Pleuelauge 22 aufgenommenen Kolbenbolzen eines Hubkolbens und einer in dem großen Pleuelauge 25 aufgenommenen Kurbelwelle des Kolbenmotors verstellt werden, um so das Verdichtungsverhältnis des Kolbenmotors an den jeweiligen Betriebszustand anzupassen. Dadurch ist es z.B. möglich, den Kolbenmotor im Teillastbereich mit einem höheren Verdichtungsverhältnis als im Volllastbereich zu betreiben und so den Wirkungsgrad des Motors zu erhöhen.

Der Zylinder 26 ist an dem oberen Pleuelteil 21 zugewandten Ende mit einem Deckel 30 verschlossen, durch den das obere Pleuelteil 21 hindurchgeführt ist. Der Zylinder 26 und der Kolben 27 bilden zusammen eine erste Druckkammer 28 und eine zweite Druckkammer 29 aus. Die Unterseite 31 des Deckels 30 bildet einen oberen Anschlag aus, an dem der Kolben 27 in der oberen Stellung, der langen Stellung des VCR-Pleuels 20, anliegt, während in der unteren Stellung (Kurzstellung) des VCR-Pleuels 20 der Kolben 27 an einem vom Zylinderboden 32 ausgebildeten unteren Anschlag anliegt.

Die beiden Druckkammern 28, 29 sind jeweils über eine Hydraulikleitung 3 und je einen in jeder Hydraulikleitung 3 angeordneten hydraulischen Ventilmechanismus 1, 1‘ mit der Hydraulikfluidversorgung des großen Pleuelauges 25 und damit mit dem Motorölkreislauf des Kolbenmotors verbunden. Jeder hydraulische Ventilmechanismus 1, 1‘ umfasst, wie in Bezug auf die Figuren 1a bis 1c und 2 beschrieben, ein Rückschlagventil 4 und ein Drosselventil 5, 5‘. Das Rückschlagventil 4 und das Drosselventil 5, 5‘ sind, wie bereits beschrieben, in Reihe geschaltet, wobei das Rückschlagventil 4 in Zuströmrichtung Z vor dem Drosselventil 5, 5‘ angeordnet ist.

Ist das VCR-Pleuel 20 in der langen Position, befindet sich in der oberen Druckkammer 29 kein Hydraulikfluid während die untere Druckkammer 28 hingegen vollständig mit Hydraulikfluid gefüllt ist. Während des Betriebs wird das VCR-Pleuel 20 aufgrund der Massen- bzw. Beschleunigungs- und Gaskräfte alternierend auf Zug und Druck belastet. In der langen Stellung wird die Zugkraft durch den mechanischen Kontakt des Kolbens 27 mit der Unterseite 31 des Deckels 30 aufgenommen. Die Länge des VCR-Pleuels 20 verändert sich dadurch nicht. Eine einwirkende Druckkraft wird über die Kolbenfläche auf die mit Hydraulikfluid gefüllte untere Druckkammer 28 übertragen. Der der unteren Druckkammer 28 zugeordnete hydraulische Ventilmechanismus 1, 1‘ ist nicht freigeschaltet, sodass das Rückschlagventil 4 ein Ausströmen des Hydraulikfluids verhindert. Dadurch steigt der Öldruck des Hydraulikfluids stark an und verhindert eine Änderung der Pleuellänge. Das VCR-Pleuel 20 ist in dieser Bewegungsrichtung also hydraulisch gesperrt. In der Kurzstellung des VCR-Pleuels 20 drehen sich die Verhältnisse um. Die untere Druckkammer 28 ist vollständig leer und eine Druckkraft wird durch den mechanischen Anschlag des Kolbens 27 am Zylinderboden 32 aufgenommen, während die obere Druckkammer 29 vollständig mit Hydraulikfluid gefüllt ist, sodass eine Zugkraft auf das VCR-Pleuel 20 einen Druckanstieg in der oberen Druckkammer 29 verursacht und damit eine hydraulische Sperrung bewirkt.

Die Pleuellänge des hier dargestellten VCR-Pleuels 20 kann zweistufig verstellt werden, indem eine der beiden Druckkammern 28, 29 entleert wird und die jeweils andere Druckkammer 29, 28 mit Motoröl gefüllt wird. Hierzu wird der hydraulische Ventilmechanismus 1, 1‘ der gefüllten Druckkammer 28, 29 durch eine nicht näher dargestellte Ansteuerschaltung geschaltet, sodass das Rückschlagventil 4 geöffnet wird und das Hydraulikfluid über die jeweilige Hydraulikleitung 3 sowie das zugehörige Drosselventil 5, 5‘ des hydraulischen Ventilmechanismus 1, 1‘ aus der bisher gefüllten Druckkammer 28, 29 abfließen kann. Gleichzeitig entsteht durch die in einem Kolbenmotor während der Hubbewegung des VCR-Pleuels 20 wirkenden Massen- und Beschleunigungskräfte in der bisher leeren Druckkammer 29, 28 eine Sogwirkung, durch die sich das zugehörige Rückschlagventil 4 des anderen hydraulischen Ventilmechanismus 1, 1‘ öffnet, sodass sich die bisher leere Druckkammer 29, 28 mit Hydraulikfluid füllt. Mit zunehmender Füllung dieser Druckkammer 29, 28 wird aus der anderen Druckkammer 28, 29 zunehmend das Hydraulikfluid über den geöffneten hydraulischen Ventilmechanismus 1, 1‘ abgeführt, wodurch sich die Länge des VCR-Pleuels 20 ändert. Da der Abfluss des Hydraulikfluids über das Drosselventil 5, 5‘ gedrosselt wird, können mehrere Hübe des VCR-Pleuels 20 erforderlich sein, bis die zu befüllende Druckkammer 28, 29 vollständig mit Hydraulikfluid gefüllt und die andere Druckkammer 29, 28 vollständig geleert ist und so die maximal mögliche Längenänderung des VCR-Pleuels 20 erreicht ist. Dies führt auch dazu, dass der Kolben 27 nicht hart an den jeweiligen Anschlag in der oberen oder unteren Stellung des VCR-Pleuels anstößt. Dadurch wird eine Verschleißminderung erreicht. Es ist eine freie Anordnung jedes hydraulischen Ventilmechanismus 1, 1‘ in der jeweiligen Hydraulikleitung 3 möglich. In dem in Fig. 3 gezeigten Beispiel wird das linke Rückschlagventil 4 bei hohem Druck freigeschaltet, das rechte Rückschlagventil 4 bei niedrigem Druck.

Bei den beiden bisher gezeigten Ausführungsbeispielen, in denen das Rückschlagventil und das Drosselventil in Reihe geschaltet sind, wäre es auch möglich, dass jedes Ventil ein eigenes Gehäuse aufweist und in der Hydraulikleitung angeordnet ist.

In Fig. 4a ist ein weiteres Ausführungsbeispiel für einen hydraulischen Ventilmechanismus 1“ für ein VCR-Pleuel 20 gezeigt. Für aus den bereits beschriebenen Ausführungsbeispielen bekannte bzw. im wesentlichen funktionsgleiche Bauteile werden wieder die gleichen Bezugsziffern verwendet. Auch dieser hydraulische Ventilmechanismus 1“ umfasst wieder ein Rückschlagventil 4 und ein Drosselventil 5“, die in einer gemeinsamen Gehäuseeinheit 6“ angeordnet sind. In Zuströmrichtung Z werden das Rückschlagventil 4 und das Drosselventil

5“ durch einströmendes Hydraulikfluid aufgedrückt, in Ablassrichtung A sperrt das Rückschlagventil 4, sodass das Hydraulikfluid nicht abströmen kann. Um ein Ablassen des Hydraulikfluids zu ermöglichen, ist das Rückschlagventil 4 schaltbar. Dazu sind ein Steuerkörper 17 und ein Steuerschieber 16 vorgesehen. Das Drosselventil 5“ ist durch den Steuerkörper 17 ausgebildet. Dazu sind in der gemeinsamen Gehäuseeinheit 6“ zwei Drosselkanäle 33 angeordnet, die durch den Steuerkörper 17 verdeckt oder freigegeben werden, sodass ein gedrosseltes Ablassen des Hydraulikfluids möglich ist, wenn das Rückschlagventil 4 freigeschaltet ist. In Fig. 4b ist dieses Detail A nochmal größer dargestellt.

Fig. 4c zeigt eine schematische Darstellung eines VCR-Pleuels 20 mit einem vereinfachten Hydraulikschaltbild des hydraulischen Ventilmechanismus 1“. Das VCR-Pleuel 20 ist genauso aufgebaut wie die mit Bezug auf Fig. 3 beschriebene Pleuelstange, mit dem Unterschied, dass der hydraulische Ventilmechanismus so ausgebildet ist wie in den Figuren 4a und 4b gezeigt. Das VCR-Pleuel 20 umfasst also wieder ein oberes Pleuelteil 21, das das kleine Pleuelauge 22 ausbildet und ein unteres Pleuelteil 23, das zusammen mit einer Lagerschale 24 das große Pleuelauge 25 ausbildet. In dem unteren Pleuelteil 23 ist ein Zylinder 26 ausgebildet, in dem ein mit dem oberen Pleuelteil 21 verbundener Kolben 27 längst bewegbar angeordnet ist. Der Zylinder 26 ist mit einem Deckel 30 abgedeckt, durch den das obere Pleuelteil 21 geführt ist. Der Kolben 27 ist in Fig. 4c wieder in einer Mittelstellung gezeigt, sodass die beiden durch den Zylinder 26 und den Kolben 27 ausgebildeten Druckkammern 28, 29 sichtbar sind. Jede der Druckkammern 28, 29 ist über eine Hydraulikleitung 3, in der ein hydraulischer Ventilmechanismus 1“ angeordnet ist, mit der Hydraulikmittelversorgung des großen Pleuelauges 5 verbunden. Wie in Fig. 4c deutlich zu erkennen ist, sind auch bei dem hydraulischen Ventilmechanismus 1“ das Drosselventil 5“ und das Rückschlagventil 4 wieder in Reihe geschaltet, wobei das Drosselventil 5“ allerdings in Zuströmrichtung Z vor dem Rückschlagventil 4 angeordnet ist. Je nach anliegendem Druck in der Motorölversorgung ist eines der Rückschlagventile 4 frei geschaltet, sodass die jeweilige Druckkammer 28, 29 entleert ist und die andere Druckkammer 29, 28 befüllt ist. In dem in Fig. 4c dargestellten Beispiel wird das linke Rückschlagventil 4 bei hohem Druck frei geschaltet, das rechte Rückschlagventil bei niedrigem Druck. Die Längenverstellung des VCR-Pleuels 20 erfolgt in dem in Fig. 4c gezeigten Beispiel wie in Bezug auf das in Fig. 3 gezeigte Beispiel beschrieben.

In Fig. 5 ist noch ein weiteres Ausführungsbeispiel für einen hydraulischen Ventilmechanismus 1“‘ gezeigt. Aus den bisherigen Ausführungsbeispielen bekannte und im wesentlichen funktionsgleiche Bauteile werden mit gleichen Bezugszeichen versehen. Der hydraulische

Ventilmechanismus 1‘‘‘ umfasst wieder ein erstes Rückschlagventil 4 und ein Drosselventil 5‘‘‘. Das Drosselventil 5‘‘‘ ist ein Rückschlagventil und bildet den Schließkörper 10‘‘‘ des Rückschlagventils 4 aus. Der hydraulische Ventilmechanismus 1‘‘‘ besteht also aus zwei ineinander verschachtelten Rückschlagventilen. Daher sind das erste Rückschlagventil 4 und das Drosselventil 5‘‘‘ wieder in einer gemeinsamen Gehäuseeinheit 6 angeordnet. Die Gehäuseeinheit 6 bildet den Ventilsitz 7 des Rückschlagventils 4 aus. Die Gehäuseeinheit 6 ist durch einen gemeinsamen Ventildeckel 14 verschlossen, in dem eine gemeinsame Zuström- und Ablassöffnung 15 ausgebildet ist. Das Drosselventil 5‘‘‘ ist schaltbar ausgebildet und kann daher in eine Offenstellung geschaltet werden, um ein Ablassen von Hydraulikfluid zu ermöglichen. Dafür sind ein Steuerschieber 16 und ein Steuerkörper 17 vorgesehen. In Fig. 5 ist der Steuerkörper 17 als Steuerkugel ausgebildet.

Beim Zuströmen von Hydraulikfluid durch den hydraulischen Ventilmechanismus 1‘‘‘ wird das erste Rückschlagventil 4 geöffnet, indem das darin angeordnete Drosselventil 5‘‘‘ entgegen der Kraft der Druckfeder 11 durch das einströmende Hydraulikfluid nach oben gedrückt wird. Ein Zurückfließen des Hydraulikfluids wird durch das erste Rückschlagventil 4 und das Drosselventil 5‘‘‘ verhindert. Um Hydraulikfluid in Ablassrichtung A abzulassen wird der Steuerschieber 16 betätigt, sodass die Steuerkugel 17 den Schließkörper 10 des inneren Rückschlagventils, also des Drosselventils 5‘‘‘, anhebt. Damit wird nur ein kleiner Querschnitt zum Ablassen des Hydraulikfluids freigegeben, wodurch die gewünschte Drosselung auftritt. Bei dem in Fig. 5 gezeigten hydraulischen Ventilmechanismus 1‘‘‘ sind das Rückschlagventil 4 und das Drosselventil 5‘‘‘ daher parallel geschaltet.

Bezugszeichenliste

1; 1‘; 1“; 1“‘	hydraulischer Ventilmechanismus
3	Hydraulikleitung
4	Rückschlagventil
5; 5‘; 5“; 5“‘;	Drosselventil
6; 6“	gemeinsame Gehäuseeinheit
6.1	erstes Bauteil Gehäuseeinheit
6.2	zweites Bauteil Gehäuseeinheit
7	Ventilsitz Rückschlagventil
8; 8“‘	Schließkörper Rückschlagventil
9	Ventilsitz Drosselventil
10; 10““	Schließkörper Drosselventil
11	Druckfeder
12	Drosselöffnung
13	Durchflussöffnung
14	Ventildeckel
15	Zuström-/Ablassöffnung
16	Steuerschieber
17	Steuerkörper
18	Membran
19	Stöpsel
20	längenverstellbare Pleuelstange bzw. VCR-Pleuel
21	oberes Pleuelteil
22	kleines Pleuelauge
23	unteres Pleuelteil

24	Lagerschale
25	großes Pleuelauge
26	Zylinder
27	Kolbenbohrung
28	erste Druckkammer
29	zweite Druckkammer
30	Deckel
31	Unterseite Deckel
32	Zylinderboden
33	Drosselkanal
34	Bohrung
35	Dichtring
Z	Zuströmrichtung
A	Ablassrichtung

Ansprüche

1. Hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) zum Öffnen und Schließen einer zu einer Druckkammer (28, 29) führenden Hydraulikleitung (3), insbesondere für eine längenverstellbare Pleuelstange (20), mit einem Rückschlagventil (4) und einem Drosselventil (5, 5‘, 5“, 5“‘), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlagventil (4) und das Drosselventil (5, 5‘, 5“) in Reihe geschaltet sind.

2. Hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlagventil (4) schaltbar ist.

3. Hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drosselventil (5, 5‘, 5“‘) als Drossel-Rückschlagventil ausgebildet ist.

4. Hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlagventil (4) und das Drosselventil (5, 5‘, 5“, 5“‘) in einer gemeinsamen Gehäuseeinheit (6, 6“) angeordnet sind.

5. Hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gehäuseeinheit (6, 6“) einen Ventildeckel (14) aufweist, der mindestens eine gemeinsame Zuström- und Ablassöffnung (15) für das Rückschlagventil (4) und das Drosselventil (5, 5‘, 5“, 5“‘) ausbildet.

6. Hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drosselventil (5, 5‘) in der gemeinsamen Gehäuseeinheit (6) in Ablassrichtung (A) vor dem Rückschlagventil (4) angeordnet ist.

7. Hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drosselventil (5“) in der gemeinsamen Gehäuseeinheit (6) in Ablassrichtung (A) nach dem Rückschlagventil (4) angeordnet ist.

8. Hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drosselventil (5) einen kegelförmigen Schließkörper (10) umfasst, der in einem Ventilsitz (9) gelagert ist und mindestens eine Drosselöffnung (12) und mindestens eine in Ablassrichtung (A) verschließbare Durchflussöffnung (13) aufweist.

9. Hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drosselventil (5‘) eine Membran (18) mit mindestens einer Drosselöffnung (12) und mindestens eine in Ablassrichtung (A) durch die Membran (18) verschließbare Durchflussöffnung (13) aufweist.

10. Hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5 und 7, ferner umfassend einen Steuerkörper (16, 17), wobei vorzugsweise der Steuerkörper (16, 17) das Drosselventil (5“) ausbildet.

11. Hydraulischer Ventilmechanismus nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drosselventil (5“) schaltbar ist.

12. Pleuelstange (20) für einen Verbrennungsmotor mit variablem Verdichtungsverhältnis, insbesondere einen Ottomotor, wobei die Pleuelstange (20) ein erstes Pleuelauge (22) und ein zweites Pleuelauge (25) aufweist, wobei der Abstand zwischen dem ersten Pleuelauge (22) und dem zweiten Pleuelauge (25) mittels einer Längenverstellungeinrichtung einstellbar ist, die mindestens eine mit mindestens einer Hydraulikleitung (3) verbundene Druckkammer (28, 29) umfasst, wobei in der Hydraulikleitung (3) zumindest ein hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 angeordnet ist.

13. Verbrennungsmotor mit mindestens einem Hubkolben und mindestens einem in dem Hubkolben geführten Zylinder und mit einer mit dem Hubkolben verbundenen Pleuelstange (20) nach Anspruch 12.

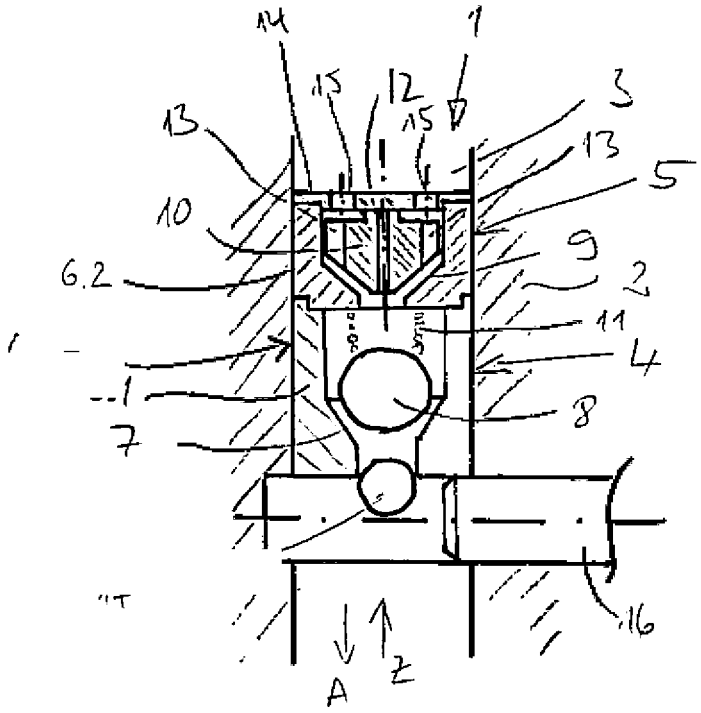


Fig. 1a

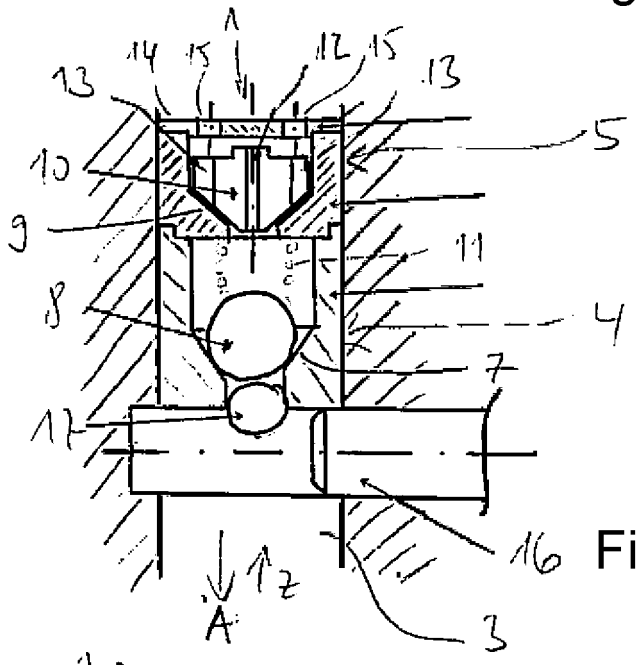


Fig. 1b

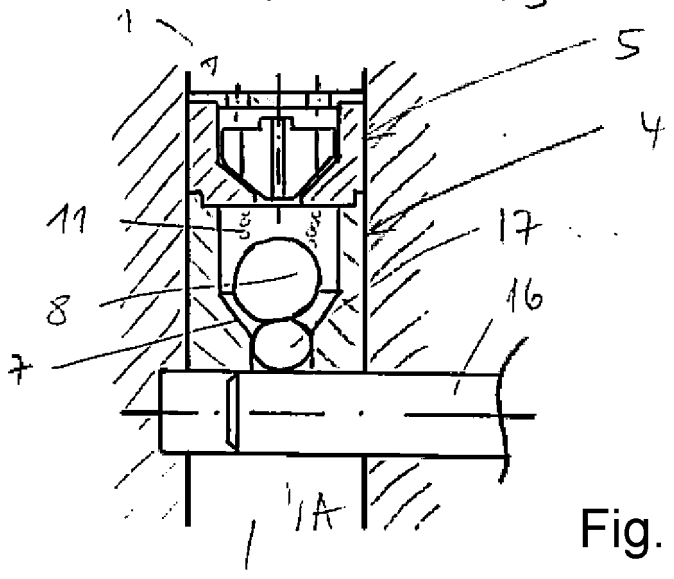


Fig. 1c

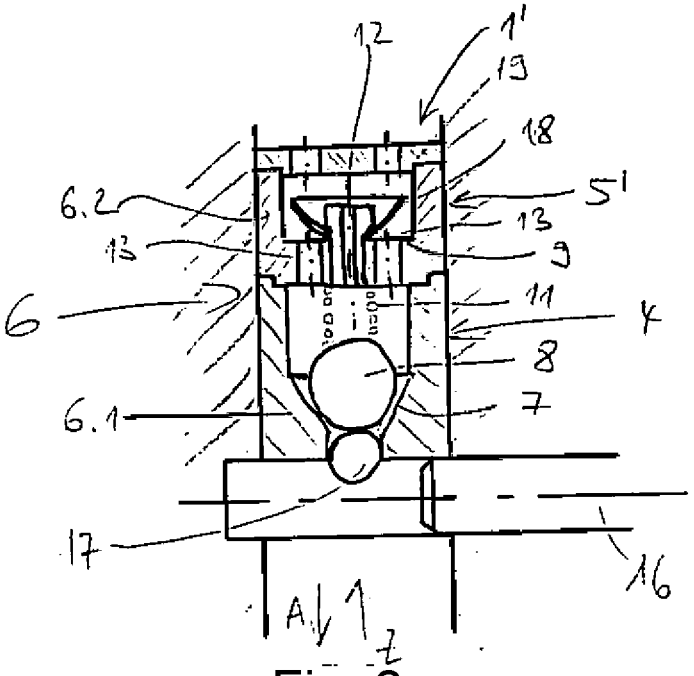

12
1'
19
18
6.2
5'
13
13
9
6
11
4
8
6.1
7
17
16
A 1/1

Fig. 2

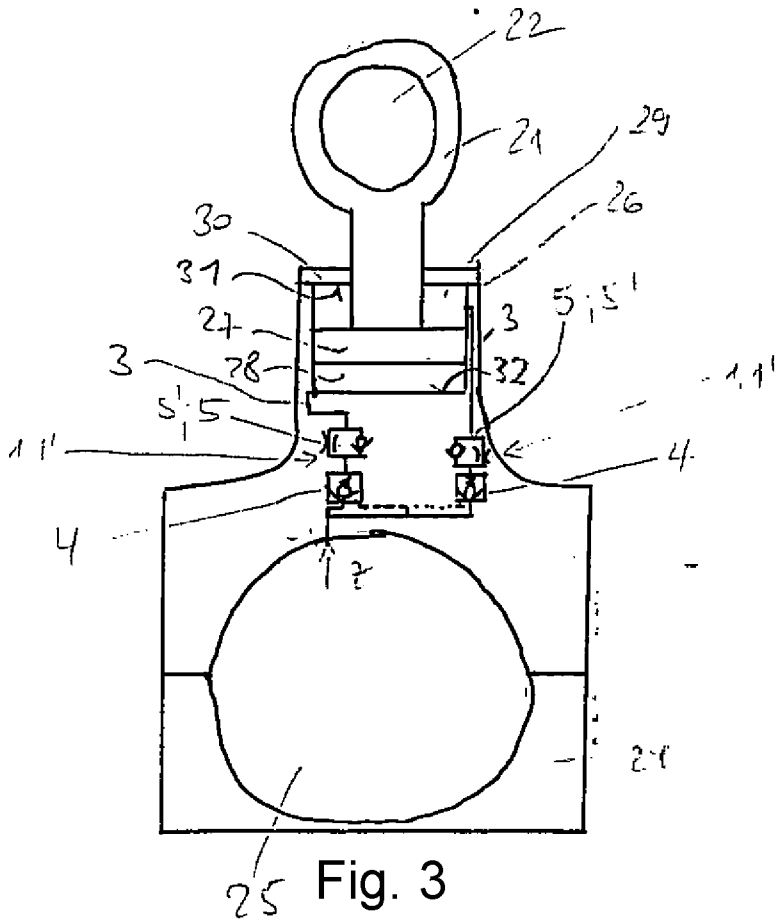

22
21
29
26
30
31
27
3
5;5'
3
28
32
1,1'
5'
5
1 1'
4
4
7
25

Fig. 3

3/4

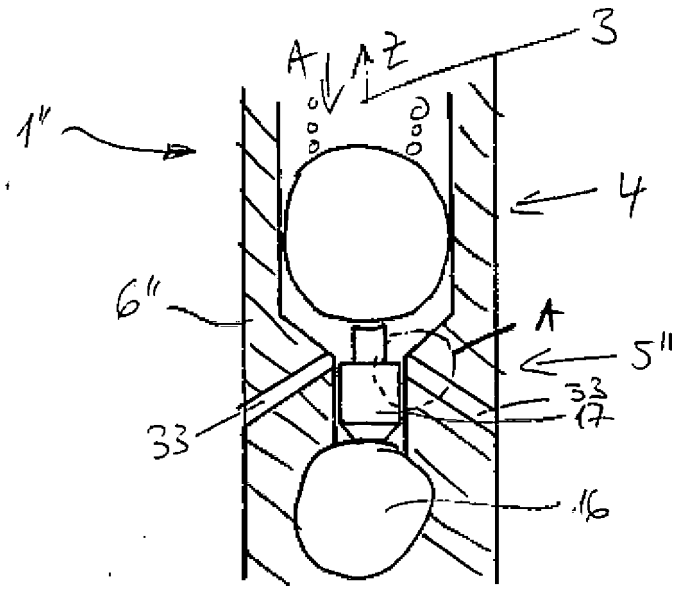


Fig. 4a

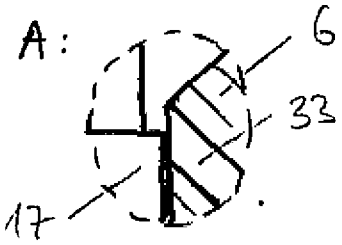


Fig. 4b

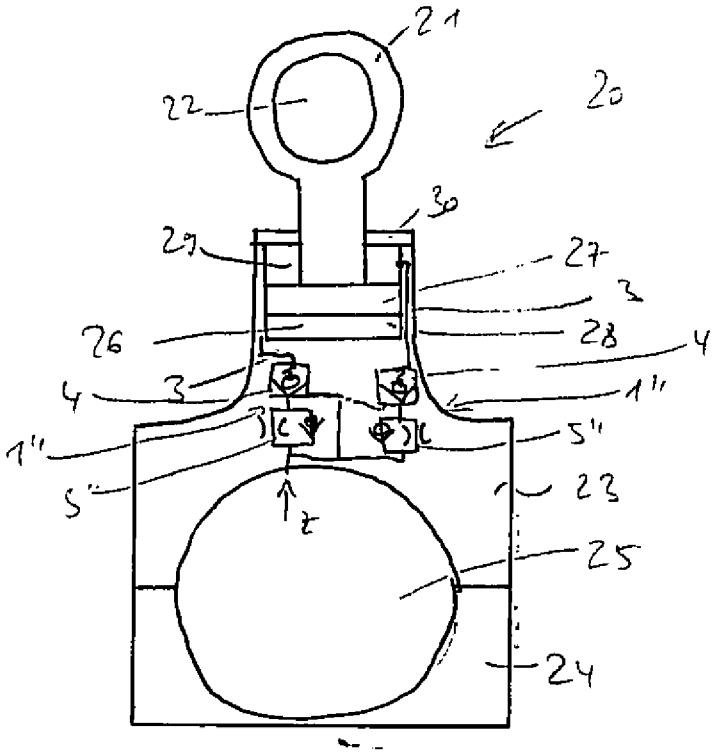


Fig. 4c

4/4

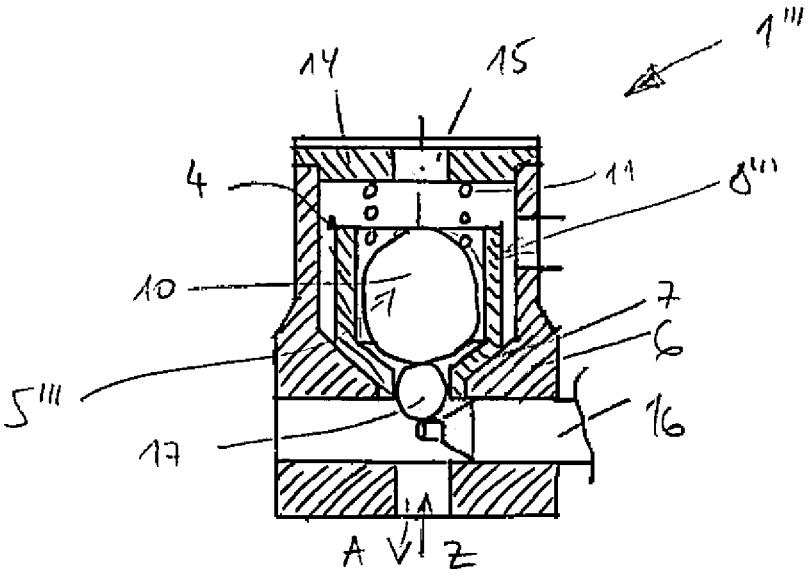


Fig. 5

Ansprüche

1. Hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) zum Öffnen und Schließen einer zu einer Druckkammer (28, 29) führenden Hydraulikleitung (3), insbesondere für eine längenverstellbare Pleuelstange (20), mit einem Rückschlagventil (4) und einem Drosselventil (5, 5‘, 5“, 5“‘), wobei das Rückschlagventil (4) und das Drosselventil (5, 5‘, 5“) hintereinander angeordnet und in Reihe geschaltet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drosselventil (5, 5‘, 5“‘) als Drossel-Rückschlagventil ausgebildet ist, wobei beim Befüllen der Druckkammer (28, 29) über das Rückschlagventil des Drossel-Rückschlagventils die Drossel des Drossel-Rückschlagventils überbrückbar ist und beim Ablassen der Druckkammer das Rückschlagventil des Drossel-Rückschlagventils sperrt und ein Hydraulikfluid über die Drossel gedrosselt ablassbar ist.

2. Hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlagventil (4) schaltbar ist.

3. Hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlagventil (4) und das Drosselventil (5, 5‘, 5“, 5“‘) in einer gemeinsamen Gehäuseeinheit (6, 6“) angeordnet sind.

4. Hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gehäuseeinheit (6, 6“) einen Ventildeckel (14) aufweist, der mindestens eine gemeinsame Zuström- und Ablassöffnung (15) für das Rückschlagventil (4) und das Drosselventil (5, 5‘, 5“, 5“‘) ausbildet.

5. Hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drosselventil (5, 5‘) in der gemeinsamen Gehäuseeinheit (6) in Ablassrichtung (A) vor dem Rückschlagventil (4) angeordnet ist.

6. Hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drosselventil (5“) in der gemeinsamen Gehäuseeinheit (6) in Ablassrichtung (A) nach dem Rückschlagventil (4) angeordnet ist.

7. Hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drosselventil (5) einen kegelförmigen Schließ-

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE

körper (10) umfasst, der in einem Ventilsitz (9) gelagert ist und mindestens eine Drosselöffnung (12) und mindestens eine in Ablassrichtung (A) verschließbare Durchflussöffnung (13) aufweist.

8. Hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drosselventil (5‘) eine Membran (18) mit mindestens einer Drosselöffnung (12) und mindestens eine in Ablassrichtung (A) durch die Membran (18) verschließbare Durchflussöffnung (13) aufweist.

9. Hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4 und 6, ferner umfassend einen Steuerkörper (16, 17), wobei vorzugsweise der Steuerkörper (16, 17) das Drosselventil (5“) ausbildet.

10. Hydraulischer Ventilmechanismus nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass das Drosselventil (5“) schaltbar ist.

11. Pleuelstange (20) für einen Verbrennungsmotor mit variablem Verdichtungsverhältnis, insbesondere einen Ottomotor, wobei die Pleuelstange (20) ein erstes Pleuelauge (22) und ein zweites Pleuelauge (25) aufweist, wobei der Abstand zwischen dem ersten Pleuelauge (22) und dem zweiten Pleuelauge (25) mittels einer Längenverstellungeinrichtung einstellbar ist, die mindestens eine mit mindestens einer Hydraulikleitung (3) verbundene Druckkammer (28, 29) umfasst, wobei in der Hydraulikleitung (3) zumindest ein hydraulischer Ventilmechanismus (1, 1‘, 1“, 1“‘) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 angeordnet ist.

12. Verbrennungsmotor mit mindestens einem Hubkolben und mindestens einem in dem Hubkolben geführten Zylinder und mit einer mit dem Hubkolben verbundenen Pleuelstange (20) nach Anspruch 11.

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE