

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50757/2016 (51) Int. Cl.: **F16C 7/06** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 23.08.2016 **F02B 75/04** (2006.01)
(45) Veröffentlicht am: 15.10.2018 **F15B 13/02** (2006.01)

(30) Priorität:
06.07.2016 DE 102016008306.9 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102014200162 A1
US 5178103 A
DE 102015001066 B3
JP S58165543 A
WO 2016083592 A1
DE 102013113432 A1
DE 1287345 B
US 2778378 A

(73) Patentinhaber:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Pichler Jürgen
8020 Graz (AT)
Krobath Andreas Dipl.Ing.
8503 St. Josef/Weststeiermark (AT)
Felgitscher Johann
8412 Allerheiligen (AT)
Weberbauer Thomas Dipl.Ing. (FH)
8010 Graz (AT)
Lösch Siegfried Dr.
8051 Graz (AT)

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

(54) **Pleuel mit verstellbarer Pleuellänge mit mechanischer Betätigung**

(57) Längenverstellbares Pleuel (100, 200) für eine Hubkolbenmaschine, aufweisend einen Hydraulikzylinder zur Verstellung der Pleuellänge (L), welcher einen Kolben sowie einen ersten und einen zweiten hydraulischen Arbeitsraum (21, 22) aufweist, eine hydraulisch betätigbare und zwischen zwei Schaltzuständen umschaltbare Steuerungseinrichtung (8) mit einem Stellkolben (23) zur Steuerung der Verstellung des Pleuels (100, 200), und eine mechanisch von außerhalb des Pleuels betätigbare Betätigungseinrichtung (9) zum Schalten der Steuerungseinrichtung (8), wobei die Betätigungseinrichtung (9) über hydraulische Betätigungsleitungen (11, 12) mit dem Stellkolben (23) der Steuerungseinrichtung (8) zu deren hydraulischer Betätigung wirkverbunden ist. Im ersten Schaltzustand der Steuerungseinrichtung (8) sperrt das Rückschlagventil (14) den Hydraulikmediumrücklauf aus dem ersten Arbeitsraum (21), während der zweite Arbeitsraum (22) über das offene Rückschlagventil (13) drainiert ist, siehe Fig. 1g. Im zweiten Schaltzustand der Steuerungseinrichtung (8) ist der erste Arbeitsraum (21) über das offene Rückschlagventil (14) drainiert,

während das Rückschlagventil (13) den Hydraulikmediumrücklauf aus dem zweiten Arbeitsraum (22) sperrt.

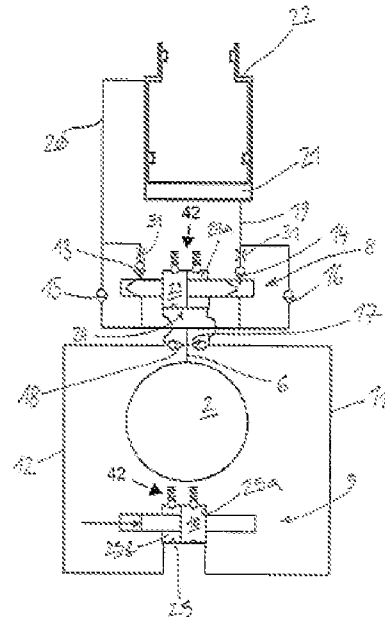


Fig. 1g

Beschreibung

PLEUEL MIT VERSTELLBARER PLEUELLÄNGE MIT MECHANISCHER BETÄTIGUNG

[0001] Die Erfindung betrifft ein Pleuel für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, mit einer Längenverstellvorrichtung, insbesondere wenigstens einem Hydraulikzylinder, zur Verstellung einer wirksamen bzw. effektiven Pleuellänge des Pleuels, welcher wenigstens einen Kolben sowie einen ersten hydraulischen Arbeitsraum und einen zweiten hydraulischen Arbeitsraum aufweist, mit einer hydraulisch betätigbaren und wenigstens zwischen zwei Schaltzuständen umschaltbaren Steuerungseinrichtung mit einem Stellkolben zur Steuerung der Verstellung des Pleuels, wobei in einem ersten Schaltzustand der Steuerungseinrichtung ein Hydraulikmediumrücklauf aus dem ersten Arbeitsraum gesperrt ist und der zweite Arbeitsraum drainiert ist, und in einem zweiten Schaltzustand der erste Arbeitsraum drainiert ist und ein Hydraulikmediumrücklauf aus dem zweiten Arbeitsraum gesperrt ist.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung eine Hubkolbenmaschine mit einem erfindungsgemäßen Pleuel, insbesondere eine derartige, als Hubkolbenbrennkraftmaschine ausgebildete Hubkolbenmaschine sowie ein Fahrzeug mit einer solchen Hubkolbenmaschine.

[0003] Das Pleuel einer Hubkolbenmaschine verbindet im Allgemeinen die Kurbelwelle mit dem Kolben, wobei das Pleuel die lineare Bewegung des Kraft- oder Arbeitskolbens in die kreisförmige Bewegung der Kurbelwelle (linear oszillierende Axialbewegung) oder umgekehrt eine kreisförmige in eine lineare Bewegung umsetzt.

[0004] Am kleineren Pleuelauge ist vorzugsweise der Kolben mit einem Kolbenbolzen befestigt, am größeren Pleuelauge ist im Allgemeinen ein Pleuellager vorgesehen, über welches das Pleuel an der sich drehenden Kurbelwelle befestigt ist. Zwischen dem kleineren Pleuelauge, welches sich am Pleuelkopf befindet, und dem größeren Pleuelauge, welches sich am Pleuelfuß befindet, ist dabei im Allgemeinen der Pleuelschaft angeordnet.

[0005] Verstellbare Pleuel werden insbesondere bei Hubkolbenmaschinen mit variablem Verdichtungsverhältnis zum Einstellen des Verdichtungsverhältnisses eingesetzt. Durch eine Verstellung der Pleuellänge kann das Verdichtungsverhältnis verändert werden, da der obere Totpunkt der Kolbenbewegung verschoben wird. Längenverstellbare Pleuel sind aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannt, beispielsweise aus der WO 2015/055582 A2, der AT 512 334 A1 oder der DE 10 2012 020 999 A1.

[0006] Insbesondere die nachveröffentlichte Druckschrift WO 2016/203047 A1 der Anmelderin betrifft eine längenverstellbare Pleuelstange bzw. ein längenverstellbares Pleuel für eine Hubkolbenmaschine, mit zumindest einem ersten Stangenteil und einem zweiten Stangenteil, wobei die beiden Stangenteile mittels einer Längenverstellvorrichtung in Richtung einer Längsachse der Pleuelstange insbesondere teleskopartig zu- und/oder ineinander verschiebbar sind, wobei die Längenverstellvorrichtung über zumindest einen Hydraulikkanal mit einem Hydraulikmedium beschickbar ist und wobei der wenigstens eine Hydraulikkanal durch eine Steuereinrichtung mit zumindest einem Hydraulikmediumversorgungskanal strömungsverbindbar ist, wobei die Steuereinrichtung ein erstes Ventil und ein zweites Ventil mit jeweils einem in einem Ventilraum angeordneten Ventilkörper aufweist, wobei die Ventilkörper jeweils durch eine Rückstellkraft gegen einen Ventilsitz pressbar sind, wobei ein erster Ventilraum des ersten Ventils mit einem ersten Hydraulikkanal und ein zweiter Ventilraum des zweiten Ventils mit einem zweiten Hydraulikkanal strömungsverbunden ist, und die Ventilkörper über eine zumindest zwischen einer ersten Stellung und einer zweiten Stellung verschiebbare Verbindungseinrichtung miteinander wirkverbunden sind, wobei in der ersten Stellung der Verbindungseinrichtung der erste Ventilkörper und in der zweiten Stellung der Verbindungseinrichtung der zweite Ventilkörper durch die Verbindungseinrichtung jeweils entgegen der Rückstellkraft von dem zugeordneten ersten bzw. zweiten Ventilsitz abhebbar ist und der entsprechende erste bzw. zweite Ventilraum mit dem Hydraulikmediumversorgungskanal strömungsverbindbar ist, und jeweils in der anderen Stellung der Verbindungseinrichtung der erste Ventilkörper am ersten Ventilsitz bzw. der zweite

Ventilkörper am zweiten Ventilsitz aufliegt und die Strömungsverbindung zum Hydraulikmediumversorgungs kanal sperrt.

[0007] Grundsätzlich stellt sich bei längenverstellbaren Pleueln das Problem, wie eine Betätigung oder Steuerung der Längenverstellung des Pleuels von einem Betätigungssystem der Hubkolbenmaschine an das sich linear-oszillierend bewegende Pleuel übertragen werden kann.

[0008] Im Stand der Technik finden sich für eine mechanische Übertragung folgende Ansätze:

[0009] Die Druckschrift WO 2014/019684 A1 betrifft eine Hubkolbenverbrennungskraftmaschine mit variabler Kompression mit einer Betätigungseinheit zur Änderung einer variablen Verdichtung der Hubkolbenverbrennungskraftmaschine, wobei die Betätigungseinheit zur Veränderung der variablen Kompression eine variable Triebwerkskomponente in Form von einem Pleuel mit einer variablen Länge, einem Kolben mit einer variablen Kompressionshöhe und/oder einer Pleuelwelle mit einem variablen Pleuelwellenradius der Hubkolbenverbrennungskraftmaschine betätigt und die Betätigungseinheit in einem unteren Bereich der Hubkolbenverbrennungskraftmaschine angeordnet ist.

[0010] Die Druckschrift DE 10 2005 055 199 A1 betrifft eine Hubkolbenverbrennungskraftmaschine mit zumindest einem einstellbar veränderbaren Verdichtungsverhältnis in einem Hubkolben mittels eines Verstellmechanismus, der zumindest ein in einem Pleuellagerauge oder an einem Hublagerauge eines Pleuels angeordneten Exzenter zur Änderung einer effektiven Länge des Pleuels umfasst, einen Verstellweg des Exzenter, entlang dessen der Exzenter mittels eines durch eine Bewegung des Pleuels hervorgerufenen wirkenden Drehmoments bewegbar ist und zumindest einen veränderbaren Widerstand, der auf eine Verstellbewegung des Exzenter einwirkt und zumindest eine gedämpfte Verstellbewegung des Exzenter bewirkt.

[0011] Die Druckschrift DE 10 2012 020 999 A1 betrifft eine Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einem hydraulischen Verstellmechanismus, der einem Pleuel zugeordnet ist und der zumindest einen in einem Pleuellagerauge oder an einem Hublagerauge eines Pleuels angeordneten Exzenter zum Einstellen von mindestens einem variablen Verdichtungsverhältnis in mindestens einem Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine über eine Änderung einer effektiven Länge L_{eff} des Pleuels mittels der Verstellmechanismus umfasst, wobei der Verstellmechanismus einen ersten Hydraulikzylinder mit einem ersten Kolben in einer ersten Fluidkammer und einen zweiten Hydraulikzylinder mit einem zweiten Kolben in einer zweiten Fluidkammer umfasst und die Hydraulikzylinder mit einem Fluid betrieben werden und eine Einstellung von mindestens dem einen variablen Verdichtungsverhältnis mittels einer Bewegung von mindestens dem ersten Kolben in dem ersten Hydraulikzylinder erfolgt, wobei die erste und die zweite Fluidkammer mit einer ersten Fluidleitung für ein direktes Hin- oder Herströmen des Fluids zwischen der ersten und der zweiten Fluidkammer während der Bewegung des ersten Kolbens im ersten Hydraulikzylinder verbunden sind, wobei die erste Fluidleitung im Pleuel angeordnet ist.

[0012] Die Druckschrift DE 197 03 948 C1 betrifft eine Vorrichtung zur Veränderung der Verdichtung einer Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einer im Motorgehäuse fest gelagerten Pleuelwelle, einem an einer Pleuel der Pleuelwelle gelagerten Pleuel, einem am Pleuel gelagerten, innerhalb eines Motorgehäuses festen Zylinders auf- und abwärts bewegbaren Pleuelkolben, und einer exzentrischen Pleuelhülse, die mit ihrer zylindrischen Innenfläche an der Pleuelwelle und mit ihrer gegenüber der Innenfläche exzentrischen zylindrischen Außenfläche an dem Pleuel gelagert ist, so dass durch Verdrehung der Pleuelhülse relativ zum Pleuel die wirksame Länge des Pleuels veränderbar ist, wobei die exzentrische Pleuelhülse mit wenigstens zwei Verriegelungsausnehmungen ausgebildet ist, und dass am Pleuel ein Verriegelungsglied angebracht ist, welches bei Bewegung in eine Richtung in die eine Verriegelungsausnehmung der Pleuelhülse und bei Bewegung in einer anderen Richtung in die andere Verriegelungsausnehmung der Pleuelhülse eingreift, wobei die eine verriegelte Drehstellung der Pleuelhülse etwa maximaler und die andere verriegelte Drehstellung etwa minimaler wirksamer Pleuellänge entspricht.

[0013] Die Druckschrift DE 102 13 890 B4 betrifft eine Vorrichtung zur Veränderung des geometrischen Verdichtungsverhältnisses bei einer Hubkolbenmaschine, insbesondere einer

Brennkraftmaschine, mit einer über einen exzentrischen Lagerring an einem Kurbelzapfen einer Kurbelwelle gelagerten Pleuelstange pro Zylinder, wobei der Lagerring relativ zur Pleuelstange zwischen zumindest einer ersten Stellung für ein minimales Verdichtungsverhältnis und zumindest einer zweiten Stellung für ein maximales Verdichtungsverhältnis verdrehbar ist, mit einer Fixiereinrichtung, um den Lagerring in der ersten und/oder in der zweiten Stellung zu fixieren, wobei die Fixiereinrichtung zumindest einen durch eine Feder in Richtung einer Verriegelungsstellung belasteten Riegelteil aufweist, welcher in der mit der ersten und/oder zweiten Stellung des Lagerrings korrespondierenden Verriegelungsstellung in eine Rastöffnung des Lagerrings eingreift, wobei der Riegelteil über eine Entriegelungseinrichtung aus der Rastöffnung bringbar ist, und wobei der zumindest einen Randflansch aufweisende Lagerring bei entriegeltem Riegelteil durch eine Verdreheinrichtung von zumindest der einen in die andere Stellung verdrehbar ist, wobei die Verdreheinrichtung ein Verdrehteil mit zumindest einer radial zur Kurbelwelle bewegbaren Rampe aufweist, welche mit zumindest einer äußeren Umfangsfläche eines der Randflansche des Lagerrings in Wälzkontakt bringbar ist, wobei vorzugsweise zumindest eine Rampe ein Entriegelungsteil der Entriegelungseinrichtung bildet, der während des Entriegelungsvorgangs unmittelbar auf den Riegelteil entgegen der Feder einwirkt, und wobei die Rampe bezüglich der Kurbelwelle verdrehfest mit dem Gehäuse der Hubkolbenmaschine verbunden ist.

[0014] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Pleuel für eine Hubkolbenmaschine bereitzustellen, dessen wirksame bzw. effektive Pleuellänge verstellt werden kann. Insbesondere ist es eine Aufgabe der Erfindung, einen verbesserten Betätigungsmechanismus zur Verstellung der wirksamen Pleuellänge bereitzustellen.

[0015] Diese Aufgabe wird durch ein Pleuel nach Anspruch 1 und eine Hubkolbenmaschine mit einem solchen Pleuel nach Anspruch 18 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen beansprucht. Die Lehre der Ansprüche wird hiermit zu einem Teil der Beschreibung gemacht.

[0016] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Pleuel für eine Kolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, aufweisend:

- eine Längenverstellungsvorrichtung, insbesondere wenigstens einen Hydraulikzylinder, zur Verstellung einer wirksamen Pleuellänge des Pleuels, welche wenigstens einen Kolben sowie einen ersten hydraulischen Arbeitsraum und einen zweiten hydraulischen Arbeitsraum aufweist,
- eine hydraulisch betätigbare und wenigstens zwischen zwei Schaltzuständen umschaltbare Steuerungseinrichtung mit einem Stellkolben zur Steuerung der Verstellung des Pleuels, und
- eine mechanisch betätigbare Betätigungseinrichtung zum Schalten der Steuerungseinrichtung, welche über wenigstens eine hydraulische Betätigungsleitung mit dem Stellkolben der Steuerungseinrichtung zu deren hydraulischer Betätigung wirkverbunden ist,

[0017] wobei in einem ersten Schaltzustand der Steuerungseinrichtung ein Hydraulikmediumrücklauf aus dem ersten Arbeitsraum gesperrt ist und der zweite Arbeitsraum drainiert ist, und in einem zweiten Schaltzustand der erste Arbeitsraum drainiert ist und ein Hydraulikmediumrücklauf aus dem zweiten Arbeitsraum gesperrt ist.

[0018] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft eine Hubkolbenmaschine mit wenigstens einem längenverstellbaren Pleuel nach dem ersten Aspekt der Erfindung.

[0019] Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein Fahrzeug mit einer Hubkolbenmaschine, insbesondere mit einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, welche nach dem zweiten Aspekt der Erfindung ausgebildet ist.

[0020] Ein Pleuel im Sinne der Erfindung ist ein üblicherweise bei Hubkolbenmaschinen vorhandenes, länglich ausgebildetes und zwischen Kolben und Kurbelwelle angeordnetes Verbindungselement, über welches der Kolben mechanisch mit der Kurbelwelle verbunden ist.

[0021] Eine Hubkolbenmaschine im Sinne der Erfindung ist eine Maschine, mit der eine lineare Hubbewegung eines Kolbens in eine Drehbewegung einer Welle umgesetzt werden kann bzw. umgekehrt eine Drehbewegung einer Welle in eine lineare Hubbewegung eines Kolbens.

[0022] Ein Pleuelschaftabschnitt im Sinne der Erfindung ist ein Abschnitt des Pleuels, wobei ein erster Pleuelschaftabschnitt vorzugsweise jener Pleuelschaftabschnitt ist, der in einem funktionsmäßigen Einbauzustand eines erfindungsgemäßen Pleuels in einer Hubkolbenmaschine der Kurbelwelle zugewandt ist und der zweite Pleuelschaftabschnitt der dem Kolben zugewandte Pleuelschaftabschnitt ist. Vorzugsweise weist der zweite Pleuelschaftabschnitt zur mechanischen Kopplung mit dem Kolben ein kleineres Pleuelauge auf, und der erste Pleuelschaftabschnitt weist zur Verbindung mit der Kurbelwelle, insbesondere zur Verbindung mit einem Hubzapfen einer Kurbelwelle, ein größeres Pleuelauge auf.

[0023] Ein Hydraulikmediumrücklauf im Sinne der Erfindung ist eine Verringerung eines Hydraulikmediums, insbesondere Öl, in einem Arbeitsraum.

[0024] Drainieren im Sinne der Erfindung bedeutet, dass ein Hydraulikmediumrücklauf, das heißt eine Verringerung des Hydraulikmediums in einem Arbeitsraum, ermöglicht wird. Das Drainieren erfolgt dabei insbesondere durch Kräfte bzw. Drücke, welche von außerhalb des Pleuels auf das Pleuel wirken, beispielsweise durch den Zündvorgang in einer Verbrennungskraftmaschine, oder die durch eine Bewegung des Kolbens aufgrund der Kurbelwellenbewegung eingeleitet werden, beispielsweise Zentrifugalkräfte am oberen Totpunkt.

[0025] Die Erfindung basiert insbesondere auf der Erkenntnis, dass eine Betätigung eines längenverstellbaren Pleuels vorzugsweise mechanisch erfolgen sollte, da eine elektrische Betätigung elektrische/elektronische Komponenten innerhalb des Pleuels benötigen würde, die einerseits den hohen auftretenden Kräften bei der Bewegung eines Pleuels und andererseits den relativ hohen Temperaturen ausgesetzt wären, welche beispielsweise bei einer Verbrennungskraftmaschine als Hubkolbenmaschine auftreten. Die Erfindung basiert dabei insbesondere auf dem Ansatz, die Steuerung eines Hydraulikzylinders, welcher die eigentliche Verstellung der wirksamen Pleuellänge bewirkt, von der mechanischen Betätigung durch eine weitere Hydraulik zwischen der mechanisch betätigbaren Betätigungseinrichtung und der eigentlichen Steuerungseinrichtung für den Hydraulikzylinder zu entkoppeln. Insbesondere ist es hierdurch möglich, die Schaltrichtung von der Betätigungseinrichtung zu der eigentlichen Steuerungseinrichtung, das heißt die Bewegungsrichtung von verschiebbaren Elementen der Betätigungseinrichtung und der Steuerungseinrichtung, im vorliegenden Fall vorzugsweise ein Betätigungskolben der Betätigungseinrichtung und ein Stellkolben der Steuerungseinrichtung, in beliebig verschiedene Richtungen auszurichten. Dies ist vorteilhaft, da die Steuerungseinrichtungen bzw. deren Elemente, wie Stellkolben oder beispielsweise auch Kugelventile, kraftentlastend in Bezug auf Zentripetal- bzw. Zentrifugalkräfte angeordnet werden können. Vorzugsweise kann beispielsweise der Stellkolben der Steuerungseinrichtung hierdurch auch parallel zu einer Längsmittlebene des Pleuelschafts ausgerichtet werden. In dieser Ausrichtung zum Pleuel ist für eine solche Bewegung vorteilhafterweise wesentlich mehr Raum vorhanden als senkrecht zu der Ebene, da das Pleuel nur eine begrenzte Breite aufweist. Zusätzlich können die Betätigungseinrichtung und die Steuerungseinrichtung räumlich völlig getrennt angeordnet werden, insbesondere auf zwei entgegengesetzten Seiten des größeren Pleuelauges, beispielsweise die Steuerungseinrichtung am unteren Bereich des Pleuelschaftes und die Betätigungseinrichtung im Pleuelfuß. Auch hierdurch können die stark begrenzten räumlichen Verhältnisse in dem Pleuel besser zur Unterbringung der für eine Betätigung der Längenverstellung des Kolbens notwendigen Elemente ausgenutzt werden.

[0026] Das erfindungsgemäße Pleuel ist dabei vorzugsweise derart ausgebildet, dass nicht nur die wirksame bzw. effektive Pleuellänge verstellbar ist, das heißt der Abstand zwischen einer Drehachse im kleineren Pleuelauge und einer Drehachse im größeren Pleuelauge, sondern auch die absolute Länge des Pleuels.

[0027] Über die mechanische Betätigung der Betätigungseinrichtung außerhalb des Pleuels, insbesondere durch ein Betätigungselement der Hubkolbenmaschine, ist somit eine Umschal-

tung der Steuereinrichtung bewirkbar. Diese Umschaltung der Steuereinrichtung wird wiederum genutzt, um die Befüllung der beiden Arbeitsräume des Hydraulikzylinders zu steuern. Der erste Arbeitsraum und der zweite Arbeitsraum sind hierbei vorzugsweise auf entgegengesetzten Seiten des Kolbens in dem Hydraulikzylinder angeordnet, vorzugsweise ist jedoch auch eine Anordnung der Arbeitsräume in zwei verschiedenen Hydraulikzylindern möglich, wie beispielsweise in der WO 2014/019684 A1 dargestellt, welche eingangs bereits zitiert wurde.

[0028] Im Folgenden werden vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung dargestellt. Die Merkmale der einzelnen Ausgestaltungen können miteinander kombiniert werden, sofern dies nicht ausdrücklich ausgeschlossen ist.

[0029] In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist das erfindungsgemäße Pleuel einen ersten Pleuelabschnitt, welcher außen an der Längenverstellvorrichtung befestigt ist und/oder die Längenverstellvorrichtung aufnimmt, und einen zweiten Pleuelschaftabschnitt, welcher an dem wenigstens einen Kolben befestigt ist, auf, wobei die beiden Pleuelschaftabschnitte zum Verstellen einer Pleuelschaftlänge, insbesondere entlang einer Längsachse des Pleuels, relativ zueinander verschiebbar sind, vorzugsweise teleskopartig, insbesondere teleskopartig ineinander.

[0030] Grundsätzlich kann die Längenverstellvorrichtung des Pleuels auf beliebige Weise ausgeführt werden. Vorzugsweise ist die Längenverstellvorrichtung jedoch derart ausgeführt, dass einer der beiden Pleuelschaftabschnitte als Führungskörper ausgebildet ist und der andere Schaftabschnitt als in dem Führungskörper verschiebbares Kolbenelement, wobei insbesondere zwischen einer ersten Stirnseite des Kolbenelements und dem Führungskörper ein erster Arbeitsraum und zwischen der zweiten Stirnseite des Kolbenelements und dem Führungskörper ein zweiter Arbeitsraum aufgespannt ist, wobei in den ersten Arbeitsraum ein erster Hydraulikkanal einmündet und in den zweiten Arbeitsraum ein zweiter Hydraulikkanal einmündet, welche von der Steuerungseinrichtung kommen. Mit einem derartig ausgebildeten Pleuelschaft lässt sich auf besonders einfache Art und Weise ein lenkverstellbares Pleuel realisieren, insbesondere ein hydraulisch längenverstellbares Pleuel. Die beiden Pleuelschaftabschnitte bilden hierbei insbesondere einen Hydraulikzylinder.

[0031] Zur längenverstellbaren Stellung eines derartig ausgebildeten erfindungsgemäßen Pleuels kann der Steuerungseinrichtung ein vorzugsweise mit Druck beaufschlagtes Hydraulikmedium zugeführt werden, insbesondere über einen Hydraulikmediumversorgungs kanal. Über die Steuerungseinrichtung kann jeweils einer der beiden Hydraulikkanäle, die jeweils mit einem der beiden Arbeitsräume verbunden sind, mit dem Hydraulikmediumversorgungs kanal strömungsverbunden werden.

[0032] Je nach Zustand der Steuerungseinrichtung, insbesondere je nach Stellung des Stellkolbens der Steuerungseinrichtung, ist entweder der erste Hydraulikkanal und damit der erste Arbeitsraum mit einem Hydraulikmediumversorgungs kanal strömungsverbunden oder der zweite Hydraulikkanal und damit der zweite Arbeitsraum.

[0033] Je nachdem in welchem der beiden Arbeitsräume der höhere Druck anliegt bzw. welcher der beiden Arbeitsräume drainiert wird, werden die beiden Schaftabschnitte des Pleuels durch die Bewegung der Kurbelwelle und von außen einwirkende Kräfte teleskopartig auseinander- oder zusammengeschoben, so dass die wirksame bzw. effektive Pleuellänge zunimmt oder abnimmt.

[0034] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist das erfindungsgemäße Pleuel wenigstens eine Hydraulikmediumzuleitung auf, die mit dem ersten Arbeitsraum und dem zweiten Arbeitsraum strömungsverbindbar ist, wobei das Pleuel, insbesondere die Steuerungseinrichtung, derart ausgebildet ist, dass in einem ersten Schaltzustand der Steuerungseinrichtung der erste Arbeitsraum über die Hydraulikmediumzuleitung mit dem Hydraulikmedium befüllbar ist und in einem zweiten Schaltzustand der Steuerungseinrichtung der zweite Arbeitsraum.

[0035] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Pleuels sind der erste Arbeitsraum und der zweite Arbeitsraum jeweils über ein Rückschlagventil, insbesondere dauerhaft, mit der

Hydraulikmediumzuleitung strömungsverbunden. In dieser Ausführungsform können die Arbeitsräume prinzipiell ständig mit dem Hydraulikmedium befüllt werden, wobei die Pleuellänge über das Drainieren gesteuert wird.

[0036] Die Hydraulikmediumzuleitung ist hierbei vorzugsweise mit dem Pleuellagersitz auf der Kurbelwelle strömungsverbunden, so dass das dort zur Schmierung eingesetzte Hydraulikmedium in die Hydraulikmediumzuleitung einströmt. Die Arbeitsräume sind hierbei insbesondere Hochdruckräume, welche im Rahmen der technischen Toleranzen hydraulikmediumdicht, auch bei hohen Drücken von mehr als 1200 bar, verschlossen werden können.

[0037] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Pleuels ist der Stellkolben der Steuerungseinrichtung wenigstens zwischen einer ersten Schaltposition und einer zweiten Schaltposition axial verschiebbar in einem Stellraum angeordnet, wobei der Stellraum mit der wenigstens einen Betätigungsleitung strömungsverbunden oder strömungsverbindbar ist.

[0038] Der Stellkolben ist in dieser Ausgestaltung vorzugsweise in der Längsmittlebene der Pleuelstange verschiebbar. Ist die Steuerungseinrichtung, wie in der PCT/EP2016/064193 ausgebildet, so sind Hubventile vorzugsweise derart angeordnet, dass Hubachsen der Ventilkörper parallel zur Kurbelwellenachse ausgerichtet sind. Hierdurch sind diese von Vertikal- und Zentrifugalbeschleunigung, welche in dem Pleuel auftreten, entkoppelt. Dadurch sind relativ geringe Federrückstellkräfte für die Ventilkörper ausreichend, um die Hubventile geschlossen zu halten. Dies führt zu einem guten Ansprechverhalten der Steuerungseinrichtung. Bei größeren Federrückstellkräfte wären sehr hohe Kräfte erforderlich, das heißt hohe Drücke des Hydraulikmediums, um diese die Ventile zu öffnen. Doch selbst in diesem Fall könnten die Beschleunigungen bei sehr hohen Drehzahlen der Kurbelwelle, insbesondere bei mehr als 4000 U/min, vorzugsweise in einem Bereich von 7000 bis 8000 U/min, zu einem Abheben der Ventilkörper vom Ventilsitz führen.

[0039] Weiter vorzugsweise ist der Stellraum als Steuerzylinder ausgebildet.

[0040] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Pleuels ist der Stellraum der Steuerungseinrichtung als zweiseitig wirkende Steuerung ausgebildet, wobei die Steuerung der Steuerungseinrichtung über eine erste hydraulische Betätigungsleitung und eine zweite hydraulische Betätigungsleitung mit der Betätigungseinrichtung wirkverbunden ist, wobei der Stellkolben den Stellraum in einen ersten Steuer-Druckraum und einen zweiten Steuer-Druckraum teilt, und wobei der erste Steuer-Druckraum des Stellraums mit der ersten Betätigungsleitung strömungsverbunden oder strömungsverbindbar ist und der zweite Steuer-Druckraum des Stellraums mit der zweiten Betätigungsleitung. In dieser vorteilhaften Ausgestaltung kann auf eine Rückstellfeder für den Stellkolben verzichtet werden, da der Stellkolben durch einen Druckunterschied in dem ersten Steuer-Druckraum zwischen dem ersten Steuer-Druckraum und dem zweiten Steuer-Druckraum in der Steuerungseinrichtung verschoben bzw. bewegt wird, das heißt zwischen der ersten Schaltposition und der zweiten Schaltposition axial verschoben wird. Hierdurch kann insbesondere auf eine Veränderung des Druckes des Hydraulikmediums verzichtet werden. Der Druck des Hydraulikmediums kann immer konstant bleiben und liegt entweder in dem einen, dem ersten Steuer-Druckraum oder in dem zweiten Steuer-Druckraum an. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn das Hydraulikmedium auch zur Schmierung des Pleuellagers eingesetzt wird.

[0041] Grundsätzlich kann der Stellkolben beliebig orientiert sein und einige der möglichen Orientierungen sind in der PCT/EP2016/064193 dargestellt.

[0042] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Pleuels weist die Betätigungseinrichtung ein in einem Betätigungsraum zwischen einer ersten Betätigungsposition und einer zweiten Betätigungsposition axial verschiebbar angeordneten Betätigungskolben auf, wobei der Betätigungskolben vorzugsweise senkrecht zu einer Längsmittlebene des Pleuelschafts axial verschiebbar ist. Grundsätzlich ist der Betätigungskolben, wie auch der Stellkolben, beliebig orientierbar.

[0043] Das heißt, die Längsachse des Betätigungszyinders ist vorzugsweise parallel zur Kurbelwelle. Hierdurch können Verschiebungen, welche durch Beschleunigungen oder Verzögerungen der Drehbewegung der Kurbelwelle hervorgerufen werden können, vermieden werden. Die Betätigungseinrichtung ist vorzugsweise in einem ersten Betätigungszustand, wenn sich der Betätigungskolben in der ersten Betätigungsposition befindet und in einem zweiten Betätigungszustand, wenn sich der Betätigungskolben in der zweiten Betätigungsposition befindet. Vorzugsweise können auch drei Betätigungszustände vorgesehen sein, beispielsweise eine Mittelstellung, mit der die Steuereinrichtung blockiert werden kann.

[0044] Vorzugweise weist die Betätigungseinrichtung eine Arretierungseinrichtung auf, insbesondere über Federn vorgespannte Kugeln, welche in Ausnehmungen in dem Betätigungskolben gedrückt werden, um ein unerwünschtes Verrutschen des Betätigungskolbens zu vermeiden.

[0045] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Pleuels ist der Betätigungsraum der Betätigungseinrichtung als zweiseitig wirkender Betätigungsraum ausgebildet, wobei der Betätigungskolben vorzugsweise den Betätigungsraum in einen ersten Betätigungs-Druckraum und einen zweiten Betätigungs-Druckraum teilt, wobei insbesondere der erste Betätigungs-Druckraum mit der ersten Betätigungsleitung strömungsverbunden oder strömungsverbindbar ist und der zweite Betätigungs-Druckraum mit der zweiten Betätigungsleitung.

[0046] Vorzugsweise ist das Pleuel derart ausgebildet, insbesondere die Betätigungseinrichtung und die Steuerungseinrichtung, dass durch ein Verschieben des Betätigungskolbens von der ersten Betätigungsposition in die zweite Betätigungsposition und umgekehrt jeweils ein Schalten der Steuerungseinrichtung bewirkbar ist, vorzugsweise von dem ersten Schaltzustand in den zweiten Schaltzustand und umgekehrt. Insbesondere bewirkt ein Verschieben des Betätigungskolbens von der ersten Betätigungsposition in die zweite Betätigungsposition und umgekehrt ein Verschieben des Stellkolbens der Steuerungseinrichtung von der ersten Schaltposition in die zweite Schaltposition und umgekehrt.

[0047] Vorzugsweise sind der Betätigungsraum, die Betätigungsleitung und die Steuerung derart mit Hydraulikmedium gefüllt, dass eine axiale Verschiebung des Betätigungskolbens über das Hydraulikmedium in dem Betätigungsraum, der Betätigungsleitung und dem Steuerraum auf den Stellkolben übertragen wird. Hierdurch bewirkt eine axiale Verschiebung des Betätigungskolbens eine axiale Verschiebung des Stellkolbens und damit ein Schalten der Steuerungseinrichtung. Auf diese Weise kann durch ein von außerhalb des Pleuels verursachtes mechanisches Verschieben des Betätigungskolbens, vorzugsweise mittels eines Betätigungselements in dem Kurbelwellengehäuse der Hubkolbenmaschine, über das Hydraulikmedium in den Steuerleitungen eine Betätigung der Steuerungseinrichtung bewirkt werden und damit auch eine Änderung des Drucks des Hydraulikmediums bzw. der Menge des Hydraulikmediums in den Arbeitsräumen der Längenstellvorrichtung und damit wiederum eine Änderung der effektiven Länge des Pleuelschafts. Wird durch die Steuereinrichtung der erste Arbeitsraum drainiert, verringert sich vorzugsweise die effektive Pleuellänge, wird dagegen der zweite Arbeitsraum drainiert, vergrößert sich vorzugsweise die Pleuellänge.

[0048] Hierzu ist der Betätigungskolben vorzugsweise in einer sich senkrecht zur Längsmittel-ebene des Pleuelschafts erstreckenden Ausnehmung geführt. Insbesondere ist diese Ausnehmung an dem ersten Pleuelschaftabschnitt unterhalb des größeren Pleuelauges angeordnet. Vorzugsweise bildet diese Ausnehmung zumindest teilweise auch den Betätigungsraum, wobei der Betätigungskolben insbesondere zumindest über einen Teil seines Schiebeweges wenigstens mit einem seiner Enden seitlich aus dieser Ausnehmung herausragt. Auf diese Weise kann der Betätigungskolben von außerhalb des Pleuels betätigt werden.

[0049] Vorzugsweise ragt der Betätigungskolben seitlich in der Weise aus dem Pleuel heraus, dass bei der Hubbewegung während eines Arbeitshubs der Pleuelschaft derart an einem ortsfest im Kurbelwellengehäuse angeordneten Betätigungselement, welches weiter vorzugsweise durch einen Aktor verschiebbar ist, vorbeigeführt werden kann, dass mittels des Betätigungs-

elements mechanisch eine axiale Verschiebung des Betätigungskolbens bewirkbar ist, vorzugsweise von der ersten Betätigungsposition in die zweite Betätigungsposition oder umgekehrt. Vorzugsweise kann die axiale Verschiebung des Betätigungskolbens auch auf mehrere Hübe des Pleuels aufgeteilt sein.

[0050] Vorzugsweise weist der Betätigungskolben nach außen ragende zapfenartige bzw. stangenförmige, insbesondere zylinderförmige Abschnitte auf. Weiter vorzugsweise ist der Betätigungskolben, ähnlich einer aus einem Dämpfergehäuse herausgeführten Kolbenstange bei einem Schwingungsdämpfer, aus dem Steuerraum herausgeführt, so dass die Dichtigkeit des Steuerraums gewährleistet werden kann.

[0051] Das Betätigungselement in dem Kurbelwellengehäuse ist vorzugsweise durch eine Kulissenführung gebildet, insbesondere durch eine verstellbare Kulissenführung. Selbstverständlich kann das Betätigungselement aber auch Teil einer Aktuatorvorrichtung sein und beispielsweise hydraulisch oder elektromagnetisch betätigbar sein.

[0052] Vorteilhafterweise ist wenigstens ein Ende des Betätigungskolbens als eine Steuerfläche ausgebildet. Vorzugsweise kann diese als Keilfläche geformt sein. Auf diese Weise ist ein einfaches Verschieben mit einem ortsfesten Betätigungselement realisierbar, wobei die Verschiebung durch Abgleiten des Betätigungselements auf der Keilfläche bewirkt wird. Hierfür ist es vorteilhaft, wenn Keilwinkel, Anpressdruck etc. aufeinander abgestimmt sind.

[0053] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist das erfindungsgemäße Pleuel wenigstens eine Hydraulikmediumzuleitung auf, wobei wenigstens eine der Betätigungsleitungen, vorzugsweise sämtliche Betätigungsleitungen, jeweils mit der Hydraulikmediumzuleitung strömungsverbunden sind, so dass die Betätigungsleitung über die Hydraulikmediumzuleitung mit Hydraulikmedium versorgbar ist. Die Hydraulikmediumzuleitung wird vorzugsweise mit dem Schmiermedium aus dem Pleuellager versorgt.

[0054] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Pleuels ist die Betätigungsleitung jeweils über ein Rückschlagventil mit der Hydraulikmediumzuleitung strömungsverbunden. Hierdurch kann gewährleistet werden, dass eine Verschiebung des Betätigungskolbens in den Betätigungsraum der Betätigungseinrichtung einen Betätigungsdruck zur Verschiebung des Stellkolbens der Steuereinrichtung aufbauen kann. Ein Teil des Druckes könnte ansonsten über die Hydraulikmediumzuleitung wiederum abgebaut werden. Durch das Vorsehen des Rückschlagventils bzw. der Rückschlagventile wird insbesondere ein geschlossenes hydraulisches System zwischen der Betätigungseinrichtung und der Steuereinrichtung erzeugt.

[0055] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Pleuels bilden die erste Betätigungsleitung und der erste Betätigungsdruckraum ein erstes Hydraulikvolumen und der zweite Steuer-Druckraum, die zweite Betätigungsleitung und der zweite Betätigungsdruckraum ein zweites Hydraulikvolumen, wobei vorzugsweise das erste Hydraulikvolumen und/oder das zweite Hydraulikvolumen als ein im Wesentlichen geschlossenes Hydraulikvolumen ausgebildet ist und insbesondere zum oder beim Schalten der Steuerungseinrichtung nicht drainiert sind. Hierdurch wird eine abgeschlossene Hydraulikvorrichtung erzeugt.

[0056] Insbesondere können das erste und/oder das zweite Hydraulikvolumen überhaupt nicht drainiert werden. Weiter vorzugsweise sind weder der Steuerraum noch der Betätigungsraum noch die Betätigungsleitung drainiert. Hierdurch wird ein ständig geschlossener Hydraulikmedium-Kreislauf zwischen Betätigungseinrichtung und Steuerungseinrichtung verwirklicht. Somit kann kein Hydraulikmediumrücklauf aus diesem Kreislauf stattfinden. Allerdings sind auch hier im Rahmen der technischen Toleranzen Leckagen vorhanden. Diese werden vorzugsweise über das Rückschlagventil zu der Hydraulikmediumzuleitung ausgeglichen. Mit dem Druck des Hydraulikmediums, beispielsweise des Schmierdrucks, sind die Hydraulikleitungen beaufschlagt.

[0057] In einer weiteren, alternativen vorteilhaften Ausgestaltung sind das erste Hydraulikvolumen und/oder das zweite Hydraulikvolumen der Betätigungseinrichtung drainierbar, wobei das

Pleuel vorzugsweise derart ausgebildet ist, dass entweder das erste Hydraulikvolumen drainierbar ist oder das zweite Hydraulikvolumen. In dieser Ausgestaltung kann insbesondere auf die Rückschlagventile zwischen den Betätigungsleitungen und der Hydraulikmediumzuleitung verzichtet werden.

[0058] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist die Betätigungseinrichtung wenigstens einen Drainagekanal zur Drainage des ersten Hydraulikvolumens und/oder zur Drainage des zweiten Hydraulikvolumens auf, wobei die Betätigungseinrichtung vorzugsweise derart ausgebildet ist, dass in einer ersten Betätigungsposition des Betätigungskolbens das zweite Hydraulikvolumen drainiert ist und in einer zweiten Betätigungsposition das erste Hydraulikvolumen.

[0059] Sowohl die Arbeitsräume als auch die Hydraulikvolumina sind im gesperrten bzw. geschlossenen Zustand funktionsbedingt als Hydraulikmediumdicht zu verstehen. In der Realität können im Rahmen der technischen Toleranzen jedoch Leckagen auftreten.

[0060] Vorzugsweise werden die Hydraulikvolumina über die Betätigungsleitung drainiert. Alternativ kann aber vorzugsweise auch vorgesehen sein, dass der Steuer-Druckraum oder der Betätigungsdruckraum jeweils drainiert werden. Weiter vorzugsweise findet die Drainage in das Kurbelwellengehäuse statt.

[0061] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist der Betätigungskolben wenigstens einen Drainagekanal auf, wobei der Drainagekanal vorzugsweise dazu ausgebildet ist, Hydraulikmedium aus dem ersten Hydraulikvolumen und/oder dem zweiten Hydraulikvolumen in den Kurbelraum abzuleiten, wobei die Betätigungseinrichtung insbesondere derart ausgebildet ist, dass in einer ersten Betätigungsposition der Drainagekanal fluidkommunizierend mit dem zweiten Hydraulikvolumen, vorzugsweise mit der zweiten Betätigungsleitung, verbunden ist und in der zweiten Betätigungsposition mit dem ersten Hydraulikvolumen, insbesondere mit der ersten Betätigungsleitung.

[0062] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Pleuels weist der Betätigungskolben einen sich in axialer Richtung über die gesamte Länge des Betätigungskolbens erstreckenden axialen Drainagekanal auf sowie vorzugsweise wenigstens einen ersten und einen zweiten radialen Drainagekanal, wobei die radialen Drainagekanäle insbesondere fluidkommunizierend mit dem axialen Drainagekanal verbunden sind. Durch das Vorsehen von Drainagekanälen in dem Betätigungskolben lässt sich eine besonders einfache Drainage der Hydraulikvolumina verwirklichen.

[0063] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die Betätigungseinrichtung derart ausgebildet, dass in einer ersten Betätigungsposition das zweite Hydrauliksystem, vorzugsweise die zweite Betätigungsleitung, fluidkommunizierend mit dem zweiten radialen Drainagekanal verbunden ist und in der zweiten Betätigungsposition das erste Hydraulikvolumen fluidkommunizierend mit dem ersten radialen Drainagekanal verbunden ist.

[0064] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Pleuels sind die Steuerungseinrichtung und die Betätigungseinrichtung auf entgegengesetzten Seiten des größeren Pleuelauges angeordnet. Hierdurch wird der verfügbare Raum in dem Pleuel besonders effektiv ausgenutzt. Des Weiteren wird eine Gewichtszunahme auf einer Seite des Pleuels durch zusätzliche Elemente der Steuereinrichtung auf der anderen Seite des Pleuelauges durch zusätzliche Elemente der Betätigungseinrichtung ausgeglichen, so dass eine Unwucht des Pleuels verringert werden kann.

[0065] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Pleuels ist die Steuerungseinrichtung im Pleuelschaft, insbesondere in dem ersten Pleuelschaftabschnitt, vorzugsweise näher am größeren Pleuelauge als am kleineren Pleuelauge, angeordnet.

[0066] Die im Vorhergehenden ausgeführten Merkmale und Vorteile in Bezug auf den ersten Aspekt der Erfindung gelten auch für den zweiten und dritten Aspekt der Erfindung entsprechend.

[0067] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine ist der Betätigungskolben durch ein ortsfest im Kurbelwellengehäuse angeordnetes Betätigungselement mechanisch verschiebbar, vorzugsweise von der ersten Betätigungsposition in die zweite Betätigungsposition und umgekehrt. Vorzugsweise ist das Betätigungselement hierbei als Aktuatorelement ausgebildet, dessen Stellung verändert werden kann.

[0068] Diese und weitere Merkmale und Vorteile gehen außer aus den Ansprüchen und aus der Beschreibung auch aus den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren, in Form von Unterkombinationen bei einer Ausgestaltung der Erfindung verwirklicht sein können und eine vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführung darstellen können, für die ebenfalls Schutz beansprucht wird, sofern sie technisch sinnvoll ist.

[0069] Die Erfindung wird im Folgenden an Hand von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen, die in den Figuren dargestellt sind, näher erläutert. Darin zeigen wenigstens teilweise schematisch:

- [0070]** Fig. 1a ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Pleuels in einer ersten perspektivischen Darstellung,
- [0071]** Fig. 1b das erfindungsgemäße Pleuel aus Fig. 1a in einer zweiten, um 180° um eine Längsachse des Pleuels gedrehten, perspektivischen Darstellung,
- [0072]** Fig. 1c das erfindungsgemäße Pleuel aus den Fig. 1a und 1b in Schnittdarstellung entlang der Schnittebene B-B (siehe Fig. 1e),
- [0073]** Fig. 1d das erfindungsgemäße Pleuel aus den Fig. 1a bis 1c in Schnittdarstellung entlang der Schnittebene x-x (siehe Fig. 1c),
- [0074]** Fig. 1e das erfindungsgemäße Pleuel aus den Fig. 1a bis 1d in einem Längsschnitt,
- [0075]** Fig. 1f das erfindungsgemäße Pleuel aus den Fig. 1a bis 1e in Schnittdarstellung entlang der Schnittebene A-A (siehe Fig. 1e),
- [0076]** Fig. 1g ein Hydraulikschema des erfindungsgemäßen Pleuels aus den Fig. 1a-1f,
- [0077]** Fig. 2a ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Pleuels in einer ersten perspektivischen Darstellung,
- [0078]** Fig. 2b das erfindungsgemäße Pleuel aus Fig. 2a in einer zweiten, um 180° um eine Längsachse des Pleuels gedrehten, perspektivischen Darstellung,
- [0079]** Fig. 2c das erfindungsgemäße Pleuel aus den Fig. 2a und 2b in Schnittdarstellung entlang der Schnittebene B-B (siehe Fig. 2e),
- [0080]** Fig. 2d das erfindungsgemäße Pleuel aus den Fig. 2a bis 2c in Schnittdarstellung entlang der Schnittebene x-x (siehe Fig. 2c),
- [0081]** Fig. 2e das erfindungsgemäße Pleuel aus den Fig. 2a bis 2d in einem Längsschnitt,
- [0082]** Fig. 2f das erfindungsgemäße Pleuel aus den Fig. 2a bis 2e in Schnittdarstellung entlang der Schnittebene A-A (siehe Fig. 2e),
- [0083]** Fig. 2g ein erstes Hydraulikschema des zweiten Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 2a-2f,
- [0084]** Fig. 2h ein zweites Hydraulikschema des zweiten Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 2a-2f,
- [0085]** Fig. 3a eine Variante des zweiten Ausführungsbeispiels in einer perspektivischen, teilweise transparenten Teilansicht,
- [0086]** Fig. 3b eine leicht um die Längsachse des Pleuels gedrehte Ansicht der Darstellung aus Fig. 3a,

- [0087] Fig. 3c eine um 180° um die Längsachse des Pleuels gedrehte Ansicht der Darstellung aus Fig. 3a,
- [0088] Fig. 3d das erfindungsgemäße Pleuel aus den Fig. 3a bis 3c in Schnittdarstellung entlang einer Pleuellängsachse,
- [0089] Fig. 3e der Betätigungskolben der in den Fig. 3a bis 3d dargestellten Variante in perspektivischer Darstellung,
- [0090] Fig. 3f der Betätigungskolben aus Fig. 3e in Schnittdarstellung entlang seiner Längsachse,
- [0091] Fig. 3g ein Hydraulikschema der Variante des zweiten Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 3a-3d,
- [0092] Fig. 4a eine weitere Variante des zweiten Ausführungsbeispiels in einer ersten perspektivischen, teilweise transparenten Teilansicht,
- [0093] Fig. 4b eine leicht um die Längsachse des Pleuels gedrehte Ansicht der Darstellung aus Fig. 4a,
- [0094] Fig. 4c die Variante aus Fig. 4a in einer zweiten perspektivischen, teilweise transparenten Teilansicht,
- [0095] Fig. 4d eine um 180° um die Längsachse des Pleuels gedrehte Ansicht der Darstellung aus Fig. 4a,
- [0096] Fig. 4e das erfindungsgemäße Pleuel aus den Fig. 4a bis 4d in Schnittdarstellung entlang einer Pleuellängsachse,
- [0097] Fig. 4f der Betätigungskolben der in den Fig. 4a bis 4e dargestellten Variante in Schnittdarstellung entlang seiner Längsachse,
- [0098] Fig. 4g der Betätigungskolben aus Fig. 4f in perspektivischer Darstellung,
- [0099] Fig. 4h ein Hydraulikschema der Variante des zweiten Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 4a bis 4e,
- [00100] Fig. 5 ein alternatives Hydraulikschema für die Variante des zweiten Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 4a bis 4e,
- [00101] Fig. 6a noch eine weitere Variante des zweiten Ausführungsbeispiels in einer ersten perspektivischen, teilweise transparenten Teilansicht,
- [00102] Fig. 6b eine leicht um die Längsachse des Pleuels gedrehte Ansicht der Darstellung aus Fig. 6a,
- [00103] Fig. 6c eine um 180° um die Längsachse des Pleuels gedrehte Ansicht der Darstellung aus Fig. 6a, und
- [00104] Fig. 6d ein Hydraulikschema der Variante des zweiten Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 6a bis 6c.
- [00105] Gleiche Elemente sind in den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Falls nicht anders beschrieben gelten Erläuterungen zu einzelnen Elementen für alle Figuren, in denen besagte Elemente dargestellt sind.
- [00106] Die Fig. 1a bis 1f zeigen in verschiedenen Ansichten ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Pleuels 100 für eine hier nicht dargestellte Hubkolbenbrennkraftmaschine. Fig. 1g zeigt ein Hydraulikschema eines derartigen Pleuels 100.
- [00107] Das Pleuel 100 weist ein kleines Pleuelauge 1 zur Verbindung des Pleuels 100 mit einem Kolben der Hubkolbenmaschine sowie ein großes Pleuelauge 2 zur Verbindung des Pleuels 100 mit dem Hubzapfen einer Kurbelwelle der Hubkolbenmaschine auf, wobei das große Pleuelauge 2 einen abnehmbaren Pleuellagerdeckel 26 aufweist, welcher über Pleuel-

schrauben 5 mit dem Pleuelschaft verschraubt ist.

[00108] Das kleine Pleuelauge 1 ist Teil eines oberen, zweiten Pleuelschaftabschnitts 3 und das große Pleuelauge 2 ist Teil eines ersten, unteren Pleuelschaftabschnitts 4.

[00109] Der zweite Pleuelschaftabschnitt 3 ist gegenüber dem ersten Pleuelschaftabschnitt 4 zwischen einer ausgezogenen Lage und einer in den Fig. 1a bis 1f dargestellten, eingeschobenen Lage um einen Verstellbereich (ΔL) in Richtung einer Längsachse des Pleuels 100 verstellbar, wobei der zweite Pleuelschaftabschnitt 3 und der erste Pleuelschaftabschnitt 4 insbesondere teleskopartig ineinander- und auseinanderschickbar sind, so dass eine wirksame Pleuellänge L verstellbar ist. Der untere erste Pleuelschaftabschnitt 4 bildet dabei einen Führungskörper, insbesondere einen Führungszylinder, in welchem der obere zweite Pleuelschaftabschnitt 3 aufgenommen und geführt ist.

[00110] Der obere zweite Pleuelschaftabschnitt 3 bildet dabei einen Kolben eines zweiseitig wirkenden Hydraulikzylinders und der untere erste Pleuelschaftabschnitt 4 den Zylinderraum, wobei eine Unterseite, d.h. eine dem großen Pleuelauge 2 zugewandte Seite, eine erste Wirkfläche des Kolbens bildet und eine nach oben orientierte, hier nicht näher bezeichnete Ringfläche am oberen zweiten Pleuelschaftabschnitt 3 eine zweite Wirkfläche.

[00111] Die erste Wirkfläche des oberen zweiten Pleuelschaftabschnitts 3 bildet dabei mit dem unteren Teil des Führungszylinders des unteren ersten Pleuelschaftabschnitts 4 einen ersten hydraulischen Arbeitsraum 21 und die zweite Wirkfläche des oberen zweiten Pleuelschaftabschnitts 3 bildet zusammen mit dem oberen Teil des Führungszylinders des unteren ersten Pleuelschaftabschnitts 4 und einem am oberen Ende in den Führungszylinder des unteren ersten Pleuelschaftabschnitts 4 eingesetzten, hier nicht näher bezeichneten Anschlagelementes einen zweiten hydraulischen Arbeitsraum 22.

[00112] Die Wirkflächen am oberen Pleuelschaftabschnitt bilden Druckangriffsflächen für ein in die Arbeitsräume 21 und 22 geleitetes Hydraulikmedium, wobei in diesem Fall das zur Schmierung der Hubkolbenbrennkraftmaschine verwendete Motoröl als Hydraulikmedium genutzt wird. In den ersten Arbeitsraum 21 mündet ein erster Hydraulikkanal 19 und in den zweiten Arbeitsraum 22 ein zweiter Hydraulikkanal 20.

[00113] Wird der untere, erste Arbeitsraum 21 mit Hydraulikmedium gefüllt und ein Rücklauf aus dem ersten Arbeitsraum 21 gesperrt und der obere, zweite Arbeitsraum 22 drainiert, werden die Pleuelschaftabschnitte 3 und 4 auseinander geschoben und die wirksame Pleuellänge L nimmt zu. Wird hingegen der untere, erste Arbeitsraum 21 drainiert und der obere, zweite Arbeitsraum 22 mit Hydraulikmedium befüllt und ein Rücklauf aus dem zweiten Arbeitsraum 22 gesperrt, werden Pleuelschaftabschnitte 3 und 4 ineinander geschoben und die wirksame Pleuellänge nimmt ab.

[00114] Die Ölversorgung des ersten und zweiten Hydraulikkanals 19, 20 erfolgt über eine Hydraulikmediumzuleitung 6, welche über eine Ölversorgungsnut 7 mit dem Pleuellager des großen Pleuelauges 2 fluidkommunzierend verbunden ist.

[00115] Zur Steuerung der Befüllung der Arbeitsräume 21 und 22 mit Hydraulikmedium und zur Drainierung der Arbeitsräume 21 und 22 und damit zur Steuerung der Verstellung der wirksamen Pleuellänge L weist das Pleuel 100 eine Steuerungseinrichtung 8 auf, wobei die Steuerungseinrichtung 8 bei diesem Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Pleuelstange 100 im unteren, ersten Pleuelschaftabschnitt 4 angeordnet ist. Die Steuerungseinrichtung 8 ist dabei vom Prinzip her wie eine in der nachveröffentlichten WO 2016/203047 A1 beschriebene Steuerungseinrichtung ausgebildet, auf welche für weitere, hier nicht beschriebene Details der Steuerungseinrichtung verwiesen wird.

[00116] Die Steuerungseinrichtung 8 weist ein im Strömungsweg zwischen der Hydraulikmediumzuleitung 6 und dem ersten Hydraulikkanal 19 bzw. dem ersten Arbeitsraum 21 angeordnetes, erstes Hubventil 14 mit einem ersten Ventilraum auf, in welchem ein durch eine erste Ventiltfeder vorgespannter erster Ventilkörper gegen einen ersten Ventilsitz gedrückt wird, wobei in

den ersten Ventilraum der erste Hydraulikkanal 19 einmündet.

[00117] Des Weiteren weist die Steuereinrichtung 8 ein im Strömungsweg zwischen der Hydraulikmediumzuleitung 6 und dem zweiten Hydraulikkanal 20 bzw. dem zweiten Arbeitsraum 22 angeordnetes zweites Ventil 13 mit einem zweiten Ventilraum auf, in welchem ein durch eine zweite Ventildfeder vorgespannter zweiter Ventilkörper gegen einen zweiten Ventilsitz gedrückt wird, wobei der zweite Hydraulikkanal 20 in den zweiten Ventilraum einmündet. Die ersten und zweiten Ventilkörper der beiden Hubventile 13 und 14 sind dabei im dargestellten Ausführungsbeispiel durch Kugeln gebildet.

[00118] Ferner weist bei diesem erfindungsgemäßen Pleuel 100 die Steuereinrichtung 8 einen in der Pleuelebene und normal zur Längsachse des Pleuels zwischen einer ersten, hier dargestellten Schaltposition und einer zweiten, nicht dargestellten Schaltposition in einem zweiseitig wirkenden Steuerraum 24 axial verschiebbaren Stellkolben 23 auf, welcher sich in axialer Richtung erstreckende, stangenartige Enden aufweist und welcher sich zwischen dem ersten Hubventil 14 und dem zweiten Hubventil 13 erstreckt, wobei der Stellkolben 23 dabei derart ausgebildet ist, dass in der ersten Schaltposition sein dem ersten Hubventil 13 zugewandtes Ende den Ventilkörper des ersten Hubventils 13 vom Ventilsitz abhebt und somit den Strömungsweg zwischen dem zweiten Arbeitsraum 22 über den zweiten Hydraulikkanal 20 zur Hydraulikmediumzuleitung 6 freigibt, so dass der zweite Arbeitsraum 22 drainiert ist, während das dem zweiten Ventilkörper des zweiten Ventils 14 zugewandte Ende des Stellkolbens 23 vom Ventilkörper des zweiten Hubventils 14 beabstandet ist, so dass der Ventilkörper am Ventilsitz anliegt und ein Rücklauf aus dem ersten Arbeitsraum 21 in die Hydraulikmediumzuleitung 6 gesperrt ist.

[00119] Wirkt demnach während der Hubbewegung des Pleuels 100, d.h. während eines Arbeitshubs, eine Massenkraft auf das Pleuel 100, welche den zweiten Pleuelschaftabschnitt 3 nach oben zieht, wird Hydraulikmedium über das eigentlich geschlossene erste Hubventil 14 angesaugt, indem der erste Ventilkörper durch die im ersten Arbeitsraum 21 entstehende Sogwirkung entgegen der Rückstellkraft der ersten Ventildfeder angehoben wird. Dadurch füllt sich der untere, erste Arbeitsraum 21 über den ersten Hydraulikkanal 19 mit Hydraulikmedium, während Hydraulikmedium aus dem oberen zweiten Arbeitsraum 22 in den zweiten Hydraulikkanal 20 herausgepresst und über das mittels des Steuerkolbens 23 geöffnete zweite Hubventil 13 in die Hydraulikmediumzuleitung 6 abgeleitet wird. Das Pleuel 100 wird dadurch länger. Bis zum Erreichen der maximalen, wirksamen Pleuellänge können dabei mehrere Arbeitshübe erforderlich sein.

[00120] Entsprechend bewirkt der Stellkolben 23 in einer zweiten Schaltposition ein Abheben des Ventilkörpers des ersten Hubventils 14 vom Ventilsitz, so dass der erste Arbeitsraum 21 drainiert wird, während der Ventilkörper des zweiten Hubventils 13 am Ventilsitz anliegt, so dass ein Rücklauf aus dem zweiten Arbeitsraum 22 gesperrt ist.

[00121] Wirkt demnach während der Hubbewegung des Pleuels 100, d.h. während eines Arbeitshubs, eine Massenkraft auf das Pleuel 100, welche den zweiten Pleuelschaftabschnitt 3 nach unten drückt, wird Hydraulikmedium über das eigentlich geschlossene zweite Hubventil 13 angesaugt, indem der zweite Ventilkörper durch die im zweiten Arbeitsraum 22 entstehende Sogwirkung entgegen der Rückstellkraft der zweiten Ventildfeder angehoben wird. Dadurch füllt sich der obere, zweite Arbeitsraum 22 über den zweiten Hydraulikkanal 20 mit Hydraulikmedium, während Hydraulikmedium aus dem unteren ersten Arbeitsraum 21 in den ersten Hydraulikkanal 19 herausgepresst wird und über das mittels des Steuerkolbens 23 geöffnete erste Hubventil 14 in die Hydraulikmediumzuleitung 6 abgeleitet. Das Pleuel 100 wird dadurch kürzer. Bis zum Erreichen der minimalen, wirksamen Pleuellänge können ebenfalls durchaus mehrere Arbeitshübe erforderlich sein.

[00122] Für eine schnellere Befüllung der Arbeitsräume 21 bzw. 22 weist die Steuerungseinrichtung 8 bei diesem Ausführungsbeispiel des Pleuels 100 zusätzlich noch jeweils über ein Rückschlagventil 16 bzw. 15 direkt mit einem der Arbeitsräume 21 bzw. 22 und der Hydraulikmediumzuleitung 6 verbundene Bypass-Hydraulikleitungen auf, wobei das Rückschlagventil 15 im Strömungsweg zwischen der Hydraulikmediumzuleitung 6 und dem zweiten Arbeitsraum 22

angeordnet ist und das Rückschlagventil 16 im Strömungsweg zwischen der Hydraulikmediumzuleitung 6 und dem ersten Arbeitsraum 21.

[00123] Um Druckwellen im hydraulischen Längenverstellsystem zu vermeiden, welche einerseits zu einer ungewollten Längenverstellung führen können und sich andererseits nachteilig auf den gesamten Hydraulikkreislauf der Hubkolbenbrennkraftmaschine auswirken können oder sogar Schäden verursachen können, sind in einigen Hydraulikkanälen zusätzlich Drosseln 31 im Strömungsweg angeordnet.

[00124] Zum Umschalten der Steuereinrichtung 8 vom ersten Schaltzustand in den zweiten Schaltzustand und umgekehrt, d.h. zum Verschieben des Stellkolbens 23 von der ersten Schaltposition in die zweite Schaltposition und umgekehrt, weist das Pleuel 100 erfindungsgemäß eine mechanische Betätigungseinrichtung 9 auf, welche bei diesem erfindungsgemäßen Pleuel 100 über eine erste hydraulische Betätigungsleitung 11 und eine zweite hydraulische Betätigungsleitung 12 mit dem Stellkolben 23 der Steuereinrichtung 8 wirkverbunden ist.

[00125] Dazu teilt der Stellkolben 23 den Steuerraum 24, in welchem der Stellkolben 23 axial verschiebbar angeordnet ist, in einen ersten Steuer-Druckraum 24a und einen zweiten Steuer-Druckraum 24b auf, wobei bei diesem erfindungsgemäßen Pleuel 100 der erste Steuer-Druckraum 24a mit der ersten Betätigungsleitung 11 fluidkommunzierend verbunden ist und der zweite Steuer-Druckraum 24b mit der zweiten Betätigungsleitung 12.

[00126] Durch Erzeugen einer Druckdifferenz am Stellkolben 23, insbesondere einer Druckdifferenz zwischen dem ersten Steuer-Druckraum 24a und dem zweiten Steuer-Druckraum 24b, kann der Stellkolben 23 von der ersten Schaltposition in die zweite Schaltposition bewegt werden.

[00127] Zum Erzeugen der Druckdifferenz am Stellkolben 23 der Steuereinrichtung 8 weist die Betätigungseinrichtung 9 einen in einem Betätigungsraum 25 zwischen einer ersten Betätigungsposition und einer zweiten Betätigungsposition axial verschiebbar angeordneten Betätigungskolben 10 auf, wobei der Betätigungskolben 10 vorzugsweise senkrecht zu einer Längsmittlebene des Pleuels 100 axial verschiebbar ist, also parallel zu einer Kurbelwellenachse.

[00128] Zur mechanischen, axialen Verschiebung mittels eines im Kurbelwellengehäuse angeordneten Stellelementes ist der Betätigungskolben 10 bei dem erfindungsgemäßen Pleuel 100 in einer sich senkrecht zur Längsmittlebene des Pleuels 100 erstreckenden Ausnehmung geführt, insbesondere in einer im zweiten Pleuelschaftabschnitt 4 unterhalb des großen Pleuelauges 2 geführten Ausnehmung, wobei die Ausnehmung zumindest teilweise auch den Betätigungsraum 25 bildet, wobei der Betätigungskolben 10 insbesondere zumindest über einen Teil seines Verschiebewegs wenigstens mit einem Ende seitlich aus der Ausnehmung herausragt.

[00129] Bei diesem Pleuel 100 weist der Betätigungskolben 10 aus dem Betätigungsraum 25 herausragende, zapfenartige bzw. stangenförmige Enden auf, wobei die Enden des Betätigungskolben derart aus dem Betätigungsraum 25 herausgeführt sind, dass eine für die Betätigungsfunktion der Steuereinrichtung 8 erforderliche Dichtigkeit des Betätigungsraumes 25 gewährleistet ist.

[00130] Dadurch lässt sich eine besonders einfache mechanische Betätigung des Betätigungskolbens 10 und damit der Steuereinrichtung 8 realisieren, beispielsweise durch ein hier nicht dargestelltes, im Kurbelwellengehäuse angeordnetes Betätigungselement, insbesondere ein verstellbares Betätigungselement. Das Betätigungselement kann beispielsweise eine Kulissenführung und/oder Teil einer Aktuatorvorrichtung sein und bspw. als hydraulisch oder elektromagnetisch betätigbares Stellelement ausgebildet sein, insbesondere als eine Art Stellkolben.

[00131] Insbesondere kann dadurch bei einer Hubbewegung, d.h. während eines Arbeitshubs des Pleuels, der Betätigungskolben 10 besonders einfach an einem im Kurbelwellengehäuse angeordneten Betätigungselement vorbeigeführt werden, insbesondere an einer Kulissenführung, so dass auf einfache Art und Weise mechanisch eine axiale Verschiebung des Betätigungskolbens 10 bewirkt werden kann, vorzugsweise von der ersten Betätigungsposition in die

zweite und umgekehrt. Dabei kann die Verschiebung des Betätigungskolbens 10 von der ersten Betätigungsposition in die zweite Betätigungsposition vorzugsweise mit einem Arbeitshub erreicht werden.

[00132] Der Betätigungsraum 25 der Betätigungseinrichtung 9 ist ebenfalls als zweiseitig wirkender Betätigungsraum 25 ausgebildet ist, wobei der Betätigungskolben 10 den Betätigungsraum 25 in einen ersten Betätigungs-Druckraum 25a und einen zweiten Betätigungs-Druckraum 25b teilt. Dabei ist der erste Betätigungs-Druckraum 25a mit der ersten Betätigungsleitung 11 strömungsverbunden, d.h. fluidkommunzierend verbunden, und der zweite Betätigungs-Druckraum 25b mit der zweiten Betätigungsleitung 12.

[00133] Bei dem Pleuel 100 bilden der erste Steuer-Druckraum 24a, die erste Betätigungsleitung 11 und der erste Betätigungs-Druckraum 25a ein erstes, im Wesentlichen geschlossenes Hydraulikvolumen und der zweite Steuer-Druckraum 24b, die zweite Betätigungsleitung 12 und der zweite Betätigungs-Druckraum 25b ein zweites, ebenfalls im Wesentlichen geschlossenes Hydraulikvolumen.

[00134] Dabei sind das erste Hydraulikvolumen und das zweite Hydraulikvolumen nicht drainiert, jedoch jeweils über ein Rückschlagventil 17 bzw. 18 mit der Hydraulikmediumzuleitung 6 strömungsverbunden, so dass die Betätigungsleitungen 11, 12 jeweils über die Hydraulikmediumzuleitung 6 mit Hydraulikmedium versorgbar sind und immer mit ausreichend Hydraulikmedium gefüllt sind, wobei durch den in einer Hubkolbenbrennkraftmaschine permanent anliegenden Öldruck in der Regel eine ausreichende Befüllung der Betätigungsleitungen 11, 12 mit Hydraulikmedium, insbesondere mit Motoröl, sichergestellt ist.

[00135] Aufgrund der Tatsache, dass Hydraulikmedium über die Hydraulikmediumzuleitung 6 in das erste und das zweite Hydraulikvolumen nachfüllbar ist, werden das erste und das zweite Hydraulikvolumen daher nur als im Wesentlichen geschlossene und nicht als vollständig geschlossene Hydraulikvolumina bezeichnet. Ferner können Leckagen auftreten. Die Verluste an Hydraulikmedium durch Leckagen können jedoch aufgrund der Verbindungen der Betätigungsleitungen 11 und 12 mit der Hydraulikmediumzuleitung 6 über die Rückschlagventile 17 und 18 auf einfache Art und Weise ausgeglichen werden.

[00136] Wird bei diesem ersten, beschriebenen Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Pleuels 100 der Betätigungskolben 10 von der in Fig. 1c dargestellten ersten Betätigungsposition, bezogen auf die Darstellung in Fig. 1c, nach rechts verschoben, wird aufgrund der beiden geschlossenen Hydraulikvolumina über die Betätigungsleitung 12 eine Druckkraft auf den Stellkolben 23 nach rechts aufgebracht und über die Betätigungsleitung 11 eine in die gleiche Richtung wirkende Sogkraft, welche zu einer axialen Verschiebung des Stellkolben 23 nach rechts führt und infolgedessen eine Drainage des ersten Arbeitsraumes 21 und eine Befüllung des zweiten Arbeitsraumes 22 bewirkt. Dadurch wiederum wird eine Verstellung der wirksamen Pleuellänge L bewirkt, insbesondere eine Verkürzung der Pleuellänge L.

[00137] Dabei sind der Betätigungsraum 25, die Betätigungsleitungen 11 und 12 und der Steuerraum 24 derart mit Hydraulikmedium gefüllt und miteinander wirkverbunden, dass eine axiale Verschiebung des Betätigungskolbens 10 über das Hydraulikmedium im Betätigungsraum 25, in den Betätigungsleitungen 11 und 12 und im Steuerraum 24 auf den Stellkolben 23 übertragen wird, dass eine axiale Verschiebung des Betätigungskolbens 10 eine axiale Verschiebung des Stellkolbens 23 bewirkt und damit ein Schalten der Steuerungseinrichtung und damit eine Längsverstellung des Pleuels 100.

[00138] Die Funktionalität ist auch im Hydraulikschema in Fig. 1g dargestellt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit und ohne Zusammenhang mit einer etwaigen konstruktiven Ausführung ist die Hydraulikmediumzuleitung 6 am oberen, dem kleinen Pleuelauge 1 (in Fig. 1g nicht dargestellt) zugewandten Bereich des großen Pleuelauges 2 angeordnet und die Ölversorgungsnut 7 nicht dargestellt. Außerdem zeigt Fig. 1g gefederte Arretierelemente 42 in schematischer Form - beispielsweise federgelagerte Bolzen, die in entsprechenden Bohrungen geführt sind - für den Betätigungskolben 10 und den Stellkolben 23, die die Kolben 10, 23 in ihren jeweiligen Positio-

nen halten, beispielsweise durch Eingreifen der Arretierelemente 42 in entsprechende Vertiefungen am Außenumfang der Kolben 10, 23. Damit wird verhindert, dass die Kolben 10, 23 sich während des Betriebs der Pleuelstange 100 aus ihrer Position bewegen und Fehlstellungen oder -schaltungen des Pleuels verursachen.

[00139] Die Fig. 2a bis 2f, 2g und 2h zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Pleuels 200, wobei bei diesem Pleuel 200 im Unterschied zu dem zuvor anhand der Fig. 1a bis 1f beschriebenen Pleuel 100 das erste Hydraulikvolumen und das zweite Hydraulikvolumen drainierbar sind, wobei in einem Betätigungszustand der Betätigungseinrichtung das erste Hydraulikvolumen drainiert ist und im anderen Betätigungszustand das zweite Hydraulikvolumen.

[00140] Dazu weist die Betätigungseinrichtung 9 Drainagekanäle 28, 29 zur Drainierung des ersten Hydraulikvolumens und Drainagekanäle 28, 30 zur Drainierung des zweiten Hydraulikvolumens auf, wobei die Betätigungseinrichtung 9 derart ausgebildet ist, dass in der ersten Betätigungsposition des Betätigungskolbens 10 das zweite Hydraulikvolumen drainiert ist und in der zweiten Betätigungsposition das erste Hydraulikvolumen.

[00141] Über die Drainagekanäle 28, 29, 30 kann das in dem drainierten Hydraulikvolumen geführte Hydraulikmedium in den Kurbelraum abgeleitet werden, wodurch aufgrund des im anderen, nicht drainierten Hydraulikvolumens anliegenden Hydraulikdruckes und der infolgedessen am Stellkolben 23 der Steuerungseinrichtung 23 entstehenden Druckdifferenz eine axiale Verschiebung des Stellkolbens 23 bewirkt wird. Der im nicht drainierten Hydraulikvolumen anliegende Druck entspricht dabei dem Öldruck der Hubkolbenbrennkraftmaschine, da auch bei diesem Ausführungsbeispiel, d.h. auch bei dem Pleuel 200, die Betätigungsleitungen 11 und 12 jeweils direkt mit der Hydraulikmediumzuleitung 6 und/oder direkt mit dem Pleuellager des großen Pleuelauges 2 fluidkommunizierend verbunden sind. Diese Ausführungsvariante, deren Hydraulikschema in Fig. 2g dargestellt ist, hat jedoch den Vorteil, dass die Rückschlagventile 17 und 18 des ersten Pleuels 100 entfallen können. In Fig. 2g ist die Verbindung des Stellraums 24 mit dem Pleuellager zu sehen, die über die Hydraulikmediumzuleitung 6 und eine Zusatzhydraulikmediumleitung 6' erfolgt. Fig. 2h zeigt das Hydraulikschema einer Variante des zweiten Ausführungsbeispiels, wo zwischen Zusatzhydraulikmediumleitung 6' und Stellraum 24, bzw. dem zweiten Steuer-Druckraum 24b, ein Rückschlagventil 18' vorgesehen ist. Über dieses Rückschlagventil 18' können Druckwellen abgefangen werden, die sich beim hydraulisch bedingten Hin- und Herbewegen des Stellkolbens 23 entwickeln und in das Pleuellager fortsetzen können.

[00142] Die Drainagekanäle 28, 29 und 30 sind dabei im Betätigungskolben 10 angeordnet, wobei die Drainagekanäle 28, 29 und 30 dazu ausgebildet sind, Hydraulikmedium aus dem ersten Hydraulikvolumen bzw. dem zweiten Hydraulikvolumen in den Kurbelraum abzuleiten.

[00143] In einer ersten Betätigungsposition (siehe z.B. Fig. 2g und 2h) sind die Drainagekanäle 29 und 28 fluidkommunizierend mit dem zweiten Hydraulikvolumen, insbesondere mit der zweiten Betätigungsleitung 12, verbunden und in der zweiten Betätigungsposition sind die Drainagekanäle 30 und 28 mit dem ersten Hydraulikvolumen, insbesondere mit der ersten Betätigungsleitung 11 verbunden.

[00144] Der Betätigungskolben 10 weist einen sich in axialer Richtung über die gesamte Länge des Betätigungskolbens 10 erstreckenden, axialen Drainagekanal 28 auf sowie einen ersten radialen Drainagekanal 29 und einen zweiten radialen Drainagekanal 30, wobei die radialen Drainagekanäle 29, 30 fluidkommunizierend mit dem axialen Drainagekanal 28 verbunden sind.

[00145] Die Betätigungseinrichtung 9 ist dabei derart ausgebildet, dass in einer ersten Betätigungsposition das zweite Hydraulikvolumen, vorzugsweise die zweite Betätigungsleitung 12, fluidkommunizierend mit dem ersten radialen Drainagekanal 29 verbunden ist, und in der zweiten Betätigungsposition das erste Hydraulikvolumen fluidkommunizierend mit dem zweiten radialen Drainagekanal 30 verbunden ist.

[00146] Eine weitere Variante des zweiten Ausführungsbeispiels ist in den Fig. 3a bis 3f und

dem Hydraulikschema in Fig. 3g dargestellt.

[00147] Darin ist in Fig. 3a und 3b eine Hydraulikmediumzuleitung 60 dargestellt, die im unteren, vom (in Fig. 3a und 3b nicht dargestellten) kleinen Pleuelauge 1 abgewandten Bereich des großen Pleuelauges 2 angeordnet ist und mit der Betätigungseinrichtung 9 direkt fluidkommunizierend verbunden ist. Die Hydraulikmediumzuleitung 60 wird also am dem kleinen Pleuelauge 1 genau gegenüberliegenden Bereich des Pleuellagers des großen Pleuelauges 2 abgezweigt.

[00148] Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist in der Hydraulikmediumzuleitung 60 ein Rückschlagventil 32 angeordnet, das der Funktionsverbesserung dient und ein Rückströmen des Hydraulikmediums aus den Hydraulikvolumina zurück in das Pleuellager verhindert. Dabei erstreckt sich ein erster Hydraulikmediumzuleitungsabschnitt 60' zwischen der Ölversorgungsnut 7 des Pleuellagers und dem Rückschlagventil 32, während sich ein zweiter Hydraulikmediumzuleitungsabschnitt 60'' zwischen dem Rückschlagventil 32 und der Betätigungseinrichtung 9 erstreckt.

[00149] Im Gegensatz zur Variante der Fig. 2a bis 2h wird also hier sowohl die Befüllung als auch die Drainage der Hydraulikvolumina durch die Betätigungseinrichtung 9 gesteuert. Wie insbesondere den Fig. 3d bis 3f zu entnehmen ist weist der Betätigungskolben 10 keinen durchgehenden axialen Drainagekanal, sondern zwei axiale Drainagekanalabschnitte 28', 28'' auf, die an gegenüberliegenden Schmalseiten des Betätigungskolbens 10 angeordnet sind und jeweils mit einem radialen Drainagekanal 29, 30 fluidkommunizierend verbunden sind. Wo die radialen Drainagekanäle 29, 30 an die äußere Umfangfläche des Betätigungskolbens 10 treffen, sind jeweils umlaufende Drainagenuten ausgeführt. Der erste axiale Drainagekanalabschnitt 28' ist mit dem ersten radialen Drainagekanal 29 verbunden und kann damit eine Fluidverbindung mit dem zweiten Hydraulikvolumen herstellen, während der zweite axiale Drainagekanalabschnitt 28'' mit dem zweiten radialen Drainagekanal 30 und dem ersten Hydraulikvolumen, insbesondere der ersten Betätigungsleitung 11, verbindbar ist. Der Betätigungskolben 10 fungiert damit als 5/3-Wegeventil.

[00150] Der Betätigungskolben 10 weist außerdem eine Befüllungslangnut 40 und eine Führungslangnut 41 auf. Die Befüllungslangnut 40 verbindet je nach Betätigungsposition des Betätigungskolbens 10 die Hydraulikmediumzuleitung 60 entweder mit der ersten Betätigungsleitung 11 oder der zweiten Betätigungsleitung 12 und damit dem jeweiligen zugehörigen Hydraulikvolumen.

[00151] Die Führungslangnut 41 dient mittels eines darin eingreifenden gefederten Führungsbolzens 33 als Anschlag für die Axialbewegung des Betätigungskolbens 10, der dadurch trotz seiner Bewegungen in der Aufnahmebohrung gehalten wird. Ähnlich den in Fig. 1g dargestellten Arretierelementen 42 kann die Kombination Führungslangnut 41 und Führungsbolzen 33 dazu dienen, den Betätigungskolben 10 in einer der jeweils eingenommenen Betätigungspositionen zu halten - dazu können z.B. in der Führungslangnut 41 zwei zusätzliche Vertiefungen vorgesehen sein, die den jeweiligen Betätigungspositionen entsprechen und in die der Führungsbolzen 33 einrastet. In einer nicht dargestellten Ausführungsform kann auch eine teilweise oder vollständig um die Oberfläche des Betätigungskolbens 10 umlaufende Nut vorgesehen sein, die Befüllungs- 40 und Führungslangnut 41 kombiniert.

[00152] In einer ersten Betätigungsposition, die in den Fig. 3a bis 3d dargestellt ist, ist das erste Hydraulikvolumen mit der Ölversorgungsnut 7 verbunden: Über den ersten Hydraulikmediumzuleitungsabschnitt 60' wirkt Öldruck auf das Rückschlagventil 32, drückt den Ventilkörper gegen den Federdruck des Ventils aus seinem Sitz und strömt über den zweiten Hydraulikmediumzuleitungsabschnitt 60'' in die Befüllungslangnut 40 und von dort weiter in die erste Betätigungsleitung 11 und von dort in den Steuerraum 24, der allerdings aus Gründen der Übersichtlichkeit in Fig. 3a bis 3d nicht dargestellt ist. Das zweite Hydraulikvolumen ist gleichzeitig mit dem ersten radialen Drainagekanal 29 und dem ersten axialen Drainagekanalabschnitt 28' fluidkommunizierend verbunden, Hydraulikmedium wird aus der zweiten Betätigungsleitung 12 in den Kurbelraum abgeleitet. Es kommt zu einer Verlängerung der Pleuelstange.

[00153] Das Hydraulikschema in Fig. 3g zeigt ebenfalls die erste Betätigungsposition, wo das erste Hydraulikvolumen befüllt und das zweite Hydraulikvolumen über den ersten (radialen) Drainagekanal 29 und den ersten axialen Drainagekanalabschnitt 28' drainiert wird.

[00154] Eine Variante des Ausführungsbeispiels gemäß den Fig. 3a bis 3g mit kleinen Unterschieden ist in den Fig. 4a bis 4g und dem Hydraulikschema gemäß Fig. 4h dargestellt.

[00155] Grundsätzlich ist die Funktion des Befüllens gleich gelöst wie in der Variante gemäß Fig. 3a bis 3g, allerdings gibt es Unterschiede beim Drainieren: Anstatt der innerhalb des Betätigungskolbens 10 angeordneten axialen Drainagekanalabschnitte 28', 28'' und radialen Drainagekanäle 29, 30, wie sie z.B. in Fig. 3f dargestellt sind, sind umlaufende Drainagenuten 29', 30' (siehe z.B. Fig. 4g) vorgesehen.

[00156] Diese Drainagenuten 29', 30' stellen eine Fluidverbindung zwischen dem jeweils zu drainierenden Hydraulikvolumen und einem zugeordneten Siphonkanal 110, 120 her, der vom unteren Bereich des Pleuellagerdeckels 26 innerhalb des ersten Pleuelschaftabschnitts 4 in Richtung kleines Pleuelauge 1 geführt ist und über eine Siphonkanalöffnung 110a, 120a mit dem Kurbelraum verbunden ist.

[00157] Die Fig. 4a bis 4c zeigen anschaulich eine zweite Betätigungsposition des Betätigungskolbens 10, wo das erste Hydraulikvolumen drainiert wird: Die erste Betätigungsleitung 11 ist mit der zweiten Drainagenut 30' fluidkommunizierend verbunden und Hydraulikmedium fließt über die Nut in den ersten Siphonkanal 110. Über den ersten Siphonkanal 110 steigt das Hydraulikmedium entlang dem großen Pleuelauge 2 und der (in den Fig. 4a bis 4c nicht dargestellten) Pleuelschraube 5 bis zu einer ersten Siphonkanalöffnung 110a, von wo es in den Kurbelraum austritt. Die erste Siphonkanalöffnung 110a ist dabei im dargestellten Ausführungsbeispiel nahe einer oberen Öffnung 50 der Ausnehmung zur Aufnahme einer Pleuelschraube 5 angeordnet.

[00158] Der zweiten Betätigungsleitung 12 ist ein zweiter Siphonkanal 120 mit einer zweiten Siphonkanalöffnung 120a zugeordnet, die aber in der zweiten Betätigungsposition nicht fluidkommunizierend miteinander verbunden sind: Das zweite Hydraulikvolumen wird durch die Befüllungslangnut 40 über die Hydraulikmediumzuleitung 60 mit der Ölversorgungsnut 7 im Pleuellager verbunden und mit Hydraulikmedium befüllt, das über die zweite Betätigungsleitung 12 in den (in den Fig. 4a bis 4e nicht dargestellten) Steuerraum 24 strömt. In dieser Variante ist also vorgesehen, dass die von der Betätigungseinrichtung 8 wegführenden Leitungen zum Drainieren der im Pleuel angeordneten Räume bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Pleuels geodätisch gesehen nach oben, also in Richtung des kleinen Pleuelauges 1, verlaufen und zumindest eine Öffnung aufweisen, die möglichst nahe an der Steuerungseinrichtung 9 positioniert sind. Damit kann ein Ausgleichen der Ölsäulen und -drücke in den Leitungen zwischen Steuerungs- 9 und Betätigungseinrichtung 8 bzw. den Drainagekanälen erreicht werden. Dazu sind die Siphonkanäle 110, 120 und zugeordneten Siphonkanalöffnungen 110a, 120a vorgesehen. Die Siphonkanäle 110, 120 haben den Vorteil, dass ein Entleeren der Hydraulikvolumina langsam und kontrolliert erfolgt und während des Betriebs der Pleuelstange keine Luft in das System eindringen kann.

[00159] Fig. 5 zeigt ein alternatives Hydraulikschema, wo nur ein Gesamtsiphonkanal 100 für das Entleeren beider Hydraulikvolumina vorgesehen ist, der außerdem mit dem zweiten Hydraulikmediumzuleitungsabschnitt 60'' fluidkommunizierend verbunden ist: Sowohl drainiertes als auch zur Befüllung vorgesehenes Hydraulikmedium strömen im zweiten Hydraulikmediumzuleitungsabschnitt 60'' zusammen. Damit kann die Fertigung erleichtert werden, da weniger Bohrungen in der Pleuelstange ausgeführt werden müssen.

[00160] In den Fig. 6a bis 6c und dem Hydraulikschema in Fig. 6d ist eine weitere Variante des zweiten Ausführungsbeispiels dargestellt. Dabei erfolgt die Befüllung der Hydraulikvolumina mit Hydraulikmedium so wie bereits oben beschrieben, nämlich über einen ersten 60' und einen zweiten Hydraulikmediumzuleitungsabschnitt 60'', wobei zwischen den Abschnitten 60', 60'' ein Rückschlagventil 32 angeordnet ist. Welches Hydraulikvolumen befüllt wird kann durch die

Position des Betätigungskolbens 10 gesteuert werden.

[00161] Das Drainieren eines Hydraulikvolumens erfolgt über bereits im Zusammenhang mit den Fig. 4a bis 5 beschriebenen Drainagenuten 29', 30', die am äußeren Umfang des Betätigungskolbens 10 ausgeführt sind. Im Pleuellagerdeckel 26 sind ein dritter Drainagekanal 290 und ein vierter Drainagekanal 300 vorgesehen, die zu einem Gesamtdrainagekanal 280 zusammengeführt werden, der über ein Drainagerückschlagventil 34 in den Kurbelraum mündet.

[00162] Je nach Stellung des Betätigungskolbens 10 kann das erste oder das zweite Hydraulikvolumen mit seinem zugeordneten Drainagekanal 290, 300 fluidkommunizierend verbunden werden, so dass das jeweilige Hydraulikvolumen drainiert wird.

[00163] Die Fig. 6a bis 6c zeigen die erste Betätigungsposition, wo das erste Hydraulikvolumen befüllt und das zweite Hydraulikvolumen drainiert wird: Die erste Betätigungsleitung 11 steht über die Befüllungsangnut 40 im Betätigungskolben 10 mit dem Pleullager in Fluidverbindung und Hydraulikmedium fließt über den ersten Hydraulikmediumzuleitungsabschnitt 60', das Rückschlagventil 32 und den zweiten Hydraulikmediumzuleitungsabschnitt 60'' in das erste Hydraulikvolumen. Die zweite Betätigungsleitung 12 ist mit der ersten Drainagenut 29' fließverbunden und Hydraulikmedium fließt aus dem zweiten Hydraulikvolumen in den dritten Drainagekanal 290 und den Gesamtdrainagekanal 280 und tritt durch das Drainagerückschlagventil 34 in den Kurbelraum aus. Durch das Drainagerückschlagventil 34 wird verhindert, dass während des Betriebs Luft aus dem Kurbelraum angesaugt wird und in das System gelangt.

[00164] In der zweiten Betätigungsposition, die in den Figuren nicht dargestellt ist, wird das erste Hydraulikvolumen über die zweite Drainagenut 30', den vierten Drainagekanal 300, den Gesamtdrainagekanal 280 und das Drainagerückschlagventil 34 drainiert und das zweite Hydraulikvolumen aus dem Pleuellager befüllt.

[00165] Das Hydraulikschema in Fig. 6d zeigt die Ausführung der Fig. 6a bis 6c mit der kleinen Ergänzung, dass ähnlich wie in Fig. 5 der zweite Hydraulikmediumzuleitungsabschnitt 60'' mit den Drainagekanälen 280, 290, 300 - z.B. mit dem Gesamtdrainagekanal 280 - fluidverbunden ist. Mit dieser Ausführung lassen sich ebenfalls Bohrungen einsparen bzw. vereinfacht setzen.

[00166] Wie den jeweiligen Hydraulikschemas zu entnehmen ist, sind die Steuerungseinrichtungen 8 der in den Fig. 3a bis 3d, 4a bis 4e und 6a bis 6c dargestellten Varianten jeweils so ausgeführt wie in den Fig. 1a bis 1f und 2a bis 2f dargestellt. Natürlich sind auch andere Ausführungsformen möglich. Auch die Funktion zum Verlängern und Verkürzen der Pleuelstange ist in der im Zusammenhang mit den Fig. 1a bis 1g und Fig. 2a bis 2h beschriebenen Weise realisiert und daher nicht noch einmal beschrieben.

[00167] Mit einem erfindungsgemäßen Pleuel lässt sich eine besonders einfache mechanische Betätigung einer hydraulischen Längenverstellung realisieren.

BEZUGSZEICHENLISTE:

- 100, 200 erfindungsgemäßes Pleuel
- 1 kleines Pleuelauge
- 2 großes Pleuelauge
- 3 zweiter Pleuelschaftabschnitt
- 4 erster Pleuelschaftabschnitt
- 5 Pleuelschraube
- 60 Hydraulikmediumzuleitung
- 6' Zusatzhydraulikmediumleitung
- 7 Ölversorgungsnut
- 8 Steuerungseinrichtung
- 9 Betätigungseinrichtung
- 10 Betätigungskolben
- 11 erste Betätigungsleitung
- 12 zweite Betätigungsleitung
- 13 Hubventil zum zweiten Arbeitsraum 22
- 14 Hubventil zum ersten Arbeitsraum 21
- 15 Rückschlagventil zwischen Hydraulikmediumzuleitung 6 und zweiten Arbeitsraum 22
- 16 Rückschlagventil zwischen Hydraulikmediumzuleitung und zweiten Arbeitsraum 21
- 17 Rückschlagventil zwischen Hydraulikmediumzuleitung 6 und erster Betätigungsleitung 11
- 18 Rückschlagventil zwischen Hydraulikmediumzuleitung 6 und zweiter Betätigungsleitung 12
- 18' Rückschlagventil zwischen Zusatzhydraulikmediumleitung 6' und Steuerraum 24 (bzw. zweitem Steuer-Druckraum 24b)
- 19 Hydraulikkanal zum ersten Arbeitsraum 21
- 20 Hydraulikkanal zum zweiten Arbeitsraum 22
- 21 erster Arbeitsraum
- 22 zweiter Arbeitsraum
- 23 Stellkolben
- 24 Steuerraum
- 24a erster Steuer-Druckraum
- 24b zweiter Steuer-Druckraum
- 25 Betätigungsraum
- 25a erster Betätigungsraum
- 25b zweiter Betätigungsraum
- 26 Pleulellagerdeckel

27	Pleuellagerschale
28	axialer Drainagekanal
28'	erster axialer Drainagekanalabschnitt
28''	zweiter axialer Drainagekanalabschnitt
29	erster radialer Drainagekanal
29'	erste Drainagenut
30	zweiter radialer Drainagekanal
30'	zweite Drainagenut
31	Drossel
32	Rückschlagventil zwischen Ölversorgungsnut 7 und Betätigungseinrichtung 9, angeordnet zwischen erstem 60' und zweitem Hydraulikmediumzuleitungsabschnitt 60''
33	(gefederter) Führungsbolzen
34	Drainagerückschlagventil
40	Befüllungslangnut
41	Führungslangnut
42	(gefedertes) Arretierelement
50	obere Öffnung der Ausnehmung zur Aufnahme einer Pleuelschraube 5
60'	erster Hydraulikmediumzuleitungsabschnitt
60''	zweiter Hydraulikmediumzuleitungsabschnitt
100	Gesamtsiphonkanal
110	erster Siphonkanal
110a	erste Siphonkanalöffnung
120	zweiter Siphonkanal
120a	zweite Siphonkanalöffnung
280	Gesamtdrainagekanal
290	dritter Drainagekanal
300	vierter Drainagekanal
L	wirksame Pleuellänge

Patentansprüche

1. Pleuel (100, 200) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, aufweisend:
 - eine Längenverstellvorrichtung mit wenigstens einem Hydraulikzylinder, zur Verstellung einer wirksamen Pleuellänge (L) des Pleuels (100, 200), wobei die Längenverstellvorrichtung wenigstens einen Kolben sowie einen ersten hydraulischen Arbeitsraum (21) und einen zweiten hydraulischen Arbeitsraum (22) aufweist
 - eine hydraulisch betätigbare und wenigstens zwischen zwei Schaltzuständen umschaltbare Steuerungseinrichtung (8) mit einem Stellkolben (23) zur Steuerung der Verstellung des Pleuels (100, 200), wobei in einem ersten Schaltzustand der Steuerungseinrichtung (8) ein Hydraulikmediumrücklauf aus dem ersten Arbeitsraum (21) gesperrt ist und der zweite Arbeitsraum (22) drainiert ist und in einem zweiten Schaltzustand der erste Arbeitsraum (21) drainiert ist und ein Hydraulikmediumrücklauf aus dem zweiten Arbeitsraum (22) gesperrt ist

dadurch gekennzeichnet, dass

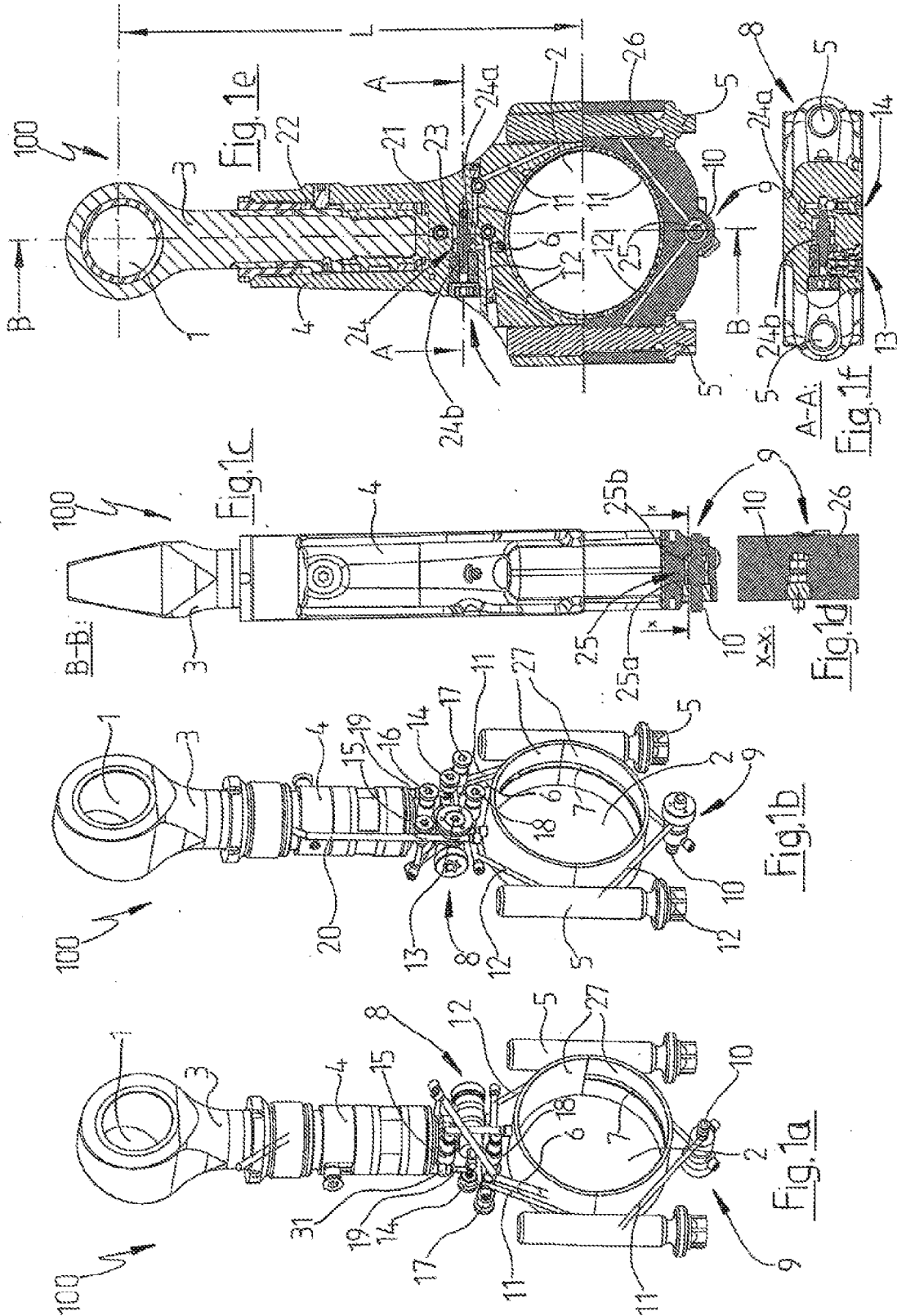
 - eine mechanisch von außerhalb des Pleuels (100, 200) betätigbare Betätigungseinrichtung (9) zum Schalten der Steuerungseinrichtung (8) vorgesehen ist, welche über wenigstens eine hydraulische Betätigungsleitung (11, 12) mit dem Stellkolben (23) der Steuerungseinrichtung (8) zu deren hydraulischer Betätigung wirkverbunden ist.
2. Pleuel (100, 200) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Pleuel (100, 200) einen ersten Pleuelschaftabschnitt (4), welcher außen an der Längenverstellvorrichtung befestigt ist und/oder die Längenverstellvorrichtung aufnimmt, und einen zweiten Pleuelschaftabschnitt (3), welcher an dem wenigstens einen Kolben befestigt ist, aufweist, wobei die beiden Pleuelschaftabschnitte (3, 4) zum Verstellen einer Pleuelschaftlänge (L), insbesondere entlang einer Längsachse des Pleuels (100, 200), relativ zueinander verschiebbar sind, vorzugsweise teleskopartig, insbesondere teleskopartig ineinander.
3. Pleuel (100, 200) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Pleuel (100, 200) wenigstens eine Hydraulikmediumzuleitung (6, 6') aufweist, die mit dem ersten Arbeitsraum (21) und dem zweiten Arbeitsraum (22) strömungsverbindbar ist, wobei die Steuerungseinrichtung (8) derart ausgebildet ist, dass in einem ersten Schaltzustand der Steuerungseinrichtung (8) der erste Arbeitsraum (21) über die Hydraulikmediumzuleitung (6) mit Hydraulikmedium befüllbar ist und in einem zweiten Schaltzustand der Steuerungseinrichtung (8) der zweite Arbeitsraum (22).
4. Pleuel (100, 200) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der erste Arbeitsraum (21) und/oder der zweite Arbeitsraum (22) jeweils über ein Rückschlagventil (15, 16) mit der Hydraulikmediumzuleitung (6) strömungsverbunden sind.
5. Pleuel (100, 200) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stellkolben (23) der Steuerungseinrichtung (8) wenigstens zwischen einer ersten Schaltposition und einer zweiten Schaltposition axial verschiebbar in einem Steuerraum (24) angeordnet ist, wobei der Steuerraum (24) mit der wenigstens einen Betätigungsleitung (11, 12) strömungsverbunden oder strömungsverbindbar ist.
6. Pleuel (100, 200) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Steuerraum (24) der Steuerungseinrichtung (8) als zweiseitig wirkender Steuerraum (24) ausgebildet ist, wobei der Steuerraum (24) der Steuerungseinrichtung (8) über eine erste hydraulische Betätigungsleitung (11) und eine zweite hydraulische Betätigungsleitung (12) mit der Betätigungseinrichtung (9) wirkverbunden ist, wobei der Stellkolben (23) den Steuerraum (24) in einen ersten Steuer-Druckraum (24a) und einen zweiten Steuer-Druckraum (24b) teilt, und wobei der erste Steuer-Druckraum (24a) des Steuerraums (24) mit der ersten Betätigungsleitung (11) strömungsverbunden oder strömungsverbindbar ist und der zweite Steuer-Druckraum (24b) des Steuerraums (24) mit der zweiten Betätigungsleitung (12).

7. Pleuel (100, 200) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Betätigungseinrichtung (9) einen in einem Betätigungsraum (25) zwischen einer ersten Betätigungsposition und einer zweiten Betätigungsposition axial verschiebbar angeordneten Betätigungskolben (10) aufweist, wobei der Betätigungskolben (10) vorzugsweise senkrecht zu einer Längsmittlebene des Pleuelschafts axial verschiebbar ist.
8. Pleuel (100, 200) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Betätigungsraum (25) der Betätigungseinrichtung (9) als zweiseitig wirkender Betätigungsraum ausgebildet ist.
9. Pleuel (100, 200) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Betätigungskolben (10) den Betätigungsraum (25) in einen ersten Betätigungs-Druckraum (25a) und einen zweiten Betätigungs-Druckraum (25b) teilt.
10. Pleuel (100, 200) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Betätigungs-Druckraum (25a) mit der ersten Betätigungsleitung (11) strömungsverbunden oder strömungsverbindbar ist und der zweite Betätigungs-Druckraum (25b) mit der zweiten Betätigungsleitung (12).
11. Pleuel (100, 200) nach Anspruch 3 und einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine der Betätigungsleitungen (11, 12), vorzugsweise sämtliche Betätigungsleitungen (11, 12), jeweils mit der Hydraulikmediumzuleitung (6, 6') strömungsverbunden sind, so dass die Betätigungsleitung (11, 12) über die Hydraulikmediumzuleitung (6, 6') mit Hydraulikmedium versorgbar ist.
12. Pleuel (100, 200) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine, vorzugsweise beide Betätigungsleitungen (11, 12) jeweils über ein Rückschlagventil (17, 18) mit der Hydraulikmediumzuleitung (6) strömungsverbunden sind (Fig. 1).
13. Pleuel (100, 200) nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Steuer-Druckraum (24a), die erste Betätigungsleitung (11) und der erste Betätigungsdruckraum (25a) ein erstes Hydraulikvolumen bilden und der zweite Steuer-Druckraum (24b), die zweite Betätigungsleitung (12) und der zweite Betätigungsdruckraum (25b) ein zweites Hydraulikvolumen, wobei das erste Hydraulikvolumen und/oder das zweite Hydraulikvolumen als ein im Wesentlichen geschlossenes Hydraulikvolumen ausgebildet ist und insbesondere zum und/oder beim Schalten der Steuerungseinrichtung (8) nicht drainiert sind. (Fig. 1)
14. Pleuel (100, 200) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Steuer-Druckraum (24a), die erste Betätigungsleitung (11) und der erste Betätigungsdruckraum (25a) ein erstes Hydraulikvolumen bilden und der zweite Steuer-Druckraum (24b), die zweite Betätigungsleitung (12) und der zweite Betätigungsdruckraum (25b) ein zweites Hydraulikvolumen und dass das erste Hydraulikvolumen und/oder das zweite Hydraulikvolumen drainierbar sind.
15. Pleuel (100, 200) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Pleuel (100, 200) derart ausgebildet ist, dass abwechselnd entweder das erste Hydraulikvolumen oder das zweite Hydraulikvolumen drainierbar sind.
16. Pleuel (100, 200) nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Betätigungseinrichtung (9) wenigstens einen Drainagekanal (28, 29, 30) zur Drainierung des ersten Hydraulikvolumens und/oder zur Drainierung des zweiten Hydraulikvolumens aufweist.
17. Pleuel (100, 200) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Betätigungseinrichtung (9) derart ausgebildet ist, dass in der ersten Betätigungsposition des Betätigungskolbens (10) das zweite Hydraulikvolumen drainiert ist und in der zweiten Betätigungsposition das erste Hydraulikvolumen.
18. Pleuel (100, 200) nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Betätigungskolben (10) wenigstens einen Drainagekanal (28, 29, 30) aufweist.

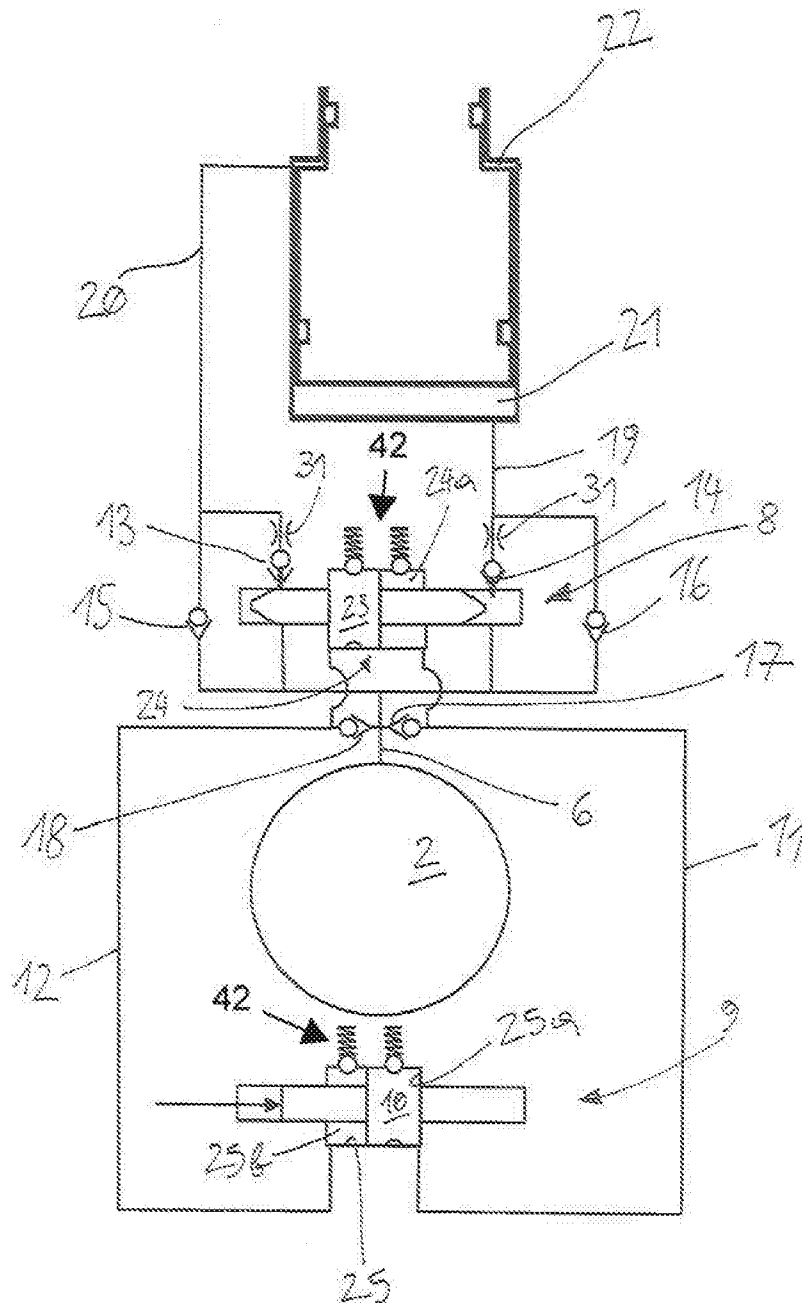
19. Pleuel (100, 200) nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Drainagekanal (28, 29, 30) dazu ausgebildet ist, Hydraulikmedium aus dem ersten Hydraulikvolumen und/oder dem zweiten Hydraulikvolumen in den das Pleuel (100, 200) bei bestimmungsgemäßer Verwendung umgebenden Kurbelraum abzuleiten.
20. Pleuel (100, 200) nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Betätigungseinrichtung (9) derart ausgebildet ist, dass in einer ersten Betätigungsposition der Drainagekanal (28, 29, 30) fluidkommunizierend mit dem zweiten Hydraulikvolumen, vorzugsweise mit der zweiten Betätigungsleitung (12), verbunden ist, und in der zweiten Betätigungsposition mit dem ersten Hydraulikvolumen, insbesondere mit der ersten Betätigungsleitung (11).
21. Pleuel (100, 200) nach einem der Ansprüche 14 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Betätigungskolben (10) einen sich in axialer Richtung über die gesamte Länge des Betätigungskolbens (10) erstreckenden, axialen Drainagekanal (28) aufweist sowie vorzugsweise wenigstens einen ersten (29) und einen zweiten radialen Drainagekanal (30), wobei die radialen Drainagekanäle (29, 30) insbesondere fluidkommunizierend mit dem axialen Drainagekanal (28) verbunden sind (Fig. 2).
22. Pleuel (100, 200) nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Betätigungseinrichtung (9) derart ausgebildet ist, dass in einer ersten Betätigungsposition das zweite Hydrauliksystem, vorzugsweise die zweite Betätigungsleitung (12), fluidkommunizierend mit dem zweiten radialen Drainagekanal (30) verbunden ist, und in der zweiten Betätigungsposition das erste Hydraulikvolumen fluidkommunizierend mit dem ersten radialen Drainagekanal (29) verbunden ist.
23. Pleuel (100, 200) nach einem der Ansprüche 1 bis 22, wobei die Steuerungseinrichtung (8) und die Betätigungseinrichtung (9) auf entgegengesetzten Seiten eines größeren Pleuellauges (2) angeordnet sind.
24. Hubkolbenmaschine, insbesondere Hubkolbenbrennkraftmaschine, mit wenigstens einem längenverstellbaren Pleuel (100, 200) nach einem der Ansprüche 1 bis 23.
25. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Betätigungskolben (10) durch ein ortsfest im Kurbelwellengehäuse angeordnetes Betätigungselement mechanisch axial verschiebbar ist, vorzugsweise von der ersten Betätigungsposition bis in die zweite Betätigungsposition und umgekehrt.
26. Fahrzeug mit einer Hubkolbenmaschine, insbesondere mit einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, nach Anspruch 24 oder 25.

Hierzu 15 Blatt Zeichnungen

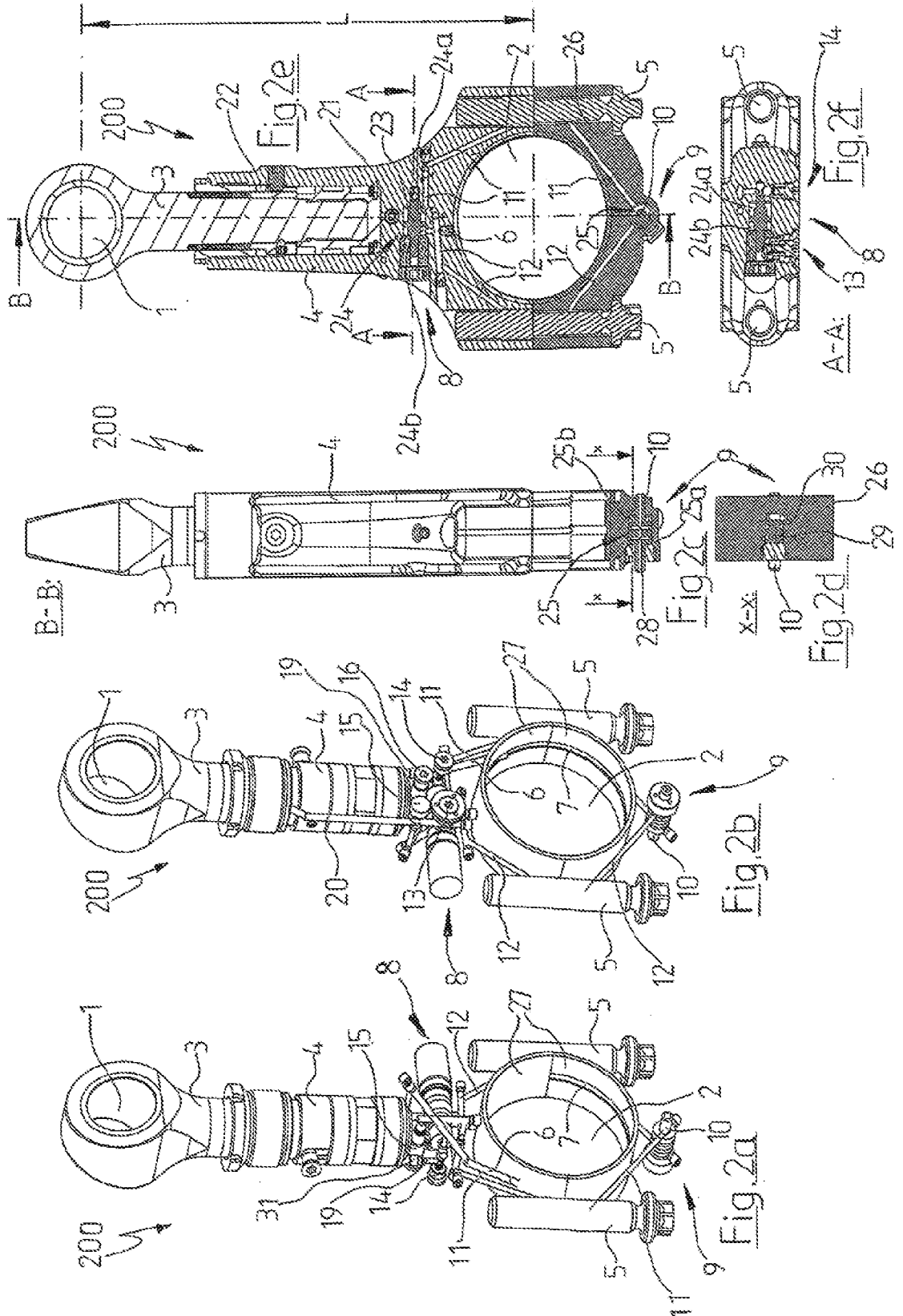
1/15



2/15



3/15



4/15

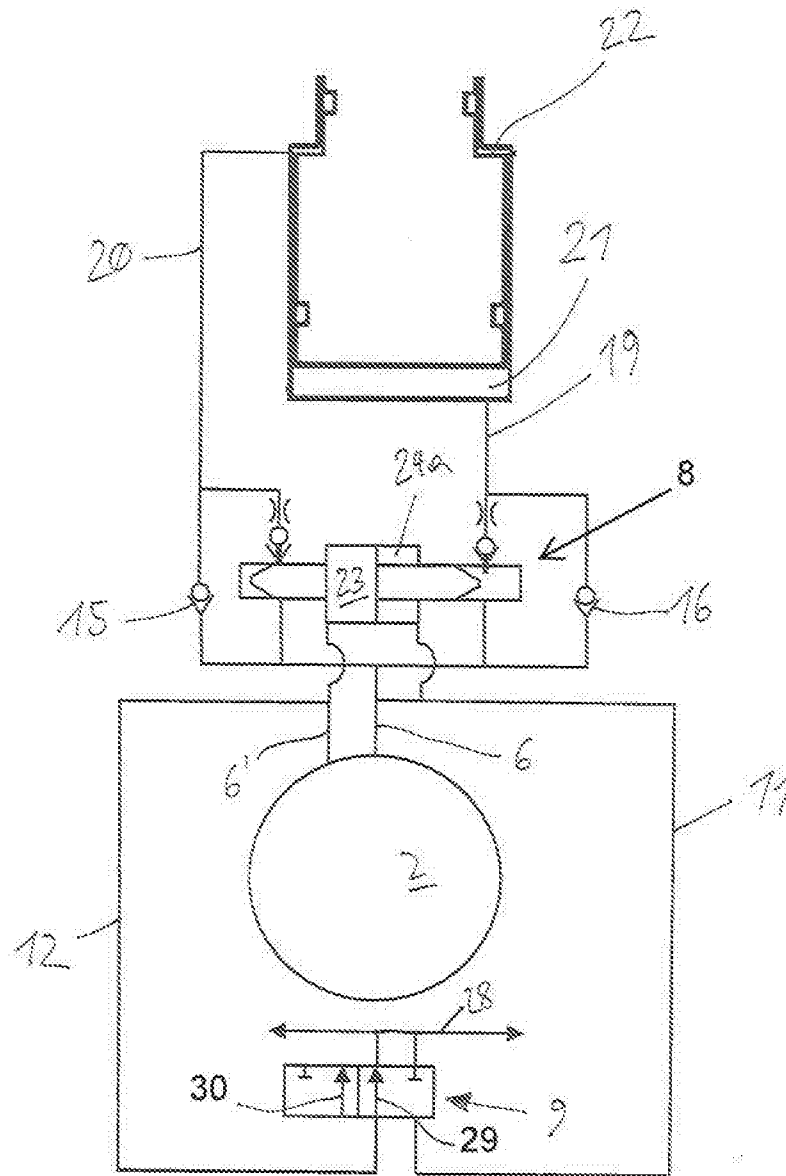


Fig. 2g

5/15

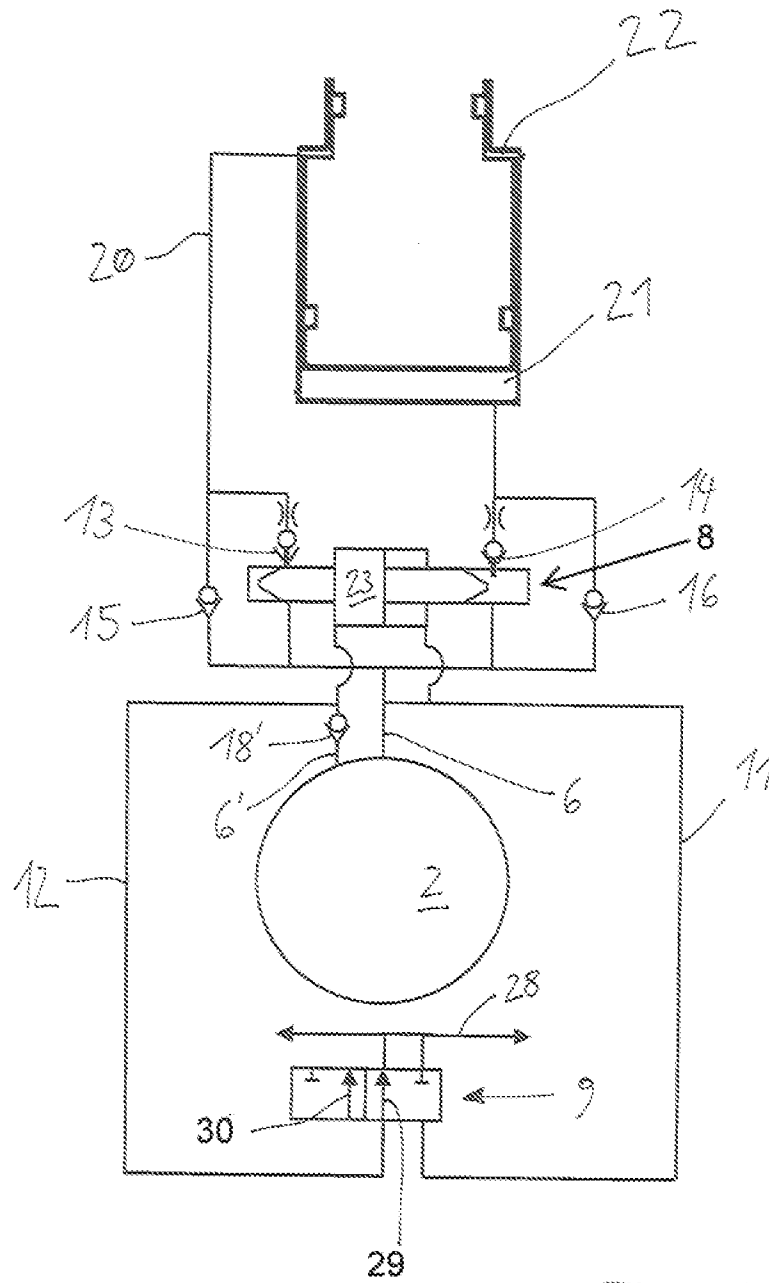


Fig. 2h

6/15

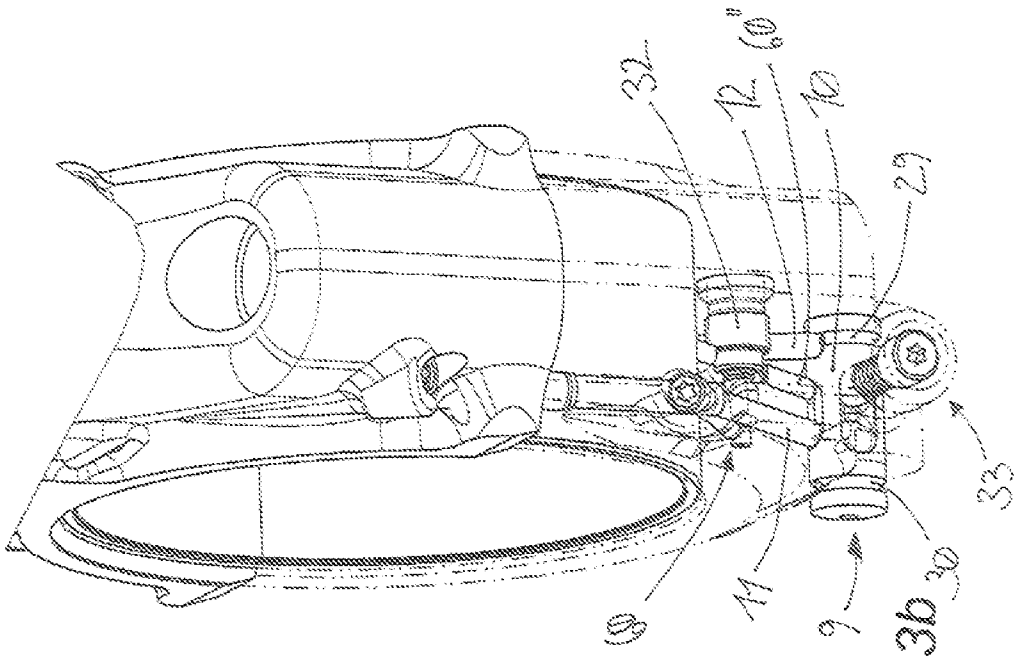


Fig. 3b

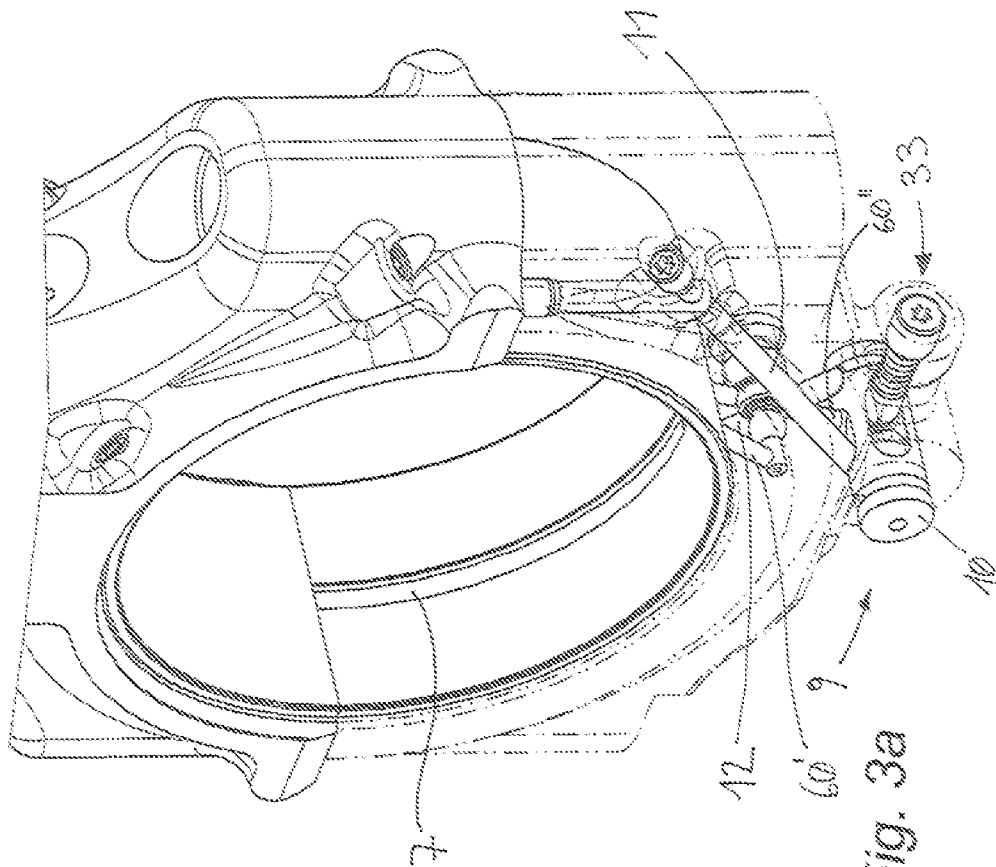


Fig. 3a

7/15

Fig. 3c

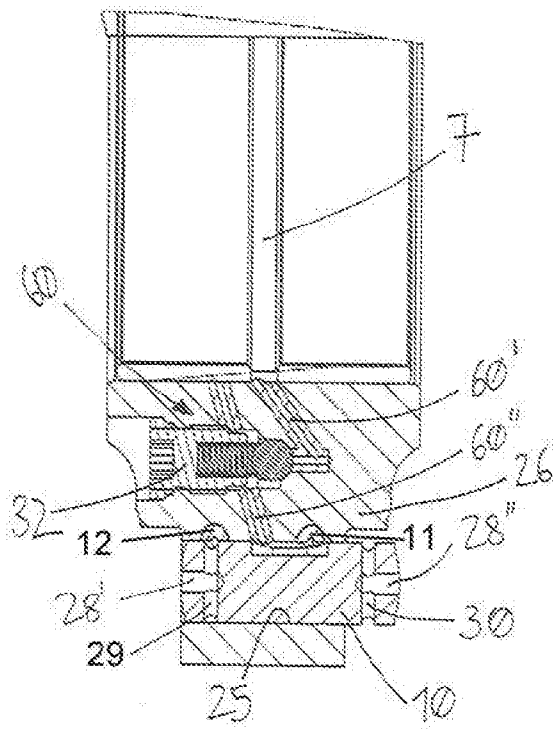
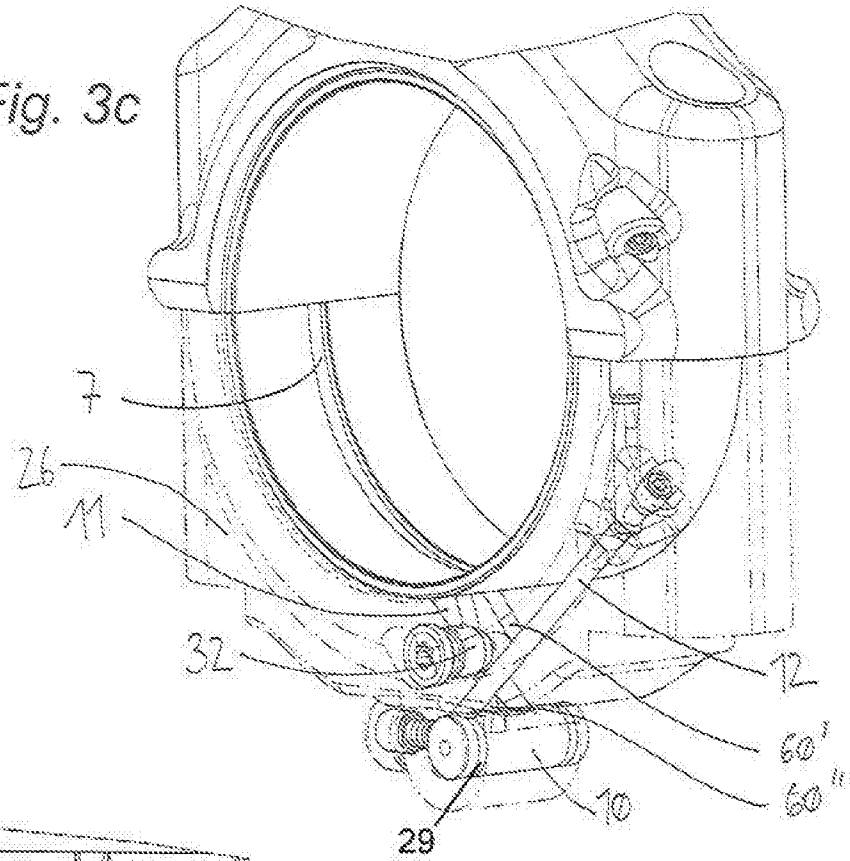


Fig. 3d

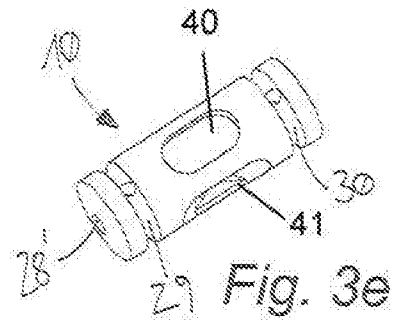


Fig. 3e

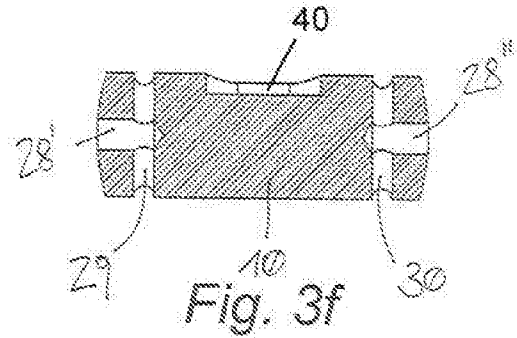


Fig. 3f

8/15

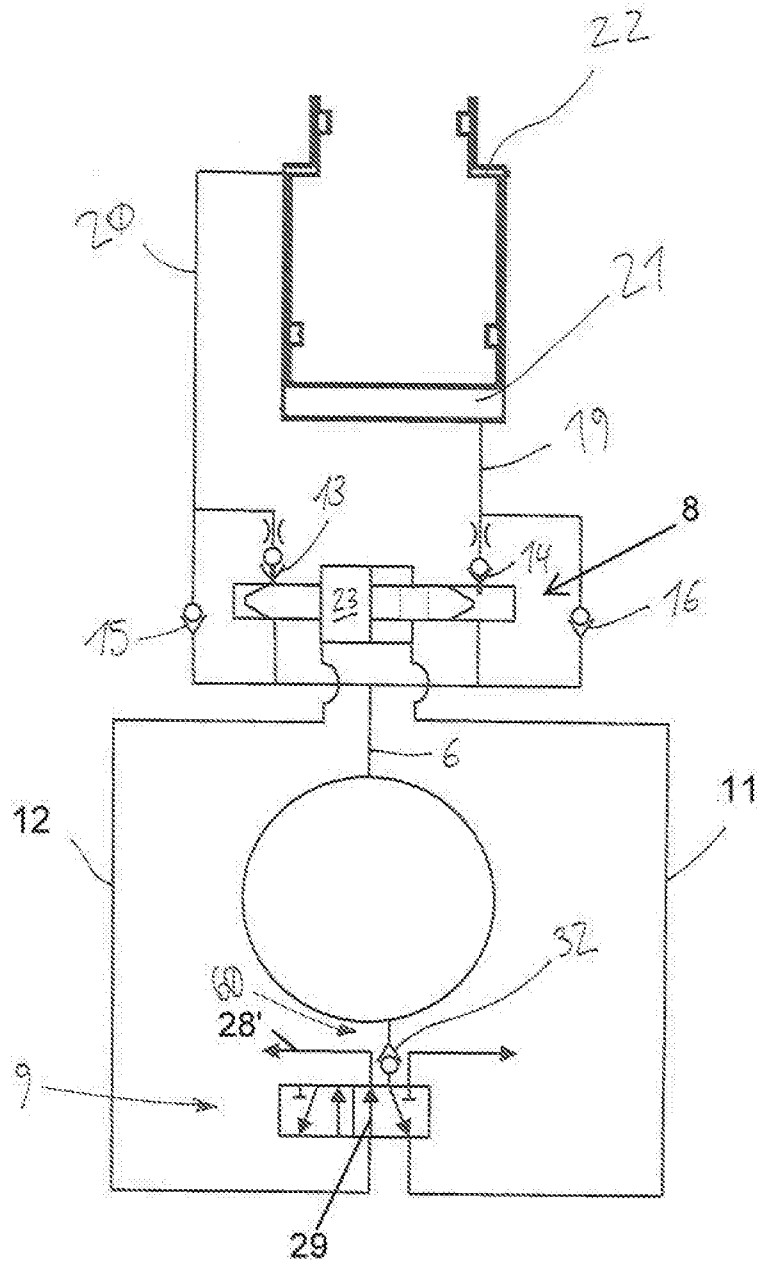


Fig. 3g

9/15

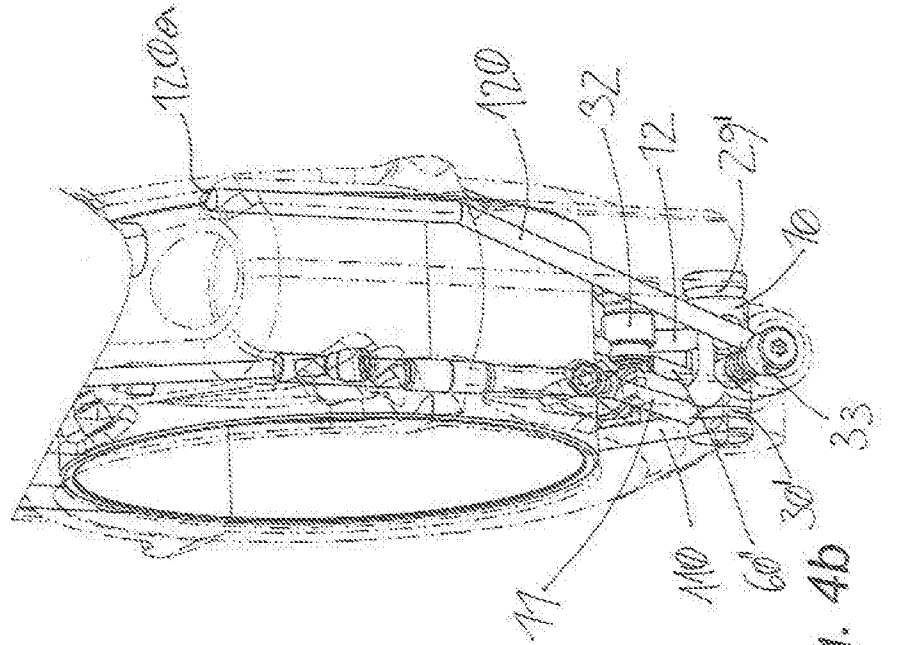


Fig. 4b

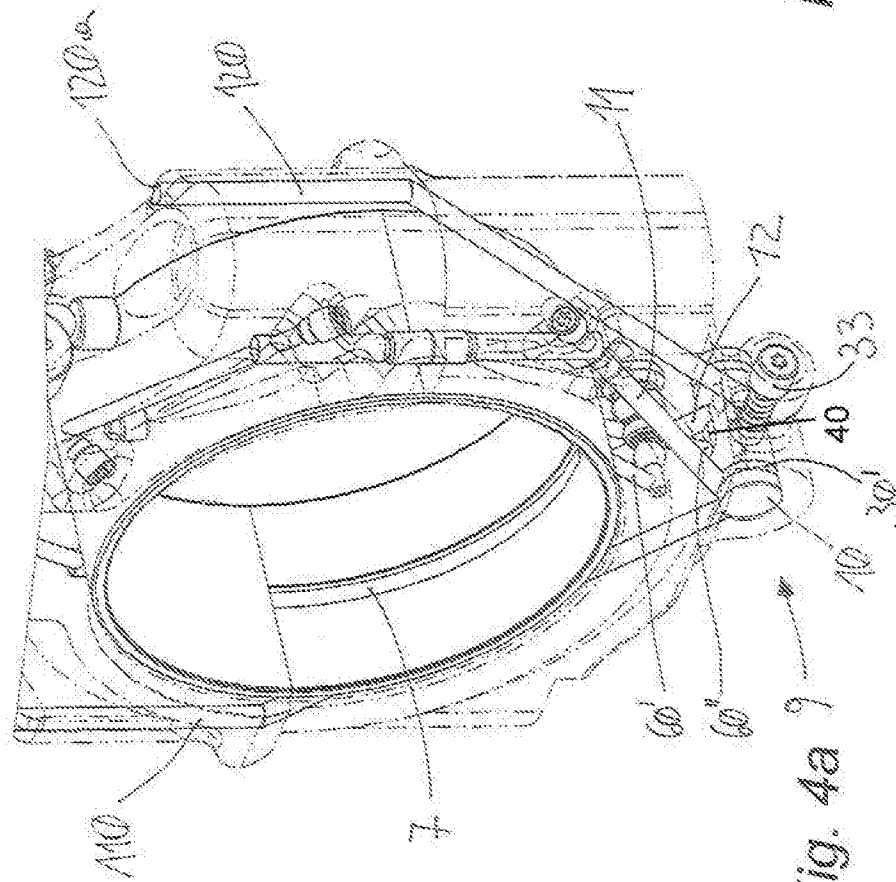


Fig. 4a

10/15

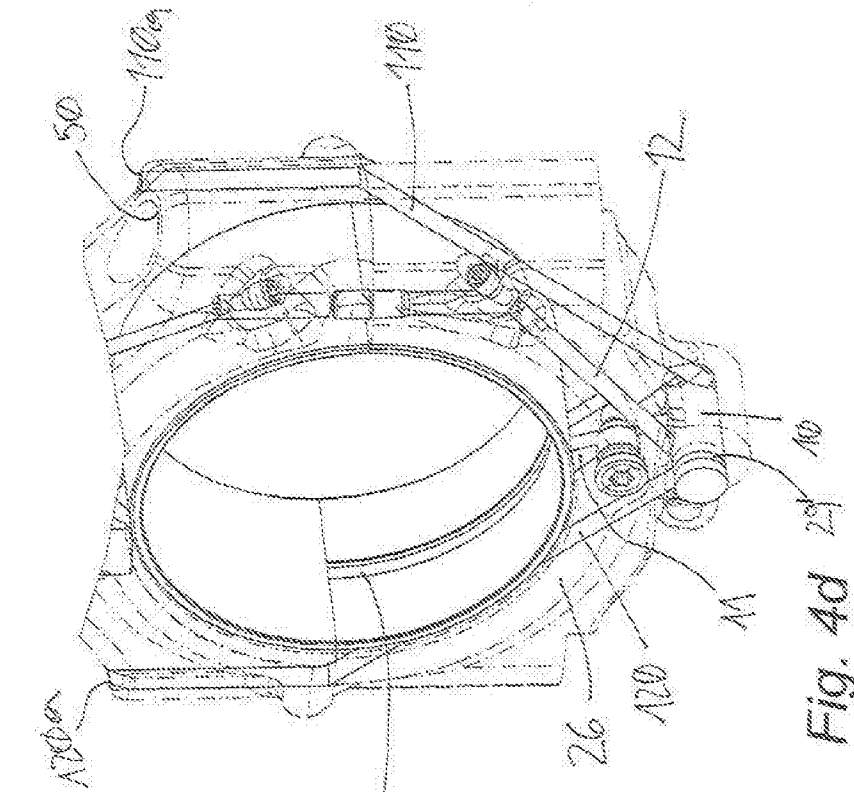


Fig. 4d

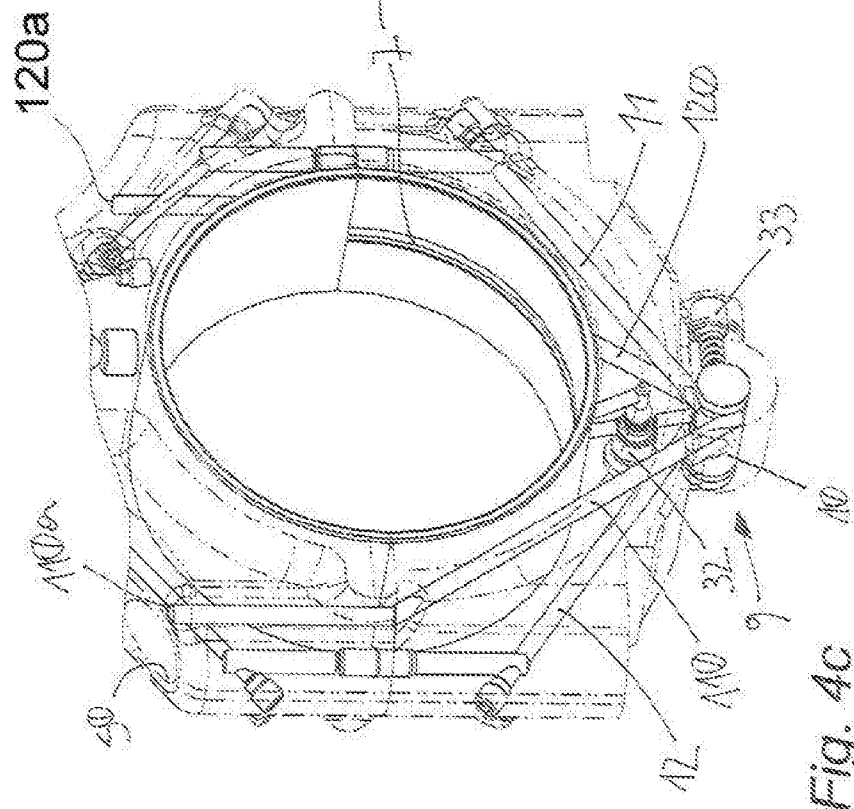


Fig. 4c

11/15

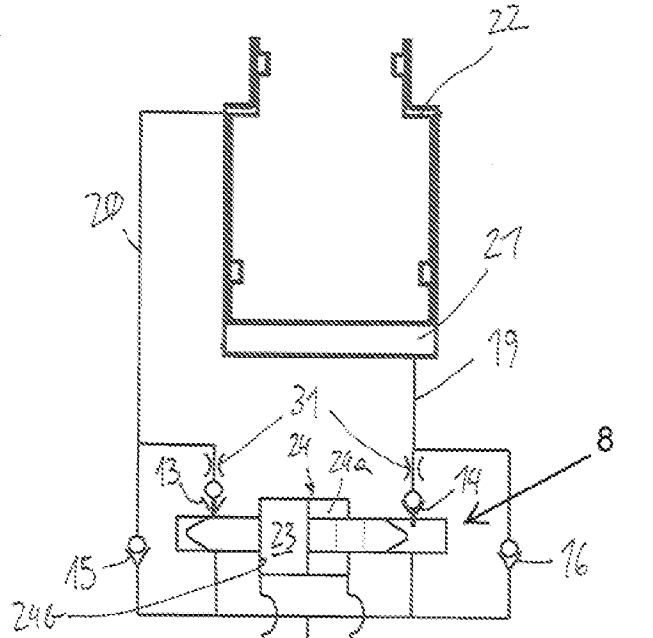
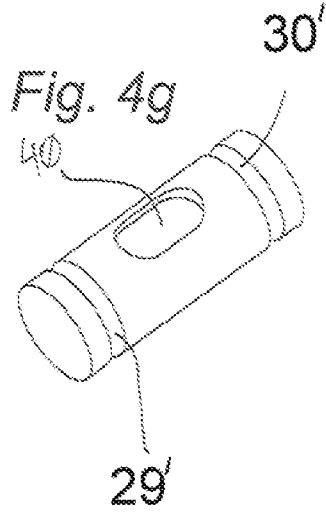
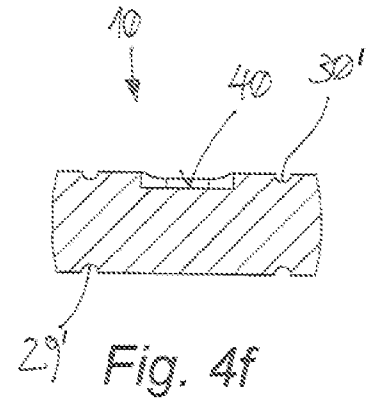
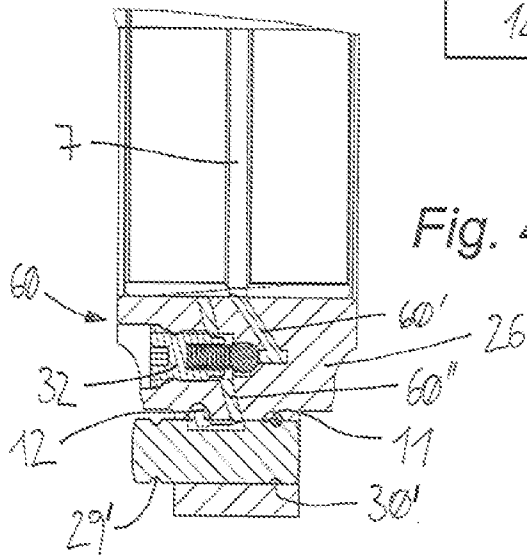
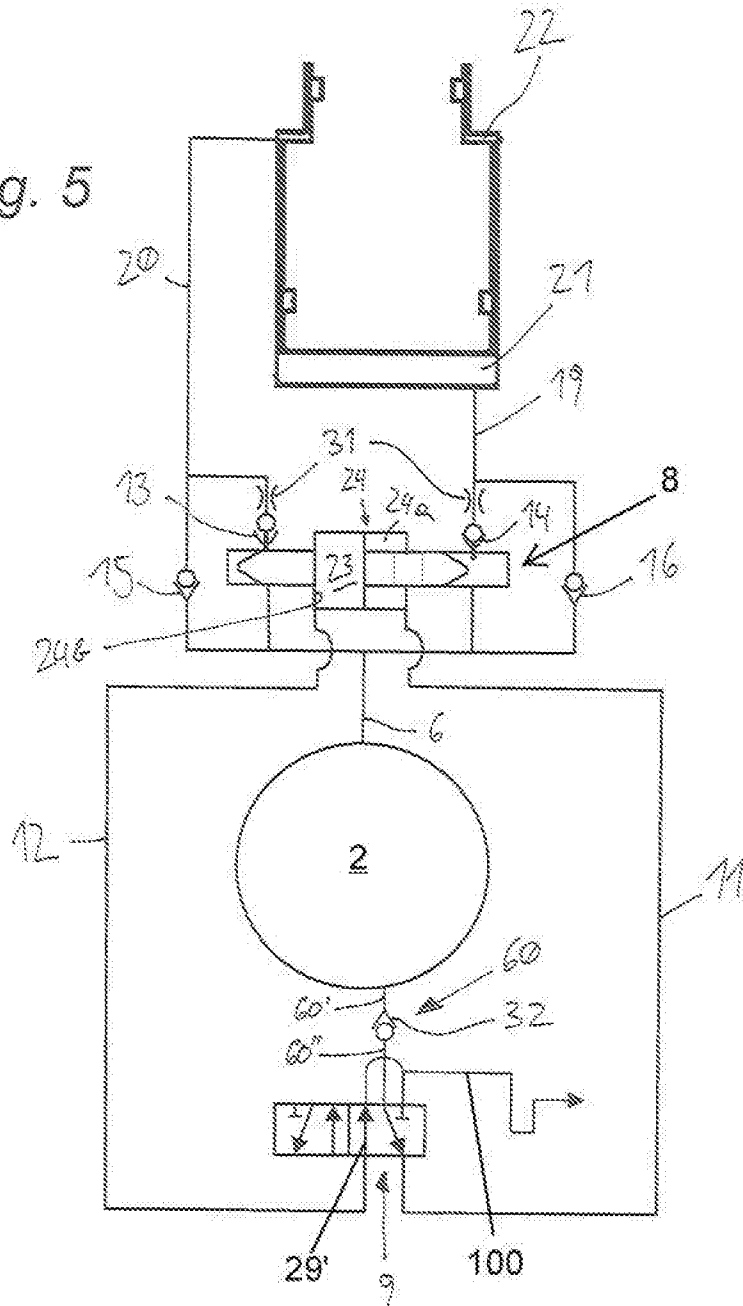


Fig. 4h



12/15

Fig. 5



13/15

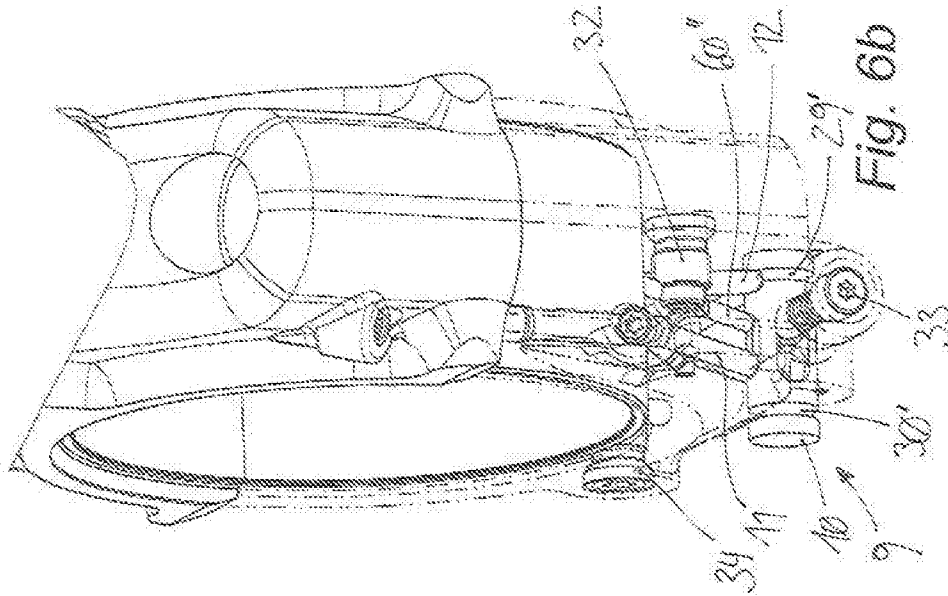


Fig. 6b

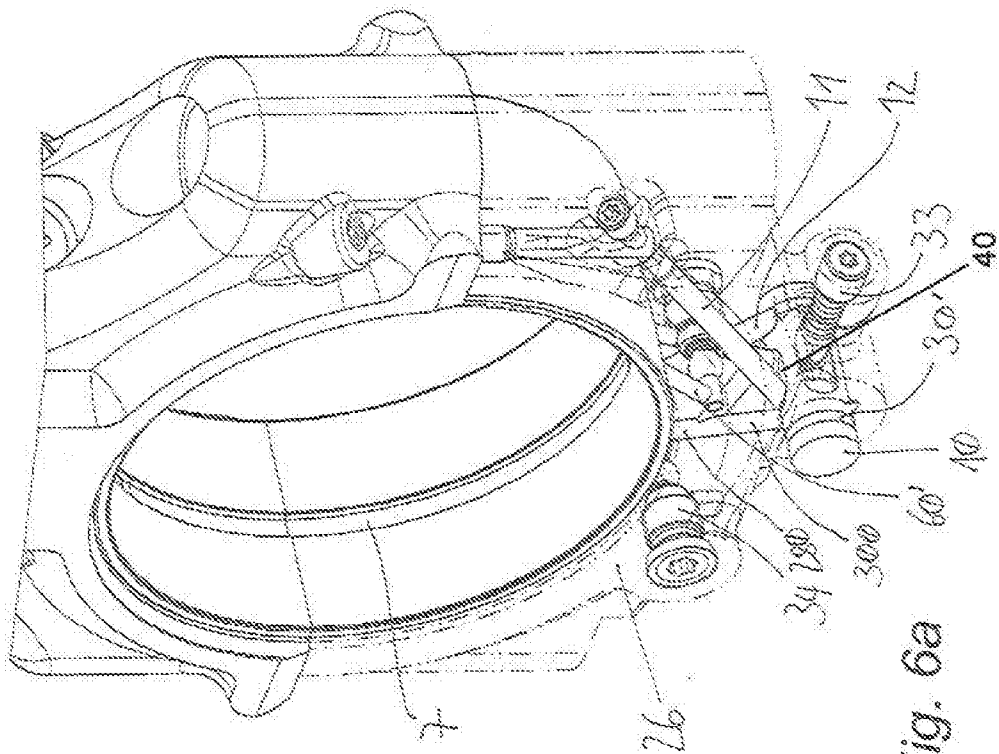


Fig. 6a

14/15

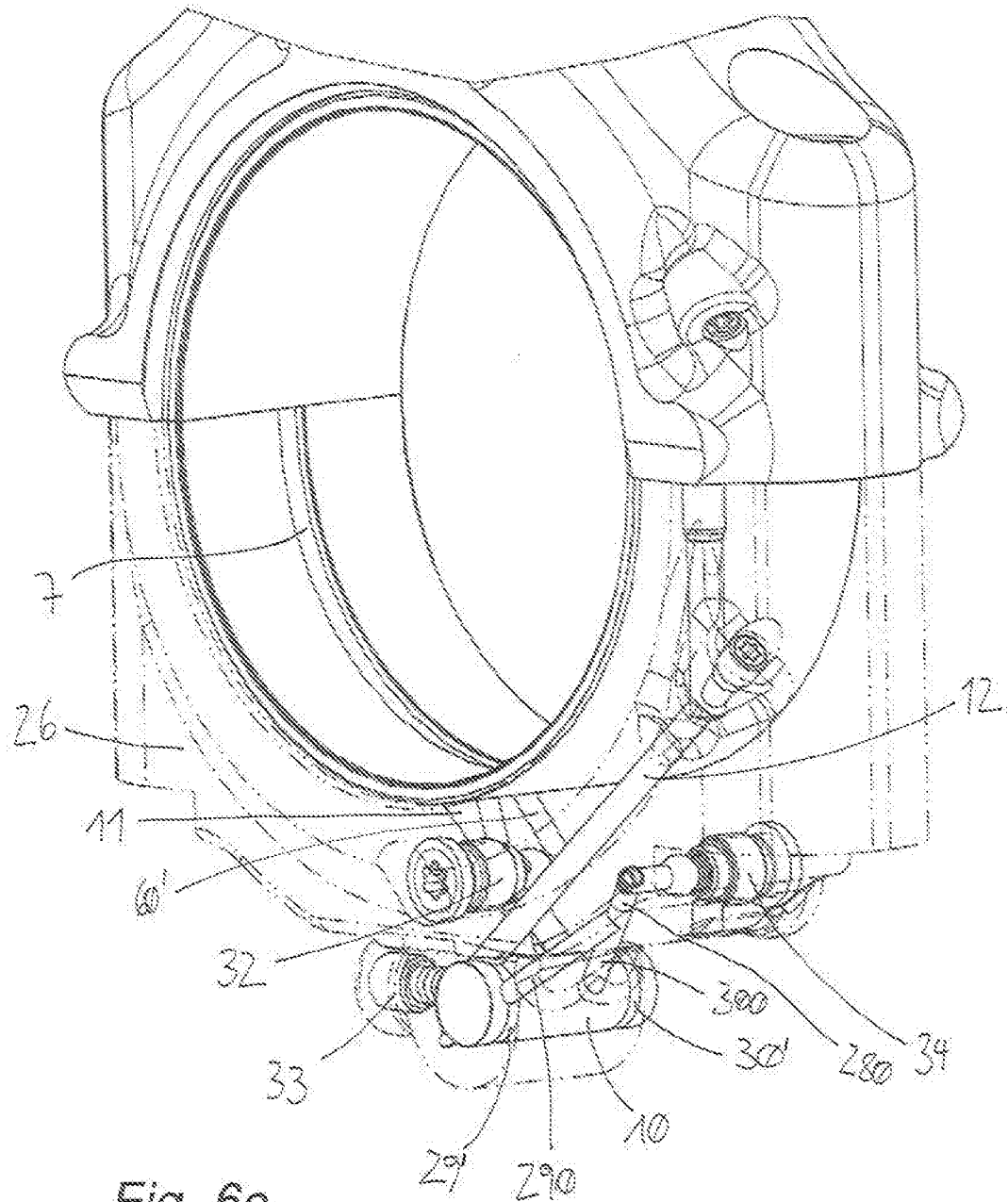


Fig. 6c

15/15

Fig. 6d

