

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50869/2018 (51) Int. Cl.: **F02B 75/04** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 08.10.2018 **F16C 7/06** (2006.01)  
(43) Veröffentlicht am: 15.12.2019 **F02D 15/02** (2006.01)  
**F16K 31/524** (2006.01)  
**F16K 31/12** (2006.01)  
**F16K 31/44** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 102017104391 A1  
WO 2015055582 A2  
EP 1426584 A1  
WO 2015055582 A2  
DE 102005055199 A1  
WO 2013092364 A1

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

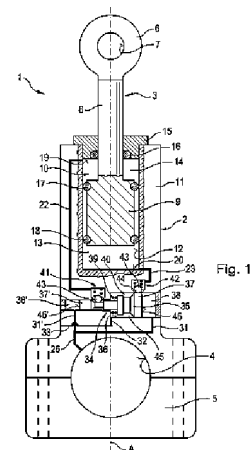
(72) Erfinder:  
Heller Malte  
81243 München (DE)  
Arens Kai Dr.  
81377 München (DE)  
Riba Zóltan  
82140 Olching (DE)  
Bodensteiner Martin  
80336 München (DE)  
Latz Steffen  
81669 München (DE)

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

(54) **Hydraulisches Steuerventil für eine längenverstellbare Pleuelstange mit zwei Steuerdruckräumen**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine längenverstellbare Pleuelstange (1) für einen Kolbenmotor, wobei die Pleuelstange (1) ein erstes Pleuelauge (7) zur Aufnahme eines Kolbenbolzens und ein zweites Pleuelauge (4) zur Aufnahme eines Kurbelwellenzapfens aufweist, wobei der Abstand zwischen dem Kolbenbolzen und dem Kurbelwellenzapfen in Längsrichtung (A) der Pleuelstange (1) mittels einer hydraulischen Steuereinrichtung (21) mit hydraulischem Steuerventil (34) einstellbar ist. Die hydraulische Steuereinrichtung (21) weist einen Steuerzylinder (36), einen in dem Steuerzylinder (36) verschiebbar geführten, mit Druck beaufschlagbaren Steuerschieber (35) und mindestens ein vom Steuerschieber (35) betätigbares Ablassventil (41, 42) auf. Das hydraulische Steuerventil (34) weist einen Drainagekanal (32) auf, der zwischen einem ersten (38') und zweiten Steuerdruckraum (38), die von einer ersten (46') und zweiten Steuerdruckfläche (46) des Steuerschiebers (35) begrenzt sind, in den Steuerzylinder (36) mündet

und in Fluidverbindung mit dem mindestens einem Ablassventil (41, 42) steht. Darüber hinaus betrifft die Erfindung die Verwendung einer derartigen längenverstellbaren Pleuelstange (1) mit einer hydraulischen Steuereinrichtung (21) in einem Kolbenmotor sowie einen entsprechenden Kolbenmotor.



## Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine längenverstellbare Pleuelstange (1) für einen Kolbenmotor, wobei die Pleuelstange (1) ein erstes Pleuelauge (7) zur Aufnahme eines Kolbenbolzens und ein zweites Pleuelauge (4) zur Aufnahme eines Kurbelwellenzapfens aufweist, wobei der Abstand zwischen dem Kolbenbolzen und dem Kurbelwellenzapfen in Längsrichtung (A) der Pleuelstange (1) mittels einer hydraulischen Steuereinrichtung (21) mit hydraulischem Steuerventil (34) einstellbar ist. Die hydraulische Steuereinrichtung (21) weist einen Steuerzylinder (36), einen in dem Steuerzylinder (36) verschiebbar geführten, mit Druck beaufschlagbaren Steuerschieber (35) und mindestens ein vom Steuerschieber (35) betätigbares Ablassventil (41, 42) auf. Das hydraulische Steuerventil (34) weist einen Drainagekanal (32) auf, der zwischen einem ersten (38') und zweiten Steuerdruckraum (38), die von einer ersten (46') und zweiten Steuerdruckfläche (46) des Steuerschiebers (35) begrenzt sind, in den Steuerzylinder (36) mündet und in Fluidverbindung mit dem mindestens einem Ablassventil (41, 42) steht. Darüber hinaus betrifft die Erfindung die Verwendung einer derartigen längenverstellbaren Pleuelstange (1) mit einer hydraulischen Steuereinrichtung (21) in einem Kolbenmotor sowie einen entsprechenden Kolbenmotor.

Fig. 1

## **Hydraulisches Steuerventil für eine längenverstellbare Pleuelstange mit zwei Steuerdruckräumen**

Die vorliegende Erfindung betrifft eine längenverstellbare Pleuelstange für einen Kolbenmotor, wobei die Pleuelstange ein erstes Pleuelauge zur Aufnahme eines Kolbenbolzens und ein zweites Pleuelauge zur Aufnahme eines Kurbelwellenzapfens aufweist, wobei der Abstand zwischen dem Kolbenbolzen und dem Kurbelwellenzapfen in Längsrichtung der Pleuelstange mittels einer hydraulischen Steuereinrichtung mit hydraulischem Steuerventil einstellbar ist, und wobei das hydraulische Steuerventil einen Steuerzylinder und einen in dem Steuerzylinder verschiebbar geführten, mit Druck beaufschlagbaren, Steuerschieber und mindestens ein Ablassventil aufweist. Weiter betrifft die Erfindung die Verwendung einer solchen längenverstellbaren Pleuelstange und einen Kolbenmotor mit einer längenverstellbaren Pleuelstange.

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

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

Eine diskontinuierliche Verstellung des Verdichtungsverhältnisses für einen Kolbenmotor beschreibt die EP 1 426 584 A1, in der ein mit dem Kolbenbolzen des Hubkolbens verbundener Exzenter eine Anpassung des Verdichtungsverhältnisses ermöglicht, wobei die Fixierung des Exzenters in den jeweiligen Endstellungen des Schwenkbereichs mittels einer mechanischen Arretierung erfolgt. Demgegenüber offenbart die DE 10 2005 055 199 A1 eine längenverstellbare Pleuelstange, mit der unterschiedliche Verdichtungsverhältnisse realisiert werden können, wobei der Exzenter durch zwei Zylinder-Kolben-Einheiten und den hydraulischen Druckunterschied des zugeführten Motoröls in seiner Position fixiert wird.

Die WO 2013/092364 A1 zeigt eine längenverstellbare Pleuelstange mit teleskopartig ineinander verschiebbaren Pleuelteilen, wobei ein Pleuelteil einen Verstellkolben und das zweite Pleuelteil einen Zylinder aufweist, in dem der Verstellkolben längsbeweglich angeordnet ist. Diese Zylinder-Kolben-Einheit wird über eine hydraulische Steuereinrichtung mit öldruckabhängigen Steuerventil mit Motoröl versorgt, um die Länge der Pleuelstange zu verstellen.

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

Die Pleuellänge dieser längenverstellbaren Pleuelstange kann zweistufig verstellt werden, indem einer der beiden Druckräume entleert wird, wobei jeweils eines der beiden Rückschlagventile im Zulaufkanal über einen entsprechenden Rücklaufkanal überbrückt wird. Durch diese Rücklaufkanäle strömt Motoröl zwischen dem Druckraum und der Versorgung mit Motoröl, wodurch das jeweilige Rückschlagventil seine Wirkung verliert. Die beiden Rücklaufkanäle werden durch ein öldruckabhängiges Steuerventil der hydraulischen Steuereinrichtung geöffnet und geschlossen, wobei immer genau ein Rücklaufkanal offen und der andere geschlossen ist. Der Aktuator zur Schaltung der beiden Rücklaufkanäle wird hydraulisch durch den Versorgungsdruck des Motoröls angesteuert, wobei die Versorgung mit Motoröl über entsprechende Hydraulikmittelkanäle im Pleuel und das Lager des Kurbelwellenzapfens im zweiten Pleuelauge erfolgt. Durch den Aktuator wird das dem jeweiligen Rücklaufkanal zugeordnete Ablassventil geöffnet oder geschlossen, wobei eine Rückstellung des Ablassventils üblicherweise selbsttätig erfolgt, beispielsweise mittels einer Rückstellfeder. Die aktive Verstellung der Pleuellänge erfolgt dann durch ein gezieltes Entleeren des mit Motoröl gefüllten Druckraums unter Ausnutzung der an der Pleuelstange wirkenden Massen- und Gaskräfte, wobei der andere Druckraum über das zugehörige Rückschlagventil mit Motoröl versorgt und hydraulisch gesperrt wird.

Im Betrieb wird die Pleuelstange im ständigen Wechsel auf Zug und Druck belastet, so dass in den Druckräumen sowie den zugehörigen Hydraulikleitungen bis zum Ablassventil des Steuerventils ein schwellender Hydraulikmitteldruck von über 300 bar entsteht. Weiterhin erfordert die Funktion der hydraulischen Steuereinrichtung zur Schaltung der beiden Rücklaufkanäle neben geringen Toleranzen für die unterschiedlichen Bauteile und hochwirksamen Dichtungen zur Abgrenzung der verschiedenen Druckbereiche, auch eine sichere Versorgung und Drainage der Druckräume mit dem unter Druck stehenden Motoröl über das Steuerventil und entsprechende Hydraulikmittelkanäle in der Pleuelstange. Hieraus ergeben sich allgemein sehr hohe Anforderungen an die Bauteile der Pleuelstange, unter anderem auch an die Komponenten der hydraulischen Steuereinrichtung, aber auch an die Konstruktion und Funktionsweise des hydraulischen Steuerventils.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine verbesserte Konstruktion und Funktion einer gattungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Steuerschieber zwei dem hydraulischen Steuerdruck aussetzbare Steuerdruckflächen aufweist, wobei die erste Steuerdruckfläche einen ersten Steuerdruckraum im Steuerzylinder und die zweite Steuerdruckfläche einen zweiten Steuerdruckraum im Steuerzylinder begrenzt, und wobei das hydraulische Steuerventil einen Drainagekanal aufweist, der mit dem mindestens einen Ablassventil in Fluidverbindung steht und zwischen dem ersten Steuerdruckraum und dem zweiten Steuerdruckraum in den Steuerzylinder mündet. Dieser Aufbau des hydraulischen Steuerventils ermöglicht neben einem einfachen Aufbau auch eine sichere Funktion und auch eine bessere Steuerung des Hydraulikmittelabflusses, beispielsweise durch eine anwendungsbezogene Dimensionierung des Drainagekanals. Über den relativ mittig in den Steuerzylinder mündenden Drainagekanal, bzw. die Abzweigung des Drainagekanals aus dem Steuerzylinder zwischen erstem und zweitem Steuerdruckraum, ermöglicht neben dem Abführen des aus einem zugeordneten Druckraum der längenverstellbaren Pleuelstange ausströmende Hydraulikmittel auch eine Drainage des Hydraulikmittels aus dem Niederdruckraum, der auch austretendes Hydraulikmittel aus dem ersten oder zweiten Steuerdruckraum bei einer Bewegung des Steuerschiebers im Steuerzylinder aufnimmt. Dadurch können die Anforderungen an die Toleranzen der Bauteile des hydraulischen Steuerventils sowie der Abdichtung des Steuerschiebers gegenüber dem Steuerzylinder gering gehalten werden. Für einen konstruktiv einfachen Aufbau des Steuerschiebers können die Steuerdruckflächen, d.h. die von dem hydraulischen Steuerdruck beaufschlagten Wirkflächen des Steuerschiebers, an den stirnseitigen Enden des Steuerschiebers ausgebildet sein. Weiter ermöglicht der mittig zwischen dem ersten und zweiten Steuerdruckraum vorgesehene einzelne Drainagekanal einen Verzicht auf weitere Drainagekanäle für die Steuerdruckräume, Rückstellmechanismen und zugehörigen Ablassventile des hydraulischen Steuerventils.

In einer zweckmäßigen Ausbildung können mindestens zwei vom Steuerschieber betätigbare Ablassventile vorgesehen sein, wobei die mindestens zwei Ablassventile mit dem einen Drainagekanal in Fluidverbindung stehen, um das aus dem zugehörigen Druckraum der längenverstellbaren Pleuelstange ausströmende Hydraulikmittel abzuführen. Da beide Ablassventile jeweils mit dem einen Drainagekanal gekoppelt sind, entstehen keine Wechselwirkungen zwischen dem Abströmen des Hydraulikmittels aus den jeweiligen Druckräumen und der Versorgung der Druckräume mit Hydraulikmittel, wodurch insbesondere ein Schwanken des Versorgungsdrucks verhindert wird. Dabei ermöglicht das Vorsehen von mindestens zwei vom hydraulisch betätigten Steuerschieber ansteuerbare Ablassventile einen einfachen Aufbau des

hydraulischen Steuerventils sowie eine geringere Anzahl von Bohrungen in der längenverstellbaren Pleuelstange zur Ausbildung der notwendigen Ölversorgungs- und Steuerdruckkanäle. Günstigerweise können die zwei Ablassventile wechselweise von dem Steuerschieber betätigbar sein. Dies ermöglicht eine sichere Funktion der hydraulischen Steuereinrichtung mit einer wechselweisen Befüllung der zugeordneten Druckräume sowie das sichere Positionieren der Pleuelstange in der eingestellten Längenposition.

Eine bevorzugte Variante sieht vor, dass die erste Steuerdruckfläche kleiner als die zweite Steuerdruckfläche ist, wobei der auf die ersten Steuerdruckfläche wirkende Steuerdruck den Steuerschieber entlang einer Steuerschieberachse des Steuerschiebers in eine erste Stellung drückt und der auf die zweite Steuerdruckfläche wirkende Steuerdruck den Steuerschieber entlang der Steuerschieberachse in eine zweite Stellung drückt, und wobei eine Rückstellfeder vorgesehen ist, die den Steuerschieber entlang der Steuerschieberachse in Richtung der ersten Stellung vorspannt. Diese Konstruktion ermöglicht es, in der hydraulischen Steuereinrichtung zwei unterschiedliche Schaltstellungen vorzusehen, und über die Vorspannung der Rückstellfeder trotz der unterschiedlichen Wirkflächen der ersten und zweiten Steuerdruckfläche für den gleichen hydraulischen Steuerdruck einen effektiven und schnell wirkenden Rückstellmechanismus vorzusehen. Hierdurch wird die Funktionssicherheit der hydraulischen Steuereinrichtung und gleichzeitig auch der längenverstellbaren Pleuelstange erhöht. Als Steuerschieberachse ist dabei die Mittelachse des Steuerschiebers in axialer Richtung zu verstehen und als Steuerdruckfläche die von dem hydraulischen Steuerdruck beaufschlagte Oberfläche des Steuerschiebers, die eine in Richtung der Steuerschieberachse bewirkende Kraft erzeugt, d.h. eine effektive Wirkfläche. Die zur Vorspannung des Steuerschiebers entlang der Steuerschieberachse in Richtung der ersten Stellung eingesetzte Rückstellfeder kann in einfacher Weise an unterschiedliche Steuerdrücke und Anordnungen des Steuerventils angepasst werden, ohne die gesamte Konstruktion der hydraulischen Steuereinrichtung oder sogar der längenverstellbaren Pleuelstange verändern zu müssen. Bevorzugt kann die Rückstellfeder radial zur Steuerschieberachse um den Steuerschieber herum angeordnet sein und dadurch den benötigten Bauraum für das Steuerventil sowie gleichzeitig auch den Herstellungsaufwand zu reduzieren.

Eine besondere Ausführungsform sieht vor, dass der Drainagekanal mit einem überdrucklosen Abflusskanal verbunden ist, um das aus einem zugehörigen Druckraum der längenverstellbaren Pleuelstange ausströmende Hydraulikmittel an die Umgebung abzugeben. Im Gegensatz zu herkömmlichen längenverstellbaren Pleuelstangen, bei denen zur schnelleren Befüllung

der Druckräume eine Drainage der Ablassventile in den unter Druck stehenden Ölversorgungskanal der Druckräume bzw. die gemeinsamen Steuerdruckleitungen erfolgt, ermöglicht das Vorsehen eines überdrucklosen Abflusskanals und dessen Fluidverbindung zum Drainagekanal eine vollständige Ableitung des aus einem Druckraum ausströmenden Hydraulikmittels an die Umgebung. Dadurch wird eine kontinuierliche Kühlung oder Temperierung der Pleuelstangen mit dem Motoröl des Kolbenmotors ermöglicht, um die thermische Belastung der längenverstellbaren Pleuelstange, und insbesondere der Bauteile der hydraulischen Steuereinrichtung zu reduzieren sowie die erreichbaren Betriebszeiten zu verlängern. Alternativ kann der Drainagekanal auch in herkömmlicher Weise mit dem Ölversorgungskanal verbunden sein, um eine möglichst schnelle Befüllung der Druckräume zu ermöglichen.

In einer weiteren Ausgestaltung sind die zwei Ablassventile geneigt zur Steuerschieberachse, bevorzugt senkrecht zur Steuerschieberachse angeordnet. Diese geneigte Anordnung der Ablassventile ermöglicht eine kompaktere Bauweise des hydraulischen Steuerventils und somit insgesamt geringere Abmessungen der Pleuelstange bei einer entsprechenden Massenreduktion. Des Weiteren können durch die geneigte Anordnung der Ablassventile störende Einflüsse auf weitere Komponenten des hydraulischen Steuerventils minimiert werden und negative Einflüsse der Trägheit des Hydraulikmittels in den Hydraulikmittelkanälen und den Komponenten der hydraulischen Steuereinrichtung berücksichtigt werden.

Für eine einfache Montage des hydraulischen Steuerventils und eine sichere Funktion der längenverstellbaren Pleuelstange kann der Steuerschieber eine Schaltkontur aufweisen, wobei die zwei Ablassventile wechselweise mittels der Schaltkontur betätigbar sind. Eine solche Schaltkontur ermöglicht neben einer einfachen und wechselweisen Ansteuerung der Ablassventile auch eine direkte Übertragung der axialen Bewegung des Steuerschiebers in eine Hubbewegung der Ablassventile. Dabei kann die Schaltkontur umlaufende Vertiefungen am Steuerschieber, aber auch einseitige Abflachungen oder Vorsprünge aufweisen, um die mindestens zwei Ablassventile gekoppelt zu steuern. Für eine einfache und direkte Übertragung der Bewegung des Steuerschiebers in eine Hubbewegung der Ventilkörper der Ablassventile können die Vertiefungen oder Vorsprünge angefast sein, um ein langsames Öffnen und Schließen sowie eine sichere Funktion der Ablassventile zu ermöglichen.

Ein Ausführungsbeispiel der längenverstellbaren Pleuelstange sieht vor, dass zwei Pleuelteile vorgesehen sind, wobei das erste Pleuelteil das erste Pleuelauge und das zweite Pleuelteil

das zweite Pleuelauge aufweist, und wobei das erste Pleuelteil gegenüber dem zweiten Pleuelteil in Längsrichtung der Pleuelstange bewegbar, bevorzugt telekopierbar, ist, um den Abstand zwischen dem Kolbenbolzen und dem Kurbelwellenzapfen zu verstellen. Im Gegensatz zu Pleuelstangen mit Exzentern ermöglichen zwei in Längsrichtung der Pleuelstange zueinander bewegbare Pleuelteile einen stabilen Aufbau sowie einen sicheren und dauerhaften Betrieb der längenverstellbaren Pleuelstange. Dabei kann mindestens eine mit der hydraulischen Steuereinrichtung hydraulisch verbundene Zylinder-Kolben-Einheit vorgesehen sein, um das erste Pleuelteil relativ zum zweiten Pleuelteil zu bewegen, wobei das erste Pleuelteil mit einem Verstellkolben der Zylinder-Kolben-Einheit verbunden ist und das zweite Pleuelteil eine Zylinderbohrung der Zylinder-Kolben-Einheit aufweist. Dies ermöglicht neben einem sehr robusten Aufbau der längenverstellbaren Pleuelstange auch einfache und kostengünstige Pleuelteile, wobei der Verstellkolben des ersten Pleuelteils bevorzugt direkt mit der Pleuelstange und dem Pleuelkopf mit dem ersten Pleuelauge verbunden ist und das zweite Pleuelteil ein Gehäuse aufweist, in dem neben der Zylinderbohrung auch die hydraulische Steuereinrichtung vorgesehen ist.

Des Weiteren bezieht sich die Erfindung auf die Verwendung einer längenverstellbaren Pleuelstange mit einem hydraulischen Steuerventil in einem Kolbenmotor, wobei das hydraulische Steuerventil der Steuereinrichtung einen Steuerzylinder, einen in dem Steuerzylinder verschiebbar geführten, mit Druck beaufschlagten Steuerschieber und mindestens zwei Ablassventile aufweist, der Steuerschieber weist zwei dem hydraulischen Steuerdruck aussetzbare Steuerdruckflächen auf, wobei die erste Steuerdruckfläche einen ersten Steuerdruckraum und die zweite Steuerdruckfläche einen zweiten Steuerdruckraum begrenzt, und wobei ein Drainagekanal vorgesehen ist der, mit den mindestens zwei Ablassventilen in Fluidverbindung steht und zwischen dem ersten Steuerdruckraum und dem zweiten Steuerdruckraum in den Steuerzylinder mündet. Das Vorsehen von zwei Steuerdruckflächen erleichtert eine sichere Funktion des hydraulischen Steuerventils und ermöglicht neben einer kostengünstigen Herstellung und Montage des Steuerschiebers auch einen sicheren Betrieb der längeren verstellbaren Pleuelstange.

In einem weiteren Aspekt bezieht sich die Erfindung auf einen Kolbenmotor mit mindestens einem Motor-Zylinder, einem sich in dem Motor-Zylinder bewegenden Hubkolben und mindestens einem einstellbaren Verdichtungsverhältnis in dem Motor-Zylinder, sowie mit einer mit dem Hubkolben verbundenen längenverstellbaren Pleuelstange gemäß den vorbeschriebenen Ausführungsformen. Bevorzugt sind sämtliche Hubkolben des Kolbenmotors mit einer

derartigen längenverstellbaren Pleuelstange ausgestattet und die Steuereinrichtung der längenverstellbaren Pleuelstange mit der Motorolhydraulik des Kolbenmotors verbunden. Die Kraftstoffeinsparung eines solchen Kolbenmotors kann beträchtlich sein, wenn in Abhängigkeit von dem jeweiligen Betriebszustand das Verdichtungsverhältnis entsprechend eingestellt wird. Das Vorsehen eines mittig angeordneten Drainagekanals reduziert neben der Anzahl an Bohrungen und Bearbeitungsschritten für die Herstellung der längenverstellbaren Pleuelstange auch das Risiko von Fehlfunktionen. Entsprechend werden nicht nur die Herstellungskosten reduziert, sondern auch die Betriebszeiten der längenverstellbaren Pleuelstange erhöhet.

Im Folgenden wird eine nicht einschränkende Ausführungsform der Erfindung anhand beispielhafter Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Ansicht einer teilweise freigeschnittenen, erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange,
- Fig. 2 eine schematische Ansicht der längenverstellbaren Pleuelstange aus Fig. 1 in einer anderen Schaltstellung, und
- Fig. 3 eine schematische Ansicht der längenverstellbaren Pleuelstange aus Fig. 1 mit einer schematischen Darstellung der hydraulischen Steuereinrichtung.

Die in der schematischen Ansicht in Fig. 1 dargestellte längenverstellbare Pleuelstange 1 umfasst zwei teleskopierbar zueinander bewegbare Pleuelteile 2,3. Das in der Darstellung der längenverstellbaren Pleuelstange 1 in Fig. 1 unten angeordnete untere Pleuelteil 2 weist ein großes Pleuelauge 4 auf, mit dem die längenverstellbare Pleuelstange 1 auf der Kurbelwelle (nicht gezeigt) des Kolbenmotors gelagert ist. Dazu ist am unteren Pleuelteil 2 weiter eine Lagerschale 5 angeordnet, die zusammen mit dem ebenfalls lagerschalenartig ausgebildeten unteren Bereich der unteren Pleuelstange 2 das große Pleuelauge 4 ausbildet. Die Lagerschale 5 und das untere Pleuelteil 2 werden mittels Pleuelschrauben (schematisch als gestrichelte Linien dargestellt) miteinander verbunden. Das obere Pleuelteil 3 weist einen Pleuelkopf 6 mit einem kleinen Pleuelauge 7 auf, das den Kolbenbolzen (nicht gezeigt) eines Hubkolbens im Kolbenmotor aufnimmt. Der Pleuelkopf 6 ist mit der Kolbenstange 8 und über die Kolbenstange 8 mit dem Verstellkolben 9 der hier als Zylinder-Kolben-Einheit 10 ausgebildeten Verstelleinrichtung der längenverstellbaren Pleuelstange 1 verbunden. Dabei ist der Pleuelkopf 6 üblicherweise mit der Kolbenstange 8 verschraubt oder verschweißt, während der Verstellkolben 9 und die Kolbenstange 8 dann einteilig ausgebildet sein können. Dies ermöglicht vor

einem Zusammenbau des oberen Pleuelteils 3, den Zylinderdeckel 15 der Zylinder-Kolben-Einheit und die Stangendichtung 16 auf der Kolbenstange 8 sowie die Kolbendichtungen 17, 18 an dem Verstellkolben 9 einfach und beschädigungsfrei anzuordnen.

Das obere Pleuelteil 3 ist über den Verstellkolben 9 teleskopierbar in dem unteren Pleuelteil 2 geführt, um den Abstand zwischen dem im kleinen Pleuelauge 7 aufgenommenen Kolbenbolzen des Hubkolbens und der in dem großen Pleuelauge 4 aufgenommenen Kurbelwelle des Kolbenmotors zu verstellen, um so das Verdichtungsverhältnis des Kolbenmotors an den jeweiligen Betriebszustand anzupassen. Dadurch ist es möglich, den Kolbenmotor im Teillastbereich mit einem höheren Verdichtungsverhältnis als unter Volllastbereich zu betreiben und so den Wirkungsgrad des Motors zu erhöhen. In dem Gehäuse 11 des unteren Pleuelteils 2 ist im oberen Bereich ein Zylinder 12 ausgebildet, der als Zylinderbohrung oder Zylinderhülse in das Gehäuse 11 des unteren Pleuelteils 2 eingebracht ist. In dem Zylinder 12 ist der Verstellkolben 9 des oberen Pleuelteils 3 in Längsrichtung A der Pleuelstange 1 bewegbar angeordnet, um gemeinsam mit dem Zylinder 12 und dem Zylinderdeckel 15 die Zylinder-Kolben-Einheit 10 auszubilden. Der Verstellkolben 9 ist in Fig. 1 in einer Mittelstellung dargestellt, in der der Verstellkolben 9 den Zylinder 12 in zwei Druckräume 13 und 14 unterteilt. Die Kolbenstange 8 erstreckt sich von dem Verstellkolben 9 durch den oberen Druckraum 14 und den Zylinderdeckel 15 hindurch, der das Gehäuse 11 und den Zylinder 12 nach oben hin begrenzt. An dem Zylinderdeckel 15 ist eine Stangendichtung 16 vorgesehen, die die Kolbenstange 8 umgibt und den oberen Druckraum 14 gegenüber der Umgebung abdichtet. Die beiden auf dem Verstellkolben 9 angeordneten Kolbendichtungen 17, 18 dichten den Verstellkolben 9 gegenüber dem Zylinder 12 und damit auch die Druckräume 13, 14 zueinander ab. Die Unterseite 19 des Zylinderdeckels 15 bildet einen oberen Anschlag aus, an dem der Verstellkolben 9 in der oberen Stellung, der langen Stellung der längenverstellbaren Pleuelstange 1, anliegt, während in der unteren Stellung (Kurzstellung) der längenverstellbaren Pleuelstange 1 der Verstellkolben 9 an dem vom Zylinderboden 20 ausgebildeten unteren Anschlag anliegt.

Im Folgenden wird anhand der in Fig. 3 dargestellten hydraulischen Verschaltung die hydraulische Steuereinrichtung 21 zur Versorgung der von der Zylinder-Kolben-Einheit 10 ausgebildeten Verstelleinrichtung näher erläutert. Die beiden Druckräume 13, 14 sind jeweils über getrennte Hydraulikmittelleitungen 22, 23 und separate Rückschlagventile 24, 25 sowie einem gemeinsamen Ölversorgungskanal 26, der in dem großen Pleuelauge 4 mündet, mit dem Motorölkreislauf des Kolbenmotors verbunden. Ist die längenverstellbare Pleuelstange 1 in der langen Position, befindet sich im oberen Druckraum 14 kein Motoröl, während der untere

Druckraum 13 hingegen vollständig mit Motoröl gefüllt ist. Während des Betriebs wird die Pleuelstange 1 aufgrund der Massen- und Gaskräfte alternierend auf Zug und Druck belastet. In der langen Stellung wird die Zugkraft durch den mechanischen Kontakt des Verstellkolbens 9 mit der Unterseite 19 des Zylinderdeckels 15 aufgenommen. Die Länge der Pleuelstange 1 verändert sich dadurch nicht. Eine einwirkende Druckkraft wird über die Kolbenfläche auf den mit Motoröl gefüllten unteren Druckraum 13 übertragen. Da das dem unteren Druckraum 13 zugeordnete Rückschlagventil 25 ein Ausströmen des Motoröls verhindert, steigt der Druck des Motoröls stark an und verhindert eine Änderung der Pleuellänge. Dadurch ist die längenverstellbare Pleuelstange 1 in dieser Bewegungsrichtung hydraulisch gesperrt. In der Kurzstellung der längenverstellbaren Pleuelstange 1 drehen sich die Verhältnisse um. Der untere Druckraum 13 ist vollständig leer und eine Druckkraft wird durch den mechanischen Anschlag des Verstellkolbens 9 am Zylinderboden 20 aufgenommen, während der obere Druckraum 14 mit Motoröl gefüllt ist, so dass eine Zugkraft auf die längenverstellbare Pleuelstange 1 einen Druckanstieg im oberen Druckraum 14 verursacht und damit eine hydraulische Sperrung bewirkt.

Die Pleuellänge der hier dargestellten längenverstellbaren Pleuelstange 1 kann zweistufig verstellt werden, indem einer der beiden Druckräume 13, 14 entleert wird und der jeweils andere Druckraum 13, 14 mit Motoröl gefüllt wird. Hierzu wird von der hydraulischen Steuereinrichtung 21 jeweils eines der Rückschlagventile 24, 25 überbrückt, so dass das Motoröl aus dem bisher gefüllten Druckraum 13, 14 abfließen kann. Das jeweilige Rückschlagventil 24, 25 verliert so seine Wirkung. Dazu umfasst die hydraulische Steuereinrichtung 21 ein Steuerventil 34, das hier als ein 3/2-Wegeventil 27, dargestellt ist, dessen beiden schaltbaren Anschlüsse 30 jeweils über eine Drossel 28, 29 mit einer der Hydraulikmittleitungen 22, 23 und darüber hinaus mit einem der Druckräume 13, 14 verbunden sind. Dabei wird das 3/2-Wegeventil 27 über den Druck des Motoröls betätigt, der dem 3/2-Wegeventil 27 über eine mit dem Ölversorgungskanal 26 verbundene Steuerdruckleitung 31 zugeführt wird. Das über die Steuerdruckleitung 31 zugeführte Motoröl drückt innerhalb des 3/2-Wegeventils 27 auf eine zweite Steuerdruckfläche 46, um die Schaltstellungen der Anschlüsse 30 zu verändern. Eine Rückstellung des 3/2-Wegeventils 27 erfolgt über eine kombinierte Wirkung einer Rückstellfeder 39 und den über eine Steuerdruckleitung 31' zugeführten und auf eine erste Steuerdruckfläche 46' wirkenden, unter Druck stehenden Motoröls. Die beiden schaltbaren Anschlüsse 30 des 3/2-Wegeventils 27 sind über einen einzelnen, gemeinsamen Drainagekanal 32 mit einem überdrucklosen Abflusskanal 33 verbunden, der das aus den Druckräumen 13, 14 abgeführte Motoröl direkt an die Umgebung der längenverstellbaren Pleuelstange 1 abgibt. In der in Fig. 3 dargestellten

Vorzugslage des 3/2-Wegeventils 27 ist der obere Druckraum 14 geöffnet. Zur Befüllung des jeweils anderen Druckraums 14, 13 wird über das große Pleuelauge 4, den Ölversorgungskanal 26 und das zugehörige Rückschlagventil 24, 25 neues Motoröl zugeführt. Alternativ kann der Drainagekanal 32 auch mit dem Ölversorgungskanal 26 verbunden sein, so dass abgeführtes Motoröl wieder zur Befüllung des jeweils anderen Druckraums 13, 14 zur Verfügung steht.

Bei dem 3/2-Wegeventil 27 ist jeweils einer der schaltbaren Anschlüsse 30 geöffnet, so dass der zugehörige Druckraum 13, 14 geleert ist, während der andere Anschluss 30 geschlossen ist. Bei einer Veränderung der Schaltstellung des 3/2-Wegeventils 27, durch das Anliegen eines höheren Steuerdrucks über die Steuerdruckleitung 31 oder durch eine Rückstellung bei einem abnehmenden Steuerdruck, d.h. einer Kombination der Wirkung des reduzierten Steuerdrucks auf die erste Steuerdruckfläche 46' und der Vorspannung der Rückstellfeder 39 wird der bisher geöffnete Anschluss 30 geschlossen und der bisher geschlossene Anschluss 30 geöffnet. Infolgedessen strömt aus dem bisher gefüllten Druckraum 13, 14 das unter hohem Druck stehende Motoröl über die jeweilige Hydraulikmittelleitung 22, 23 sowie die zugehörige Drossel 28, 29 durch den geöffneten Anschluss 30 des 3/2-Wegeventils 27 und den Drainagekanal 32 und den Abflusskanal 33 zur Umgebung. Gleichzeitig entsteht durch die in einem Kolbenmotor während der Hubbewegung der Pleuelstange 1 wirkenden Massen- und Gaskräfte in dem bisher leeren Druckraum 14, 13 eine Sogwirkung, durch die sich das zugehörige Rückschlagventil 24, 25 öffnet, so dass sich der bisher leere Druckraum 14, 13 mit Motoröl füllt. Mit zunehmender Entleerung des bisher gefüllten Druckraums 14, 13 über den geöffneten Anschluss 30, wird dem anderen Druckraum 14, 13 zunehmend Motoröl zugeführt, wodurch sich die Länge der Pleuelstange 1 ändert. Je nach Ausgestaltung der längenverstellbaren Pleuelstange 1 sowie der hydraulischen Steuereinrichtung 21 und dem Betriebszustand des Kolbenmotors können mehrere Hübe der Pleuelstange 1 erforderlich sein, bis der von der hydraulischen Steuereinrichtung 21 gesperrte Druckraum 14, 13 vollständig mit Motoröl gefüllt ist sowie der andere geöffnete Druckraum 13, 14 vollständig geleert ist und so die gewünschte Längenänderung der Pleuelstange 1 erreicht wird.

Die in Fig. 1 gezeigte hydraulische Steuereinrichtung 21 weist ein als Schieberventil ausgebildetes hydraulisches Steuerventil 34 mit einem Steuerzylinder 36 und einem in dem Steuerzylinder 36 verschiebbar angeordneten zylindrischen Steuerschieber 35 auf.

In Fig. 1 und Fig. 2 ist die Bewegungsachse des Steuerschiebers 35 im Wesentlichen normal zur Längsrichtung A der Pleuelstange 1 und normal zur Längsachse der (nicht dargestellten) Kurbelwelle verlaufend dargestellt. Demnach bewegt sich der Steuerschieber 35 in einer Ebene, die durch die Längsrichtung A der Pleuelstange 1 und normal auf die Längsachse der Kurbelwelle verläuft, im Wesentlichen also in der Blattebene der Fig. 1 und Fig. 2 liegt. Es wird darauf hingewiesen, dass auch dazu unterschiedliche Bewegungsrichtungen des Steuerschiebers 35 möglich sind, also z.B. in der beschriebenen Ebene, aber unter einem schrägen Winkel zur Längsachse A der Pleuelstange, in einer Richtung parallel zur Längsachse der Kurbelwelle oder schräg zur Längsachse der Kurbelwelle und/oder zur Längsachse A der Pleuelstange 1. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind diese Richtungen in den Figuren nicht dargestellt.

Der Steuerschieber 35 weist zwei jeweils stirnseitig angeordnete Steuerkolben 37,37' auf, die zusammen mit dem Steuerzylinder 36 seitlich des Steuerschiebers 35 angeordnete Steuerdruckräume 38,38' ausbilden. Die Steuerdruckräume 38,38' werden jeweils von einer Steuerdruckleitung 31,31' von dem Ölversorgungskanal 26 mit unter Steuerdruck stehendem Hydraulikmittel versorgt. Zwischen den beiden stirnseitig angeordneten Steuerkolben 37,37', die abgedichtet oder nur mit einem geringen Leckagespalt gegenüber dem Steuerzylinder 36 geführt sind, ist eine Schaltkontur 40 zum Öffnen und Schließen der Ablassventile 41, 42 ausgebildet. Im Übergangsbereich zu den Steuerkolben 37,37' ist die Schaltkontur angefast, um mit möglichst geringem Kraftaufwand den jeweiligen Ventilkörper 43 aus dem Ventilsitz 44 des ersten und zweiten Ablassventils 41, 42 gleichmäßig abzuheben und das jeweilige Ablassventil 41, 42 zu öffnen. Um die Schaltkontur 40 des Steuerschiebers 35 herum ist weiter die Rückstellfeder 39 angeordnet, die sich an einer Stufe im Steuerzylinder 36 abstützt und den Steuerschieber 35 zusammen mit dem im ersten Steuerdruckraum 38' herrschenden Steuerdruck des Hydraulikmittels in Richtung des zweiten Steuerdruckraums 38 drückt, um das erste Ablassventil 41 zu öffnen nachdem das zweite Ablassventil 42 geschlossen. Zwischen der Steuerkontur 40 des Steuerschiebers 35 und dem Steuerzylinder 36 ist ein Niederdruckraum 45 ausgebildet, der mit dem Drainagekanal 32 und einem überdrucklosen Abflusskanal 33 verbunden ist, um über das geöffnete zweite Ablassventil 42 aus dem unteren Druckraum 13 ausströmendes Hydraulikmittel an die Umgebung der längenverstellbaren Pleuelstange 1 abzuführen. Alternativ kann der Drainagekanal 32 auch mit dem Ölversorgungskanal 26 verbunden sein, um das ausströmende Motoröl direkt zur Befüllung des oberen Druckraums 14 bereitzustellen.

In der in Fig. 1 dargestellten Stellung des hydraulischen Steuerventils 34 liegt über den Ölversorgungskanal 26 und die Steuerdruckleitung 31 im Steuerdruckraum 38 ein hoher hydraulischer Steuerdruck an, der auf die zweite Steuerdruckfläche 46 des zweiten Steuerkolbens 37 wirkt. Dabei ist die von dem Hydraulikmittel im zweiten Steuerdruckraum 38 auf die zweite Steuerdruckfläche 46 einwirkende Kraft größer als die Summe der auf die erste Steuerdruckfläche 46' des ersten Steuerkolbens 37' im ersten Steuerdruckraum 38' wirkende Kraft des unter hohem Steuerdruck stehenden Hydraulikmittels und der von der Rückstellfeder 39 auf den Steuerschieber 35 wirkenden Vorspannkraft. Daher drückt der zweite Steuerkolben 37 den Ventilkörper 43 des zweiten Ablasventils 42 aus seinem Ventilsitz 44. Durch dieses geöffnete zweite Ablasventil 42 strömt das Hydraulikmittel aus dem unteren Druckraum 13 über die Hydraulikmittelleitung 23 in das Ablasventil 42 und von dort über den Niederdruckraum 45, den Drainagekanal 32 und den überdrucklosen Abflusskanal 33 direkt in die Umgebung der längenverstellbaren Pleuelstange 1. Gleichzeitig ist das erste Ablasventil 41 geschlossen, so dass der obere Druckraum 14 hydraulisch gesperrt ist und das über den Ölversorgungskanal 26 und das Rückschlagventil 24 in den oberen Druckraum 14 einströmende Motoröl den Verstellkolben 9 der Zylinder-Kolben-Einheit 10 in Richtung des Zylinderbodens 20 drückt, bis die kurze Stellung der längenverstellbaren Pleuelstange 1 erreicht ist. Wie in Fig. 3 gezeigt, können die Anschlüsse 30,30' der Hydraulikmittelleitungen 22, 23 an den Ablasventilen 41, 42 gedrosselt sei, um ein zu schnelles, unkontrolliertes Ausströmen des Motoröls aus den Druckräumen 13, 14 zu vermeiden.

Fig. 2 zeigt eine zweite Schaltstellung des hydraulischen Steuerventils 34 bei einem niedrigen hydraulischen Steuerdruck. Der abnehmende Steuerdruck in dem ersten Steuerdruckraum 38' drückt den Steuerschieber 35 zusammen mit der Vorspannung der Rückstellfeder 39 in Richtung des zweiten Steuerdruckraums 38. Durch die Bewegung des Steuerschiebers 35 wird am angefasten Übergang zum ersten Steuerkolben 37' der Ventilkörper 43 des ersten Ablasventils 41 aus seinem Ventilsitz 44 gedrückt und das erste Ablasventil 41 wird geöffnet. Vorher schließt sich das zweite Ablasventil 42, da das Ablasventil 42 aus dem Kontakt mit dem zweiten Steuerkolben 37 herausgeführt wird. Das erste Ablasventil 41 und das zweite Ablasventil 42 sind radial zum Steuerschieber 35 angeordnet, bevorzugt senkrecht zur Steuerschieberachse. Über das geöffnete erste Ablasventil 41 strömt Hydraulikmittel aus dem oberen Druckraum 14 über die Hydraulikmittelleitung 22 in das Ablasventil 41 und von dort über den Niederdruckraum 45, den Drainagekanal 32 und den überdrucklosen Abflusskanal 33 direkt in die Umgebung der längenverstellbaren Pleuelstange 1. Auch hier füllt sich gleichzeitig der andere, untere Druckraum 13 über den Ölversorgungskanal 26, das Rückschlagventil 25

und die Hydraulikmittelleitung 23 mit Motoröl, bis der untere Druckraum 13 vollständig mit Motoröl gefüllt ist und die längenverstellbare Pleuelstange 1 in der langen Position ist.

## Bezugszeichenliste

1	längenverstellbare Pleuelstange
2	unteres Pleuelteil
3	oberes Pleuelteil
4	Pleuelauge
5	Lagerschale
6	Pleuelkopf
7	Pleuelauge
8	Kolbenstange
9	Verstellkolben
10	Zylinder-Kolben-Einheit
11	Gehäuse
12	Zylinder
13	Druckraum
14	Druckraum
15	Zylinderdeckel
16	Stangendichtung
17	Kolbendichtung
18	Kolbendichtung
19	Unterseite
20	Zylinderboden
21	hydraulische Steuereinrichtung
22	Hydraulikmittelleitung
23	Hydraulikmittelleitung
24	Rückschlagventil
25	Rückschlagventil

26	Ölversorgungskanal
27	3/2-Wegeventil
28	Drossel
29	Drossel
30,30'	Anschlüsse
31,31'	Steuerdruckleitung
32	Drainagekanal
33	Abflusskanal
34	Schieberventil
35	Steuerschieber
36	Steuerzylinder
37,37'	Steuerkolben
38,38'	Steuerdruckraum
39	Rückstellfeder
40	Schaltkontur
41	Ablassventil
42	Ablassventil
43	Ventilkörper
44	Ventilsitz
45	Niederdruckraum
46, 46'	Steuerdruckfläche
A	Längsrichtung

### Ansprüche

1. Längenverstellbare Pleuelstange (1) für einen Kolbenmotor, wobei die Pleuelstange (1) ein erstes Pleuelauge (7) zur Aufnahme eines Kolbenbolzens und ein zweites Pleuelauge (4) zur Aufnahme eines Kurbelwellenzapfens aufweist, wobei der Abstand zwischen dem Kolbenbolzen und dem Kurbelwellenzapfen in Längsrichtung (A) der Pleuelstange (1) mittels einer Steuereinrichtung (21) mit hydraulischem Steuerventil (34) einstellbar ist und das hydraulische Steuerventil (34) einen Steuerzylinder (36), einen in dem Steuerzylinder (36) verschiebbar geführten, mit einem hydraulischen Steuerdruck beaufschlagbaren Steuerschieber (35) und mindestens ein vom Steuerschieber (35) betätigbares Ablassventil (41, 42) aufweist,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass der Steuerschieber (35) zwei dem hydraulischen Steuerdruck aussetzbare Steuerdruckflächen (46, 46') aufweist, wobei die erste Steuerdruckfläche (46') einen ersten Steuerdruckraum (38') im Steuerzylinder (36) und die zweite Steuerdruckfläche (46) einen zweiten Steuerdruckraum (38) im Steuerzylinder (36) begrenzt, und wobei das hydraulische Steuerventil (34) einen Drainagekanal (32) aufweist, der mit dem mindestens einen Ablassventil (41, 42) in Fluidverbindung steht und zwischen dem ersten Steuerdruckraum (38') und dem zweiten Steuerdruckraum (38) in den Steuerzylinder (36) mündet.
2. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei vom Steuerschieber (35) betätigbare Ablassventile (41, 42) vorgesehen sind, wobei die mindestens zwei Ablassventile (41, 42) mit dem Drainagekanal (32) in Fluidverbindung stehen, um das aus einem zugehörigen Druckraum (13, 14) der längenverstellbare Pleuelstange (1) ausströmende Hydraulikmittel abzuführen, wobei vorzugsweise die zwei Ablassventile (41, 42) wechselweise von dem Steuerschieber (35) betätigbar sind.
3. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Steuerdruckfläche (46') kleiner als die zweite Steuerdruckfläche (46) ist, wobei der auf die erste Steuerdruckfläche (46') wirkende Steuerdruck den Steuerschieber (35) entlang einer Steuerschieberachse des Steuerschiebers (35) in eine erste Stellung drückt und der auf die zweite Steuerdruckfläche (46) wirkende

Steuerdruck den Steuerschieber (35) entlang der Steuerschieberachse in eine zweite Stellung drückt, und wobei eine Rückstellfeder (39) vorgesehen ist die den Steuerschieber (35) entlang der Steuerschieberachse in Richtung der ersten Stellung vorspannt.

4. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass der Drainagekanal (32) mit einem überdrucklosen Abflusskanal (33) verbunden ist, um das aus einem zugehörigen Druckraum (13, 14) der längenverstellbare Pleuelstange (1) ausströmende Hydraulikmittel an die Umgebung abzugeben.
5. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass die zwei Ablassventile (41, 42) geneigt zur Steuerschieberachse, bevorzugt senkrecht zur Steuerschieberachse angeordnet sind.
6. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerschieber (35) eine Schaltkontur (40) aufweist, wobei die zwei Ablassventile (41, 42) wechselweise mittels der Schaltkontur (40) betätigbar sind.
7. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass zwei Pleuelteile (2,3) vorgesehen sind, wobei das erste Pleuelteil (3) das erste Pleuelauge (7) und das zweite Pleuelteil (2) das zweite Pleuelauge (4) aufweist und das erste Pleuelteil (3) zur Verstellung des Abstands zwischen dem Kolbenbolzen und dem Kurbelwellenzapfen gegenüber dem zweiten Pleuelteil (2) in Längsrichtung (A) der Pleuelstange (1) bewegbar ist, bevorzugt teleskopierbar bewegbar ist.
8. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine mit der hydraulischen Steuereinrichtung (21) hydraulisch verbundene Zylinder-Kolben-Einheit (10) vorgesehen ist, um das erste Pleuelteil (3) relativ zum zweiten Pleuelteil (2) zu bewegen, wobei das erste Pleuelteil (3) mit einem Verstellkolben (9) der Zylinder-Kolben-Einheit (10) verbunden ist und das zweite Pleuelteil (2) eine Zylinderbohrung (12) der Zylinder-Kolben-Einheit (10) aufweist.
9. Verwendung einer längenverstellbaren Pleuelstange (1) mit einem hydraulischen Steuerventil (34) in einem Kolbenmotor, wobei das hydraulische Steuerventil (34) der Steuereinrichtung (21) einen Steuerzylinder (36), einen in dem Steuerzylinder (36) verschiebbar

geführten, mit Druck beaufschlagbaren Steuerschieber (35), zwei Steuerdruckräume (38,38') und mindestens zwei Ablassventile (41, 42) aufweist, der Steuerschieber (35) weist zwei dem hydraulischen Steuerdruck aussetzbare Steuerdruckflächen (46, 46') auf, wobei die erste Steuerdruckfläche (46') den ersten Steuerdruckraum (38') und die zweite Steuerdruckfläche (46) den zweiten Steuerdruckraum (38) begrenzt, und wobei ein Drainagekanal (32) vorgesehen ist der mit den mindestens zwei Ablassventilen (41, 42) in Fluidverbindung steht und zwischen dem ersten Steuerdruckraum (38') und dem zweiten Steuerdruckraum (38) in den Steuerzylinder (36) mündet.

10. Kolbenmotor mit mindestens einem Motor-Zylinder, einem sich in dem Motor-Zylinder bewegenden Hubkolben und mindestens einem einstellbaren Verdichtungsverhältnis in dem Motor-Zylinder, sowie mit einer mit dem Hubkolben verbundenen längenverstellbaren Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

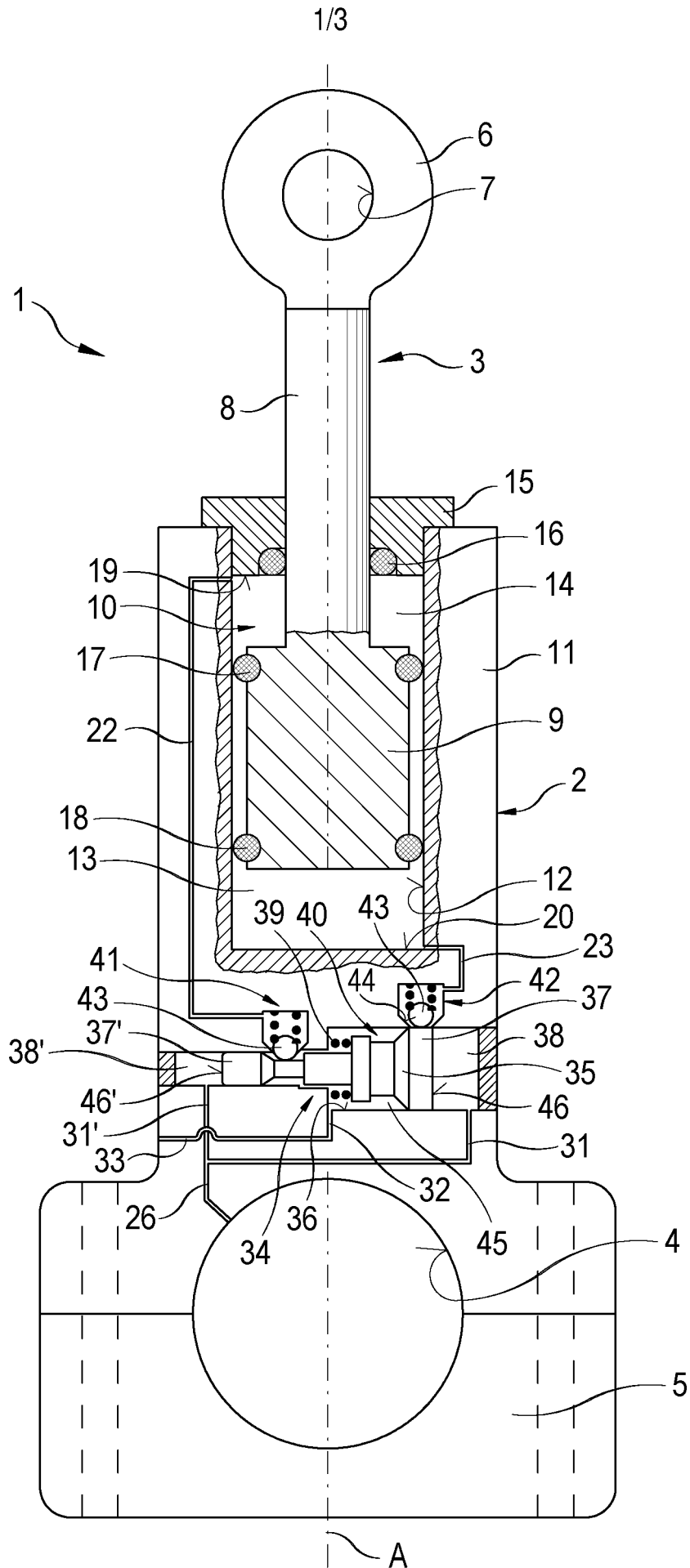


Fig. 1



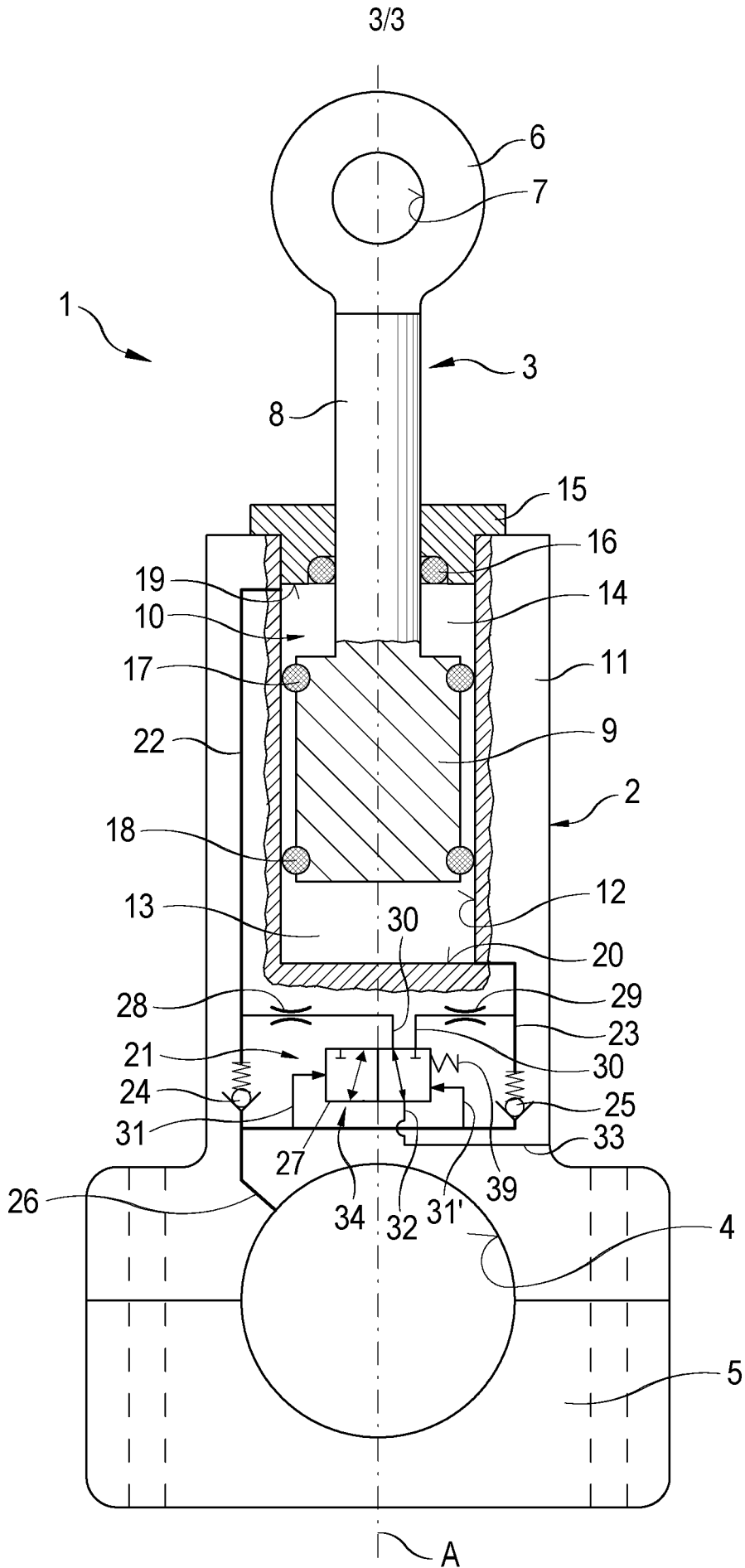


Fig. 3

### Ansprüche

1. Längenverstellbare Pleuelstange (1) für einen Kolbenmotor, wobei die Pleuelstange (1) ein erstes Pleuelauge (7) zur Aufnahme eines Kolbenbolzens und ein zweites Pleuelauge (4) zur Aufnahme eines Kurbelwellenzapfens aufweist, wobei der Abstand zwischen dem Kolbenbolzen und dem Kurbelwellenzapfen in Längsrichtung (A) der Pleuelstange (1) mittels einer Steuereinrichtung (21) mit hydraulischem Steuerventil (34) einstellbar ist und das hydraulische Steuerventil (34) einen Steuerzylinder (36), einen in dem Steuerzylinder (36) verschiebbar geführten, mit einem hydraulischen Steuerdruck beaufschlagbaren Steuerschieber (35) und mindestens ein vom Steuerschieber (35) betätigbares Ablassventil (41, 42) aufweist, wobei der Steuerschieber (35) zwei dem hydraulischen Steuerdruck aussetzbare Steuerdruckflächen (46, 46') aufweist, wobei die erste Steuerdruckfläche (46') einen ersten Steuerdruckraum (38') im Steuerzylinder (36) und die zweite Steuerdruckfläche (46) einen zweiten Steuerdruckraum (38) im Steuerzylinder (36) begrenzt, und wobei das hydraulische Steuerventil (34) einen Drainagekanal (32) aufweist, der mit dem mindestens einen Ablassventil (41, 42) in Fluidverbindung steht und zwischen dem ersten Steuerdruckraum (38') und dem zweiten Steuerdruckraum (38) in den Steuerzylinder (36) mündet, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Steuerdruckfläche (46') kleiner als die zweite Steuerdruckfläche (46) ist, wobei der auf die erste Steuerdruckfläche (46') wirkende Steuerdruck den Steuerschieber (35) entlang einer Steuerschieberachse des Steuerschiebers (35) in eine erste Stellung drückt und der auf die zweite Steuerdruckfläche (46) wirkende Steuerdruck den Steuerschieber (35) entlang der Steuerschieberachse in eine zweite Stellung drückt, und wobei eine Rückstellfeder (39) vorgesehen ist die den Steuerschieber (35) entlang der Steuerschieberachse in Richtung der ersten Stellung vorspannt.
2. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei vom Steuerschieber (35) betätigbare Ablassventile (41, 42) vorgesehen sind, wobei die mindestens zwei Ablassventile (41, 42) mit dem Drainagekanal (32) in Fluidverbindung stehen, um das aus einem zugehörigen Druckraum (13, 14) der längenverstellbare Pleuelstange (1) ausströmende Hydraulikmittel abzuführen, wobei vorzugsweise die zwei Ablassventile (41, 42) wechselweise von dem Steuerschieber (35) betätigbar sind.

3. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass der Drainagekanal (32) mit einem überdrucklosen Abflusskanal (33) verbunden ist, um das aus einem zugehörigen Druckraum (13, 14) der längenverstellbare Pleuelstange (1) ausströmende Hydraulikmittel an die Umgebung abzugeben.
4. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 2 oder 3,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass die zwei Ablassventile (41, 42) geneigt zur Steuerschieberachse, bevorzugt senkrecht zur Steuerschieberachse angeordnet sind.
5. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerschieber (35) eine Schaltkontur (40) aufweist, wobei die zwei Ablassventile (41, 42) wechselweise mittels der Schaltkontur (40) betätigbar sind.
6. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass zwei Pleuelteile (2,3) vorgesehen sind, wobei das erste Pleuelteil (3) das erste Pleuelauge (7) und das zweite Pleuelteil (2) das zweite Pleuelauge (4) aufweist und das erste Pleuelteil (3) zur Verstellung des Abstands zwischen dem Kolbenbolzen und dem Kurbelwellenzapfen gegenüber dem zweiten Pleuelteil (2) in Längsrichtung (A) der Pleuelstange (1) bewegbar ist, bevorzugt teleskopierbar bewegbar ist.
7. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine mit der hydraulischen Steuereinrichtung (21) hydraulisch verbundene Zylinder-Kolben-Einheit (10) vorgesehen ist, um das erste Pleuelteil (3) relativ zum zweiten Pleuelteil (2) zu bewegen, wobei das erste Pleuelteil (3) mit einem Verstellkolben (9) der Zylinder-Kolben-Einheit (10) verbunden ist und das zweite Pleuelteil (2) eine Zylinderbohrung (12) der Zylinder-Kolben-Einheit (10) aufweist.
8. Verwendung einer längenverstellbaren Pleuelstange (1) mit einem hydraulischen Steuerventil (34) in einem Kolbenmotor, wobei das hydraulische Steuerventil (34) der Steuereinrichtung (21) einen Steuerzylinder (36), einen in dem Steuerzylinder (36) verschiebbar geführten, mit Druck beaufschlagbaren Steuerschieber (35), zwei Steuerdruckräume (38,38') und mindestens zwei Ablassventile (41, 42) aufweist, der Steuerschieber (35) zwei dem hydraulischen Steuerdruck aussetzbare Steuerdruckflächen (46, 46') aufweist, wobei

die erste Steuerdruckfläche (46') den ersten Steuerdruckraum (38') und die zweite Steuerdruckfläche (46) den zweiten Steuerdruckraum (38) begrenzt, und wobei ein Drainagekanal (32) vorgesehen ist der mit den mindestens zwei Ablassventilen (41, 42) in Fluidverbindung steht und zwischen dem ersten Steuerdruckraum (38') und dem zweiten Steuerdruckraum (38) in den Steuerzylinder (36) mündet, wobei die erste Steuerdruckfläche (46') kleiner als die zweite Steuerdruckfläche (46) ist und der auf die erste Steuerdruckfläche (46') wirkende Steuerdruck den Steuerschieber (35) entlang einer Steuerschieberachse des Steuerschiebers (35) in eine erste Stellung drückt und der auf die zweite Steuerdruckfläche (46) wirkende Steuerdruck den Steuerschieber (35) entlang der Steuerschieberachse in eine zweite Stellung drückt, und wobei eine Rückstellfeder (39) vorgesehen ist die den Steuerschieber (35) entlang der Steuerschieberachse in Richtung der ersten Stellung vorspannt.

9. Kolbenmotor mit mindestens einem Motor-Zylinder, einem sich in dem Motor-Zylinder bewegenden Hubkolben und mindestens einem einstellbaren Verdichtungsverhältnis in dem Motor-Zylinder, sowie mit einer mit dem Hubkolben verbundenen längenverstellbaren Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7.