

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50153/2017
(22) Anmeldetag: 24.02.2017
(43) Veröffentlicht am: 15.06.2018

(51) Int. Cl.: **F02B 75/04** (2006.01)
F16C 7/06 (2006.01)
F15B 21/04 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102011104934 A1
AT 517217 A4
DE 102014004987 A1
WO 2015055582 A2

(71) Patentanmelder:
AVL LIST GMBH
8020 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:
Lösch Siegfried Dr.
8713 St. Stefan ob Leoben (AT)
Fürhapter Alois Dipl.Ing.
8051 Thal (AT)
Heimel Gerhard Dipl.Ing.
8045 Graz (AT)
Kometter Bernhard Dipl.Ing.
8111 Judendorf (AT)
Grebe Uwe Dieter Dr.
8052 Graz (AT)

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

(54) **Verfahren zum Betrieb einer Hubkolbenmaschine mit wenigstens einer hydraulisch längenverstellbaren Pleuelstange**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Hubkolbenmaschine (10), insbesondere einer Brennkraftmaschine, mit wenigstens einer hydraulisch längenverstellbaren Pleuelstange (1a, 1b) zum Einstellen eines Verdichtungsverhältnisses ϵ , wobei die Pleuelstange (1a, 1b) einen Kolben (2) und einen Hydraulikzylinder (3) zur Längenverstellung aufweist, wobei der Kolben (2) mit dem Hydraulikzylinder (3) wenigstens einen Arbeitsraum (4, 5) begrenzt, durch dessen Füllstand wenigstens zwei Schaltstellungen (I, II) der Pleuelstange (1a, 1b) möglich sind, wobei unabhängig vom Einstellen des Verdichtungsverhältnisses ϵ ein wenigstens teilweises Befüllen und Entleeren des Arbeitsraums (4, 5) in Abhängigkeit von wenigstens einer ersten vorbestimmten Bedingung durchgeführt wird, um einen wenigstens teilweisen Austausch eines Hydraulikmediums in dem wenigstens einen Arbeitsraum (4, 5) zu bewirken.

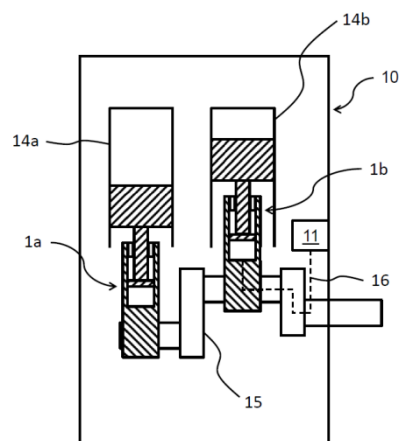


Fig. 3

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Hubkolbenmaschine (10), insbesondere einer Brennkraftmaschine, mit wenigstens einer hydraulisch längenverstellbaren Pleuelstange (1a, 1b) zum Einstellen eines Verdichtungsverhältnisses ε , wobei die Pleuelstange (1a, 1b) einen Kolben (2) und einen Hydraulikzylinder (3) zur Längenverstellung aufweist, wobei der Kolben (2) mit dem Hydraulikzylinder (3) wenigstens einen Arbeitsraum (4, 5) begrenzt, durch dessen Füllstand wenigstens zwei Schaltstellungen (I, II) der Pleuelstange (1a, 1b) möglich sind, wobei unabhängig vom Einstellen des Verdichtungsverhältnisses ε ein wenigstens teilweises Befüllen und Entleeren des Arbeitsraums (4, 5) in Abhängigkeit von wenigstens einer ersten vorbestimmten Bedingung durchgeführt wird, um einen wenigstens teilweisen Austausch eines Hydraulikmediums in dem wenigstens einen Arbeitsraum (4, 5) zu bewirken.

Fig. 3

Verfahren zum Betrieb einer Hubkolbenmaschine mit wenigstens einer hydraulisch längenverstellbaren Pleuelstange

Die Erfindung betrifft eine Hubkolbenmaschine, insbesondere eine Brennkraftmaschine, mit wenigstens einer hydraulisch lenkverstellbaren Pleuelstange zum Einstellen eines Verdichtungsverhältnisses ϵ , wobei die Pleuelstange einen Kolben und einen Hydraulikzylinder zur Längenverstellung aufweist, wobei der Kolben mit dem Hydraulikzylinder wenigstens einen Arbeitsraum begrenzt, durch dessen Füllstand wenigstens zwei Schaltstellungen der Pleuelstange möglich sind. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Hubkolbenmaschine.

Durch ändern des Verdichtungsverhältnisses einer Hubkolbenmaschine kann im Antriebsmodus eine Vollast mit geringem Verdichtungsverhältnis ϵ und eine Teillast und das Starten der Hubkolbenmaschine mit einem erhöhten Verdichtungsverhältnis ϵ betrieben werden. Dadurch wird im Teillastbereich der Verbrauch verringert, beim Start der Kompressionsdruck mit erhöhtem Verdichtungsverhältnis ϵ gesteigert und bei hoher Leistung der Spitzendruck mit verringertem Verdichtungsverhältnis ϵ reduziert sowie Klopfen verhindert.

Die Druckschrift WO 2015/055582 A2 betrifft eine längenverstellbare Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine mit veränderbarem Verdichtungsverhältnis, wobei die Pleuelstange zumindest einen ersten Stangenteil mit einem kleinen Pleuelauge und einen zweiten Stangenteil mit einem großen Pleuelauge, welche beiden Stangenteile teleskopartig zu- und/oder ineinander verschiebbar sind, wobei der zweite Stangenteil einen Fhrungszyylinder und der erste Stangenteil ein im Fhrungszyylinder lngsverschiebbares Kolbenelement ausbilden, wobei auf der dem großen Pleuelauge zugewandten Seite des Kolbenelements zwischen dem zweiten Stangenteil und dem Kolbenelement ein erster Hochdruckraum aufgespannt ist, in den zumindest ein erster lkanal einmündet, in welchem insbesondere ein in Richtung des ersten Hochdruckraumes öffnendes erstes Rückschlagventil angeordnet ist, wobei vom ersten Hochdruckraum zumindest ein erster

Rücklaufkanal ausgeht, dessen Abflussquerschnitt durch ein Steuerventil in einer ersten Stellung verschließbar und in einer zweiten Stellung freigebbar ist, wobei vorzugsweise das Steuerventil einen in einer Aufnahmebohrung des zweiten Stangenteils der Pleuelstange axial verschiebbaren Stellkolben aufweist, welcher insbesondere durch eine Rückstellfeder in die erste Stellung und durch eine Betätigungskraft entgegen der Kraft der Rückstellfeder in die zweite Stellung verschiebbar ist, wobei das Kolbenelement als zweiseitig wirkender Kolben, vorzugsweise als Stufenkolben, ausgebildet ist.

Auch ist bekannt, statt einem teleskopartigen System zur Verstellung des Verdichtungsverhältnisses ϵ ein exzentrisch angeordnetes kleines Pleuelauge, einen exzentrischen Kolbenbolzen oder einen exzentrischen Hubzapfen der Kurbelwelle einzusetzen.

So betrifft die Druckschrift DE 10 2014 004 987 A1 eine VCR-Kolbenmaschine mit einem Pleuel, welches einen Verdichtungskolben aufweist, wobei das Pleuel einen Verstellmechanismus zur Verstellung des Verdichtungskolbens aufweist und der Verstellmechanismus einen ersten Stützkolben in einem ersten Stützzylinder und einen zweiten Stützkolben in einem zweiten Stützzylinder des Pleuels aufweist, wobei der erste und der zweite Stützzylinder jeweils mit einer ersten Steuerleitung verbunden sind, über die ein Medium in den jeweiligen Stützzylinder ein- und ausfließt zum Verstellen des jeweiligen Stützzylinders, wobei in zumindest einen der beiden Stützzylinder zumindest eine weitere, zweite Steuerleitung zum zumindest Abfließen des Medium zum Verstellen des zugeordneten Stützzylinders mündet.

Im Allgemeinen wird die Pleuellänge kennfeldabhängig zwischen wenigstens einer langen und einer kurzen Schaltstellung variiert, wobei die erste lange Schaltstellung ein hohes Verdichtungsverhältnis und die zweite, kurze Schaltstellung ein geringes Verdichtungsverhältnis ϵ bewirkt. Je nach Fahrmodus und der dadurch angeforderten Last bleibt die Länge des Pleuels unverändert. Erst wenn das Verdichtungsverhältnis ϵ auf einen anderen Wert eingestellt werden soll, zum Beispiel beim Wechseln vom Volllast-Bereich in

einen Teillast-Bereich, wird auch das Verdichtungsverhältnis ϵ und damit die Länge der Pleuelstange verändert.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Hubkolbenmaschine und ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Hubkolbenmaschine bereitzustellen, welche die Funktion wenigstens einer hydraulisch längenverstellbaren Pleuelstange der Hubkolbenmaschine gewährleistet. Insbesondere ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein Überhitzen eines Hydraulikmediums, welches zur Längenverstellung der hydraulisch längenverstellbaren Pleuelstange eingesetzt wird, zu verhindern.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 und eine Hubkolbenmaschine nach Anspruch 12 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen werden in den abhängigen Ansprüchen beansprucht. Die Ansprüche werden ausdrücklich zum Bestandteil der Beschreibung gemacht.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Hubkolbenmaschine, insbesondere einer Brennkraftmaschine, mit wenigstens einer hydraulisch längenverstellbaren Pleuelstange zum Einstellen eines Verdichtungsverhältnisses ϵ , wobei die Pleuelstange einen Kolben und einen Hydraulikzylinder zur Längenverstellung aufweist, wobei der Kolben mit dem Hydraulikzylinder wenigstens einen Arbeitsraum begrenzt, durch dessen Füllstand wenigstens zwei Schaltstellungen der Pleuelstange möglich sind, wobei unabhängig vom Einstellen des Verdichtungsverhältnisses ϵ ein wenigstens teilweises Befüllen und Entleeren des Arbeitsraums in Abhängigkeit von wenigstens einer ersten vorbestimmten Bedingung durchgeführt wird, um einen wenigstens teilweisen Austausch eines Hydraulikmediums in dem wenigstens einen Arbeitsraum zu bewirken.

Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft eine Hubkolbenmaschine, insbesondere Brennkraftmaschine, mit wenigstens einer hydraulisch längenverstellbaren Pleuelstange zum Einstellen des Verdichtungsverhältnisses ϵ , wobei die Pleuelstange einen Kolben mit einem Hydraulikzylinder zur Längenverstellung aufweist, wobei der Kolben mit dem Hydraulikzylinder wenigstens einen

Arbeitsraum begrenzt, durch dessen Füllstand wenigstens zwei Schaltstellungen der Pleuelstange möglich sind, wobei die Hubkolbenmaschine des Weiteren Mittel zum Durchführen, in Abhängigkeit von wenigstens einer ersten vorbestimmten Bedingung und unabhängig vom Einstellen des Verdichtungsverhältnisses ε , eines wenigstens teilweisen Befüllens und Entleerens des wenigstens einen Arbeitsraums aufweist, um einen wenigstens teilweisen Austausch eines Hydraulikmediums in dem wenigstens einen Arbeitsraum zu bewirken.

Die Erfindung beruht insbesondere auf der Erkenntnis, dass auf dem relativ kleinen Volumen des Hydraulikzylinders durch den Kolben, welcher den Drücken im Arbeitsraum der Brennkraftmaschine ausgesetzt ist, hohe Belastungen einwirken. Diese führen zu einem Anstieg der Temperatur des Hydraulikmediums in den Arbeitsräumen (Druckkammern der Hydraulikzylinder). Insbesondere wenn das Hydraulikmedium für längere Zeit in dem Hydraulikzylinder verweilt, kann es dabei zu Alterungseffekten des Hydraulikmediums, insbesondere durch Überhitzen, kommen. Dabei können insbesondere Additive in dem Hydraulikmedium chemisch zersetzt bzw. zerstört werden. Dieser Effekt wird noch dadurch begünstigt, da bei einer Brennkraftmaschine Abwärme aus dem Verbrennungsprozess durch Strahlung und Wärmeleitung auf den Hydraulikzylinder wirkt.

Die Erfindung verfolgt den Ansatz, durch ein Befüllen und Entleeren einen Austausch des Hydraulikmediums herbeizuführen, obwohl keine Veränderung des Verdichtungsverhältnisses ε eingestellt werden soll. Vorzugsweise weist das Verdichtungsverhältnis ε dabei vor und nach dem Befüllen und Entleeren im Wesentlichen den gleichen Wert auf.

Durch den Austausch des Hydraulikmediums können Alterungseffekte verhindert werden. Insbesondere kann ein Verstopfen der Leitungen des Hydraulikmediums in der längenverstellbaren Pleuelstange oder in der Kurbelwelle verhindert werden oder zumindest die Wahrscheinlichkeit eines solchen Vorfalles verringert werden.

Wenigstens ein Arbeitsraum kann hierbei vollständig befüllt und entleert werden. Vorzugsweise wird jedoch nur ein teilweises Befüllen und Entleeren ausgeführt, so dass nur ein Teil des Hydraulikmediums ausgetauscht wird.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung begrenzt der Kolben mit dem Hydraulikzylinder zwei Arbeitsräume, durch deren jeweiligen Füllstand die wenigstens zwei Schaltstellungen der Pleuelstange möglich sind, wobei die Arbeitsräume jeweils gegenläufig gefüllt und entleert werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird das wenigstens teilweise Befüllen und Entleeren des wenigstens einen Arbeitsraums bei einem niedrigen Lastpunkt, insbesondere unterhalb der halben maximalen Last und/oder im niedrigen Drehmoment, insbesondere unterhalb des halben maximalen Drehmoments, durchgeführt. Durch das Befüllen und Entleeren bei einem relativ niedrigen Lastpunkt wird gewährleistet, dass die Pleuelstange in der langen Schaltstellung, welche beim Befüllen und Entleeren wenigstens durchlaufen wird, nicht zu großen Belastungen ausgesetzt wird, welche zu Schäden an der längenverstellbaren Pleuelstange führen könnten. Wie eingangs erwähnt, liegt der lange Schaltzustand zum Einstellen eines hohen Verdichtungsverhältnisses ϵ im Allgemeinen im unteren Teillast-Bereich vor.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Einspritzmenge eines Brennstoffs und/oder das Lambda-Verhältnis eines Zylinders der Brennkraftmaschine, welche die wenigstens eine hydraulisch längenverstellbare Pleuelstange aufweist, vorübergehend angepasst, um eine Last in Bezug auf den Zylinder zu verringern, insbesondere wenn eine kurze Schaltstellung vorliegt. Insbesondere bei einem Befüllen und Entleeren des Arbeitsraums, ausgehend von einer kurzen Schaltstellung, bei der, wie eingangs erläutert, im Allgemeinen eine hohe Last vorliegt, ist es vorteilhaft, die Last zu verringern. Hierdurch kann eine etwaige Beschädigung der längenverstellbaren Pleuelstange vermieden werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die wenigstens eine hydraulisch längenverstellbare

Pleuelstange zur Kühlung mit Kühlmedium, insbesondere mit Hydraulikmedium, und/oder einem Schmiermedium besprüht. Vorzugsweise wird dieses Besprühen durch eine Pleuelstangeausführung ausgeführt, welche zusätzlich die wenigstens eine hydraulisch längenverstellbare Pleuelstange benetzt. Hierdurch kann unabhängig oder zusätzlich zu einem Austausch des Hydraulikmediums ein Alterungseffekt des Hydraulikmediums verhindert werden, indem die Pleuelstange von außen gekühlt wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird das Besprühen der Pleuelstange in Abhängigkeit von wenigstens einer zweiten vorbestimmten Bedingung eingeleitet, insbesondere bevor das wenigstens teilweise Befüllen und Entleeren eines Arbeitsraums durchgeführt wird. Gemäß dieser vorteilhaften Ausgestaltung wird ein Befüllen und Entleeren des Arbeitsraums zum wenigstens teilweisen Austausch des Hydraulikmediums erst dann ausgeführt, wenn eine Kühlung mittels des Besprühens mit dem Kühlmedium nicht mehr ausreicht. Hierdurch kann eine zeitweise Abweichung von der optimalen Pleuellänge verhindert oder wenigstens auf eine minimale Dauer beschränkt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens bezieht sich die wenigstens eine erste und/oder zweite vorbestimmte Bedingung auf einen Parameter, welcher aus einer Gruppe ausgewählt ist, welche folgende Parameter aufweist: Temperatur des Hydraulikmediums, Zeitdauer seit dem Verändern des Verdichtungsverhältnisses ϵ , Zeitdauer seit einem letzten, wenigstens teilweisen Austausch des Hydraulikmediums, Menge des bei einem letzten, wenigstens teilweisen Austausch des Hydraulikmediums ausgetauschten Hydraulikmediums, Schaltstellung, Lastpunkt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt ein Befüllen und Entleeren bei einer Pleuelstange mit mehreren hydraulisch längenverstellbaren Pleuelstangen in Bezug auf die Pleuelstangen nacheinander. Hierdurch kann verhindert werden, dass durch das Befüllen und Entleeren eine wahrnehmbare Veränderung in der Fahrbarkeit

eines Fahrzeugs mit einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine wahrgenommen werden kann.

Die im Vorhergehenden in Bezug auf das Verfahren gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung beschriebenen Vorteile und Merkmale gelten entsprechend für die Hubkolbenmaschine gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung und umgekehrt.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine mit einer hydraulisch längenverstellbaren Pleuelstange zum Einstellen eines Verdichtungsverhältnisses ε und einer Kolbenkühlungseinrichtung ist die Kolbenkühlungseinrichtung in der Weise eingerichtet, um auch die Pleuelstange mit einem Kühlmedium, insbesondere einem Hydraulikmedium und/oder einem Schmiermedium, zu besprühen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine weist die Kolbenkühlungseinrichtung wenigstens eine Sprühdüse auf, welche auf wenigstens einen Abschnitt eines Bewegungsbereichs der Pleuelstange gerichtet ist.

Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung in Bezug auf die Figuren. Es zeigt:

- Fig. 1 eine längenverstellbare Pleuelstange im Sinne der Erfindung;
- Fig. 2 die längenverstellbare Pleuelstange nach Fig. 1 in zwei verschiedenen Schaltstellungen;
- Fig. 3 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine; und
- Fig. 4 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine.

Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform einer längenverstellbaren Pleuelstange 1, wie sie in einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine 10 zum Einsatz kommen kann.

Die Pleuelstange weist vorzugsweise ein kleines Pleuelauge 6 und ein großes Pleuelauge 7 auf. Das kleine Pleuelauge 6 ist hierbei über einen Schaft mit einem Kolben 2 verbunden. Das große Pleuelauge 7 ist mit einem Hydraulikzylinder 3 verbunden, in welchem der Kolben 2 beweglich angeordnet ist. Der Kolben 2 teilt den Hydraulikzylinder 3 dabei vorzugsweise in zwei Arbeitsräume 4, 5. Der zweite Arbeitsraum 5 wird durch eine Hülse 8 vorzugsweise nach außen hin verschlossen. Das Befüllen und Entleeren des ersten Arbeitsraums 4 mit Hydraulikmedium erfolgt vorzugsweise über eine Leitung 9b, insbesondere Hydraulikleitung, welche vorzugsweise in das große Pleuelauge führt. Der zweite Arbeitsraum 5 wird vorzugsweise über eine weitere Leitung 9a befüllt und entleert. Auch diese weitere Leitung 9a führt vorzugsweise in das große Pleuelauge.

Die Versorgung der Leitungen 9a, 9b mit Hydraulikmedium erfolgt vorzugsweise über eine nicht dargestellte Kurbelwelle der Hubkolbenmaschine. Hierbei kann eine Veränderung der Stellung des Kolbens 2 in dem Hydraulikzylinder 3 beispielsweise über verschiedene, an den Leitungen 9a, 9b anliegende Drücke des Hydraulikmediums realisiert werden. Vorzugsweise kann darüber hinaus oder alternativ vorgesehen sein, dass in der Pleuelstange 1 eine Schalteinrichtung zum Schalten des Zuflusses und/oder Abflusses aus den Arbeitsräumen 4, 5 vorgesehen ist. Auch dieses Schaltelement kann mittels verschiedener Drücke, welche durch das Hydraulikmedium bereitgestellt werden, und/oder elektromagnetisch und/oder mechanisch betätigt werden.

Eine längenverstellbare Pleuelstange 1 im Sinne der Erfindung ist jedoch nicht auf die Ausführungsform in Fig. 1 beschränkt. Insbesondere kann es sich bei dem Kolben auch um einen sogenannten Drehkolben handeln, welcher eine Längenverstellung der Pleuelstange mittels einer Arretierung und/oder einer Gewindespindel verhindert oder ermöglicht. Des Weiteren kann der Kolben im

Zusammenspiel mit dem Hydraulikzylinder auch dazu eingerichtet sein, die Stellung eines exzentrisch angeordneten kleinen Pleuelauges 6 zu verändern, so dass eine effektive Pleuellänge, das heißt der Abstand zwischen dem Zentrum des großen Pleuelauges 7 und dem Zentrum des kleinen Pleuelauges 6, verändert werden kann.

Fig. 2 zeigt zwei Schaltstellungen einer längenverstellbaren Pleuelstange nach Fig. 1. In der ersten, kurzen Schaltstellung ist der erste Arbeitsraum 4 vollständig entleert und/oder der zweite Arbeitsraum 5 vollständig befüllt. In der zweiten, langen Schaltstellung II ist der erste Arbeitsraum 4 vollständig befüllt und/oder der zweite Arbeitsraum 5 vollständig entleert. Die wenigstens zwei Schaltstellungen I, II der Pleuelstange 1 entsprechen damit verschiedenen Längenzuständen der längenverstellbaren Pleuelstange 1. Vorzugsweise wird beim erfindungsgemäßen Befüllen und Entleeren die längenverstellbare Pleuelstange 1 vom Schaltzustand I in den zweiten Schaltzustand II und zurück in den ersten Schaltzustand I überführt. Alternativ wird die Pleuelstange 1 von dem zweiten Schaltzustand II in den ersten Schaltzustand I und zurück in den zweiten Schaltzustand II überführt. Vorzugsweise werden hierbei die Arbeitsräume 4, 5 jeweils vollständig entleert und befüllt, weiter vorzugsweise werden diese nur teilweise entleert und befüllt. Weiter vorzugsweise wird jeweils nur einer der Arbeitsräume 4, 5 wenigstens teilweise befüllt und entleert.

Fig. 3 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine 10. Diese weist zwei Zylinder 14a, 14b auf, welche jeweils eine längenverstellbare Pleuelstange 1a und 1b aufweisen, die zusammen mit einem Hubkolben jeweils einen Brennraum in dem Zylinder begrenzen. Die längenverstellbaren Pleuelstangen 1a, 1b verbinden dabei jeweils die Hubkolben der Zylinder 14a, 14b mit der Kurbelwelle 15.

Des Weiteren weist die Hubkolbenmaschine 10 eine Steuerung 11 auf, welche über eine Leitung 16, die vorzugsweise durch die Kurbelwelle 15 geführt ist, ein Befüllen und Entleeren wenigstens eines der Arbeitsräume 4, 5 der längenverstellbaren Pleuel 1a, 1b steuert. Die jeweiligen Arbeitsräume 4, 5 der

längenverstellbaren Pleuelstange 1a, 1b können hierbei mit einer gemeinsamen Hydraulikleitung 16 oder auch mit getrennten Hydraulikleitungen versorgt werden.

Fig. 4 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine 10. Im Unterschied zu dem ersten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine 10 nach Fig. 3 weist das zweite Ausführungsbeispiel eine Kühlungseinrichtung 12 auf, welche die längenverstellbare Pleuelstange 1a, 1b der Zylinder 14a, 14b mit einem Kühlmedium, insbesondere Hydraulikmedium, besprühen kann.

Hierfür weist die Kühlungseinrichtung 12, welche vorzugsweise in eine Kolbenkühlungseinrichtung integriert ist, vorzugsweise Sprühdüsen auf, die Sprühkegel 13a, 13b erzeugen, welche die längenverstellbaren Pleuelstangen 1a, 1b in wenigstens einem Abschnitt ihres Bewegungsbereichs B besprühen. In Bezug auf den zweiten Zylinder 14b ist der Bewegungsbereich der zweiten längenverstellbaren Pleuelstange 1b durch gestrichelte Linien und dessen axiale Ausdehnung in Bezug auf den zweiten Zylinder 14b mit einer geschweiften Klammer angedeutet. Als Alternative zu dem in Fig. 4 gezeigten Ausführungsbeispiel kann eine erfindungsgemäße Hubkolbenmaschine zusätzlich Mittel 11 zum Durchführen eines wenigstens teilweisen Befüllens und Entleerens 11 aufweisen. Diese Alternative entspräche jener aus Fig. 3 mit der Kühlungseinrichtung 12 aus Fig. 4.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Hubkolbenmaschine (10), insbesondere einer Brennkraftmaschine, mit wenigstens einer hydraulisch längenverstellbaren Pleuelstange (1) zum Einstellen eines Verdichtungsverhältnisses ϵ , wobei die Pleuelstange (1) einen Kolben (2) und einen Hydraulikzylinder (3) zur Längenverstellung aufweist, wobei der Kolben (2) mit dem Hydraulikzylinder (3) wenigstens einen Arbeitsraum (4, 5) begrenzt, durch dessen Füllstand wenigstens zwei Schaltstellungen (I, II) der Pleuelstange (1) möglich sind,

wobei unabhängig vom Einstellen des Verdichtungsverhältnisses ϵ ein wenigstens teilweises Befüllen und Entleeren des wenigstens einen Arbeitsraums (4, 5) in Abhängigkeit von wenigstens einer ersten vorbestimmten Bedingung durchgeführt wird, um einen wenigstens teilweisen Austausch eines Hydraulikmediums in dem wenigstens einen Arbeitsraum (4, 5) zu bewirken.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Verdichtungsverhältnisses ϵ vor und nach dem Befüllen und Entleeren im Wesentlichen den gleichen Wert aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Kolben (2) mit dem Hydraulikzylinder (3) zwei Arbeitsräume (4, 5) begrenzt, durch deren jeweiligen Füllstand die wenigstens zwei Schaltstellungen (I, II) der Pleuelstange (1) möglich sind, wobei die Arbeitsräume (4, 5) jeweils gegenläufig befüllt und entleert werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das wenigstens teilweise Befüllen und Entleeren des wenigstens einen Arbeitsraums (4, 5) bei einem niedrigem Lastpunkt, insbesondere unterhalb der halben maximalen Last, und/oder niedrigem Drehmoment, insbesondere unterhalb des halben maximalen Drehmoments, durchgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei eine Einspritzmenge eines Brennstoffs und/oder das Lambda-Verhältnis eines Zylinders der Brennkraftmaschine, welcher die wenigstens eine hydraulisch längenverstellbare Pleuelstange (1) aufweist, vorübergehend angepasst wird, um eine Last in Bezug auf den Zylinder zu verringern, insbesondere, wenn eine kurze Schaltstellung, also eine Schaltstellung, die einer kurzen Länge der Pleuelstange (1) entspricht, vorliegt.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine hydraulisch längenverstellbare Pleuelstange (1) zur Kühlung mit Kühlmedium, insbesondere dem Hydraulikmedium und/oder einem Schmiermedium, besprüht wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei ein Besprühen der Pleuelstange (1) in Abhängigkeit von wenigstens einer zweiten vorbestimmten Bedingung eingeleitet wird, insbesondere bevor das wenigstens teilweise Befüllen und Entleeren eines Arbeitsraums (4, 5) durchgeführt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine erste und/oder zweite vorbestimmte Bedingung sich auf einen Parameter bezieht, welcher aus einer Gruppe ausgewählt ist, welche folgende Parameter aufweist:

Temperatur des Hydraulikmediums, Zeitdauer seit einem Verändern des Verdichtungsverhältnisses ε , Zeitdauer seit einem letzten wenigstens teilweisen Austausch des Hydraulikmediums, Menge des bei einem letzten wenigstens teilweisen Austausch des Hydraulikmediums ausgetauschten Hydraulikmediums, Schaltstellung (I, II), Lastpunkt einer Hubkolbenmaschine mit der längenverstellbaren Pleuelstange (1).
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Befüllen und Entleeren bei einer Hubkolbenmaschine mit mehreren hydraulisch längenverstellbaren Pleuelstangen (1) in Bezug auf die Pleuelstangen nacheinander erfolgt.

10. Elektronische Steuerung, die vorzugsweise einen Speicher und einen Mikroprozessor umfasst, welche eingerichtet ist, um ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 auszuführen.
11. Computerprogramm, das Anweisungen umfasst, welche, wenn sie von einem Computer ausgeführt werden, diesen dazu veranlassen, die Schritte eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 auszuführen.
12. Computerlesbares Medium, auf dem ein Computerprogramm nach Anspruch 11 gespeichert ist.
13. Hubkolbenmaschine (10), insbesondere Brennkraftmaschine, mit wenigstens einer hydraulisch längenverstellbaren Pleuelstange (1a, 1b) zum Einstellen eines Verdichtungsverhältnisses ϵ , wobei die Pleuelstange (1a, 1b) einen Kolben (2) und einen Hydraulikzylinder (3) zur Längenverstellung aufweist, wobei der Kolben (2) mit dem Hydraulikzylinder (3) wenigstens einen Arbeitsraum (4, 5) begrenzt, durch dessen Füllstand wenigstens zwei Schaltstellungen (I, II) der Pleuelstange (1) möglich sind, wobei die Hubkolbenmaschine (10) des Weiteren Mittel (11) zum Durchführen, in Abhängigkeit von wenigstens einer ersten vorbestimmten Bedingung und unabhängig vom Einstellen des Verdichtungsverhältnisses ϵ ein wenigstens teilweises Befüllen und Entleeren des wenigstens einen Arbeitsraums (4, 5), aufweist, um einen wenigstens teilweisen Austausch eines Hydraulikmediums in dem wenigstens einen Arbeitsraum (4, 5) zu bewirken.
14. Hubkolbenmaschine (10), insbesondere nach Anspruch 13, wenigsten eine hydraulisch längenverstellbare Pleuelstange (1) zum Einstellen eines Verdichtungsverhältnisses ϵ und eine Kühlungseinrichtung (12) aufweisend, wobei die Kühlungseinrichtung (12) in der Weise eingerichtet ist, um auch die Pleuelstange (1) mit einem Kühlmedium, insbesondere dem Hydraulikmedium und/oder einem Schmiermedium, zu besprühen.

15. Hubkolbenmaschine (10) nach Anspruch 14, wobei die Kühlungseinrichtung (12) wenigstens eine Sprühdüse aufweist, welche auf wenigstens einen Abschnitt eines Bewegungsbereichs B der Pleuelstange gerichtet ist.

1/4

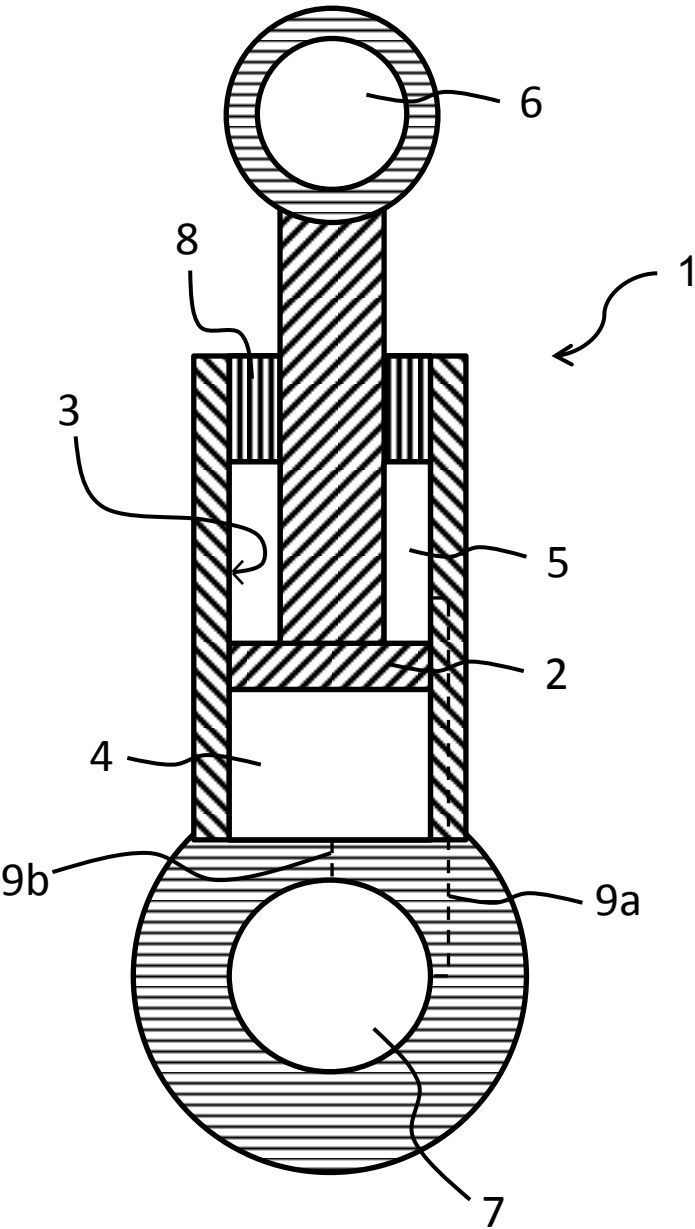


Fig. 1

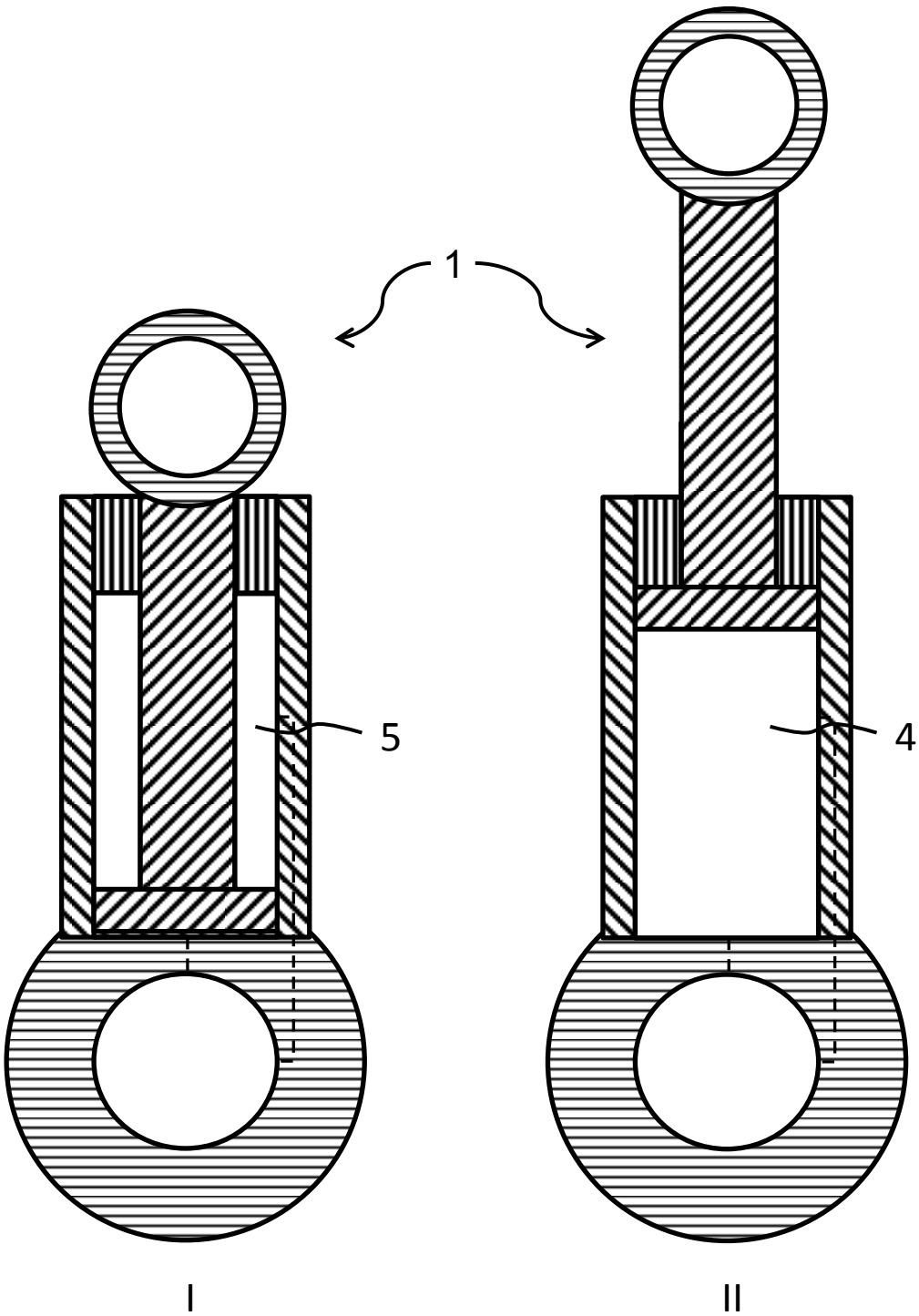


Fig. 2

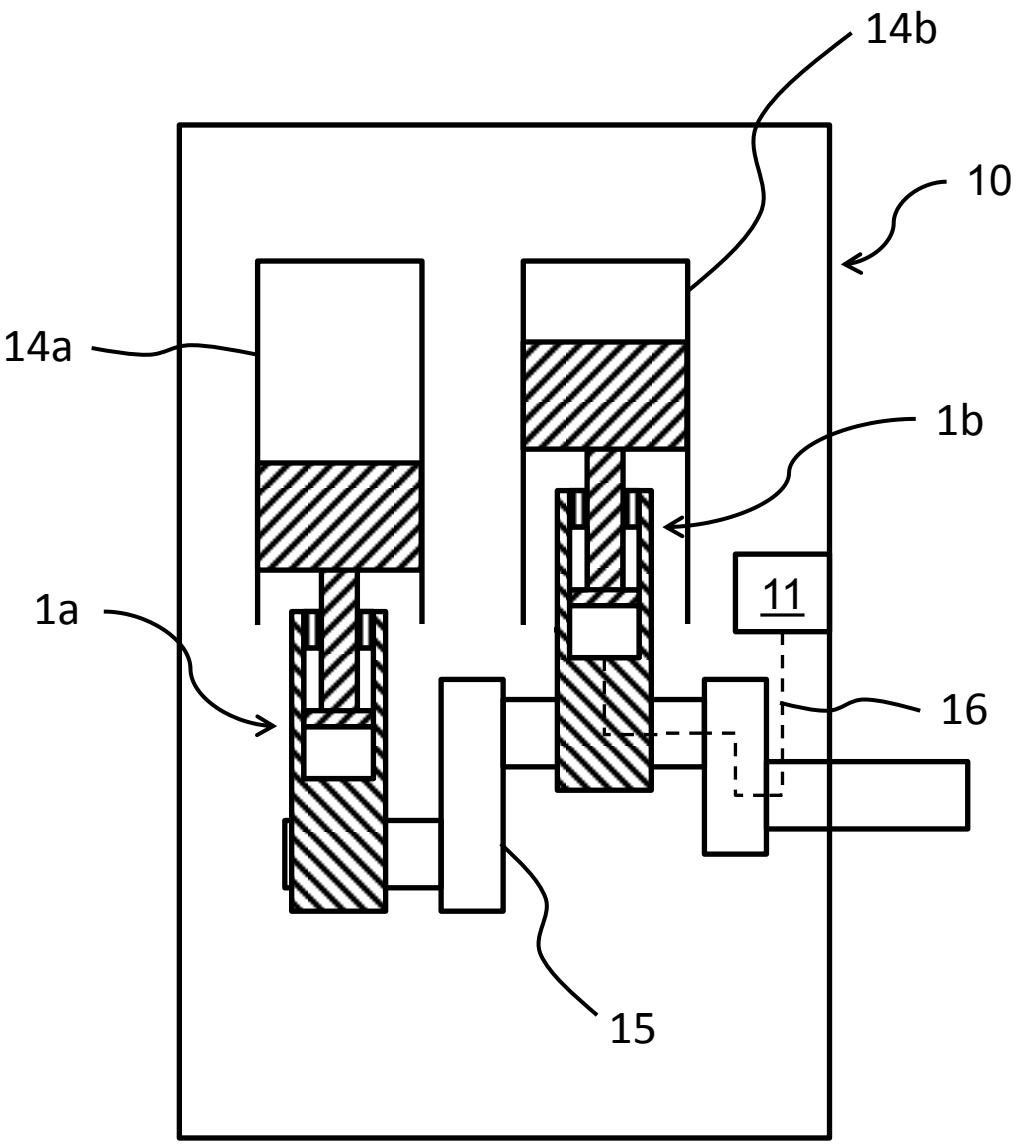


Fig. 3

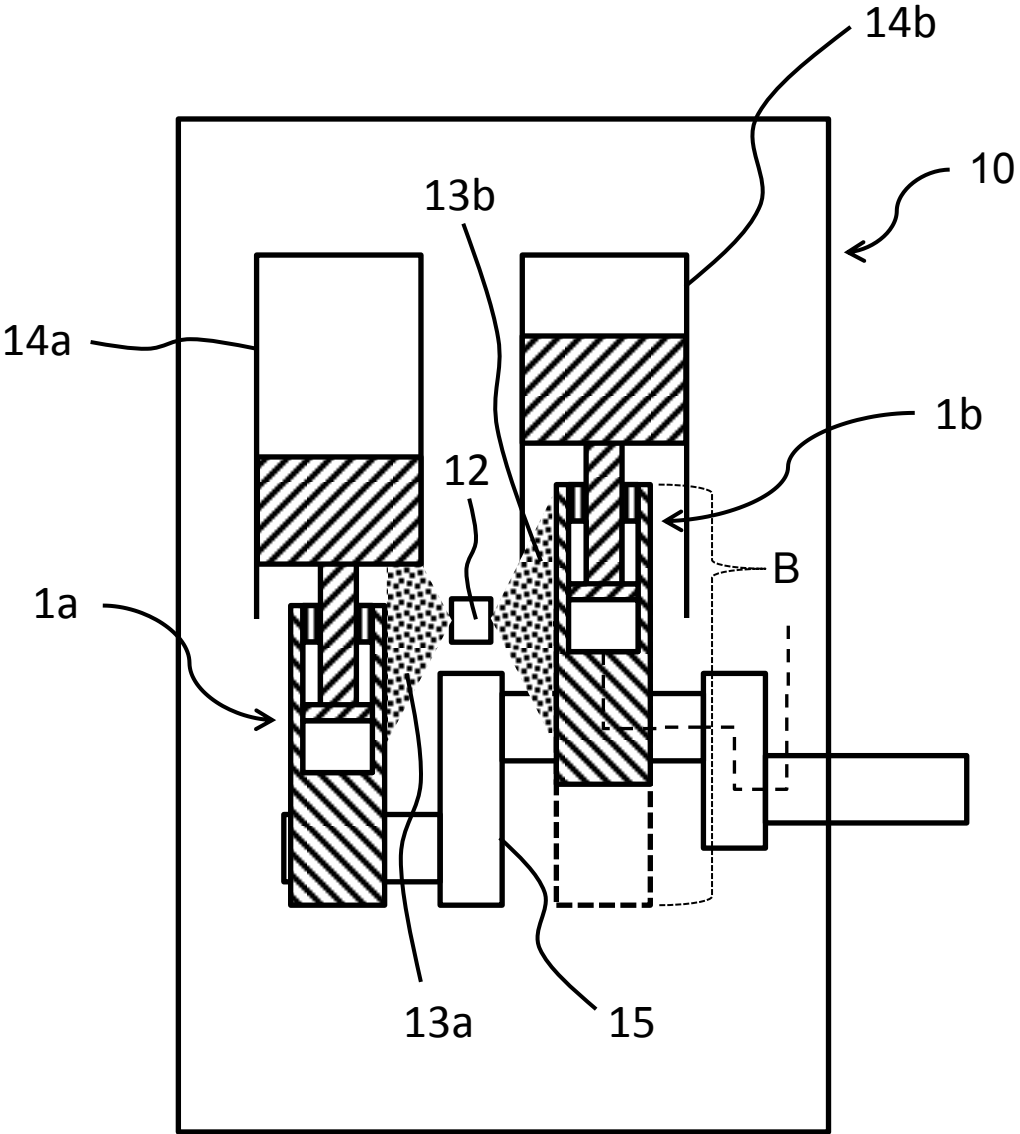


Fig. 4

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Hubkolbenmaschine (10), insbesondere einer Brennkraftmaschine, mit wenigstens einer hydraulisch längenverstellbaren Pleuelstange (1) zum Einstellen eines Verdichtungsverhältnisses ϵ , wobei die Pleuelstange (1) einen Kolben (2) und einen Hydraulikzylinder (3) zur Längenverstellung aufweist, wobei der Kolben (2) mit dem Hydraulikzylinder (3) wenigstens einen Arbeitsraum (4, 5) begrenzt, durch dessen Füllstand wenigstens zwei Schaltstellungen (I, II) der Pleuelstange (1) möglich sind,

dadurch gekennzeichnet, dass unabhängig vom Einstellen des Verdichtungsverhältnisses ϵ ein wenigstens teilweises Befüllen und Entleeren des wenigstens einen Arbeitsraums (4, 5) in Abhängigkeit von wenigstens einer ersten vorbestimmten Bedingung durchgeführt wird, um einen wenigstens teilweisen Austausch eines Hydraulikmediums in dem wenigstens einen Arbeitsraum (4, 5) zu bewirken.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Verdichtungsverhältnisses ϵ vor und nach dem Befüllen und Entleeren im Wesentlichen den gleichen Wert aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Kolben (2) mit dem Hydraulikzylinder (3) zwei Arbeitsräume (4, 5) begrenzt, durch deren jeweiligen Füllstand die wenigstens zwei Schaltstellungen (I, II) der Pleuelstange (1) möglich sind, wobei die Arbeitsräume (4, 5) jeweils gegenläufig befüllt und entleert werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das wenigstens teilweise Befüllen und Entleeren des wenigstens einen Arbeitsraums (4, 5) bei einem niedrigem Lastpunkt, insbesondere unterhalb der halben maximalen Last, und/oder niedrigem Drehmoment, insbesondere unterhalb des halben maximalen Drehmoments, durchgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei eine Einspritzmenge eines Brennstoffs und/oder das Lambda-Verhältnis eines Zylinders der Brennkraftmaschine, welcher die wenigstens eine hydraulisch längenverstellbare Pleuelstange (1) aufweist, vorübergehend angepasst wird, um eine Last in Bezug auf den Zylinder zu verringern, insbesondere, wenn eine kurze Schaltstellung, also eine Schaltstellung, die einer kurzen Länge der Pleuelstange (1) entspricht, vorliegt.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine hydraulisch längenverstellbare Pleuelstange (1) zur Kühlung mit Kühlmedium, insbesondere dem Hydraulikmedium und/oder einem Schmiermedium, besprüht wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei ein Besprühen der Pleuelstange (1) in Abhängigkeit von wenigstens einer zweiten vorbestimmten Bedingung eingeleitet wird, insbesondere bevor das wenigstens teilweise Befüllen und Entleeren eines Arbeitsraums (4, 5) durchgeführt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine erste und/oder zweite vorbestimmte Bedingung sich auf einen Parameter bezieht, welcher aus einer Gruppe ausgewählt ist, welche folgende Parameter aufweist:

Temperatur des Hydraulikmediums, Zeitdauer seit einem Verändern des Verdichtungsverhältnisses ε , Zeitdauer seit einem letzten wenigstens teilweisen Austausch des Hydraulikmediums, Menge des bei einem letzten wenigstens teilweisen Austausch des Hydraulikmediums ausgetauschten Hydraulikmediums, Schaltstellung (I, II), Lastpunkt einer Hubkolbenmaschine mit der längenverstellbaren Pleuelstange (1).
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Befüllen und Entleeren bei einer Hubkolbenmaschine mit mehreren hydraulisch längenverstellbaren Pleuelstangen (1) in Bezug auf die Pleuelstangen nacheinander erfolgt.

10. Elektronische Steuerung, die vorzugsweise einen Speicher und einen Mikroprozessor umfasst, welche eingerichtet ist, um ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 auszuführen.
11. Computerprogramm, das Anweisungen umfasst, welche, wenn sie von einem Computer ausgeführt werden, diesen dazu veranlassen, die Schritte eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 auszuführen.
12. Computerlesbares Medium, auf dem ein Computerprogramm nach Anspruch 11 gespeichert ist.
13. Hubkolbenmaschine (10), insbesondere Brennkraftmaschine, mit wenigstens einer hydraulisch längenverstellbaren Pleuelstange (1a, 1b) zum Einstellen eines Verdichtungsverhältnisses ϵ , wobei die Pleuelstange (1a, 1b) einen Kolben (2) und einen Hydraulikzylinder (3) zur Längenverstellung aufweist, wobei der Kolben (2) mit dem Hydraulikzylinder (3) wenigstens einen Arbeitsraum (4, 5) begrenzt, durch dessen Füllstand wenigstens zwei Schaltstellungen (I, II) der Pleuelstange (1) möglich sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Hubkolbenmaschine (10) des Weiteren Mittel (11) zum Durchführen, in Abhängigkeit von wenigstens einer ersten vorbestimmten Bedingung und unabhängig vom Einstellen des Verdichtungsverhältnisses ϵ ein wenigstens teilweises Befüllen und Entleeren des wenigstens einen Arbeitsraums (4, 5), aufweist, um einen wenigstens teilweisen Austausch eines Hydraulikmediums in dem wenigstens einen Arbeitsraum (4, 5) zu bewirken.
14. Hubkolbenmaschine (10), insbesondere nach Anspruch 13, wenigsten eine hydraulisch längenverstellbare Pleuelstange (1) zum Einstellen eines Verdichtungsverhältnisses ϵ und eine Kühlungseinrichtung (12) aufweisend, wobei die Kühlungseinrichtung (12) in der Weise eingerichtet ist, um auch die Pleuelstange (1) mit einem Kühlmedium, insbesondere dem Hydraulikmedium und/oder einem Schmiermedium, zu besprühen.

15. Hubkolbenmaschine (10) nach Anspruch 14, wobei die Kühlungseinrichtung (12) wenigstens eine Sprühdüse aufweist, welche auf wenigstens einen Abschnitt eines Bewegungsbereichs B der Pleuelstange gerichtet ist.