

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50339/2021 (51) Int. Cl.: **F02B 75/04** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 30.04.2021 **F16C 7/06** (2006.01)  
(45) Veröffentlicht am: 15.06.2023 **F01M 1/02** (2006.01)  
**F01M 1/16** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 102019217254 A1  
DE 102020210226 A1  
US 2019316498 A1  
EP 2388582 A1  
JP H01285614 A  
WO 2020113252 A1

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

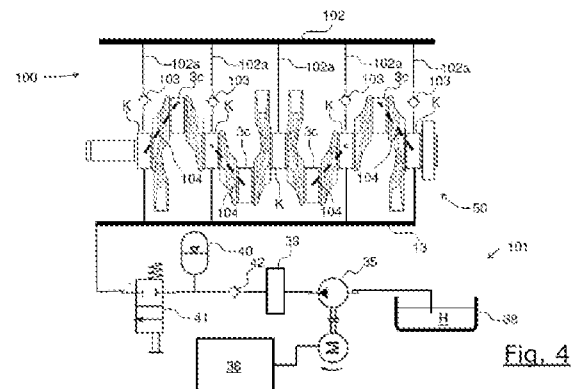
(72) Erfinder:  
Paterno Simon Ing.  
8051 Graz (AT)  
Willhelm Bernd  
8321 St. Margarethen/Raab (AT)  
St John Robert  
8020 Graz (AT)  
Ebinger Lars Ing.  
8053 Graz (AT)

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

### (54) Verfahren zum Einstellen einer wirksamen Länge einer Pleuelstange

(57) Verfahren (200) zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange (1) für eine Brennkraftmaschine mit einem ersten (4) und einem zweiten Pleuelteil (5), die zueinander verschiebbar sind und eine erste (9) und eine zweite Hydraulikkammer (10) ausbilden, wobei die Pleuelstange (1) in Abhängigkeit des Niveaus eines Ausgangsdrucks des Hydraulikmediums (H) eine erste lange oder eine zweite kurze Schaltstellung einnimmt. Das Verfahren weist folgende Arbeitsschritte auf: Aktivieren (202) einer Pumpeinrichtung (35), um den Ausgangsdruck bereit zu stellen, Ermitteln (203) einer Temperatur des Hydraulikmediums (H), Erzeugen (204) eines definierten Werts des Ausgangsdrucks in Abhängigkeit von der Temperatur des Hydraulikmediums (H), wobei das Erzeugen des definierten Ausgangsdrucks die folgenden Unterarbeitsschritte aufweist: Prüfen (204-1), ob ein erster Schwellenwert der Temperatur des Hydraulikmediums überschritten wird, Erzeugen (204-2), solange die Temperatur des Hydraulikmediums (H) nach einem Start der Brennkraftmaschine in einem Bereich unterhalb eines definierten ersten Schwellenwerts liegt, des Ausgangsdrucks in der Weise, dass die zweite Hydraulikkammer (10) mit dem Hydraulikmedium (H)

befüllt und die Pleuelstange (1) permanent in die zweite kurze Schaltstellung geschaltet wird, und Erzeugen (204-3), bei Überschreiten des definierten ersten Schwellenwerts des Ausgangsdrucks in der Weise, dass eine vordefinierte Schaltstrategie in Bezug auf ein Verdichtungsverhältnis der Brennkraftmaschine umgesetzt wird.



## Beschreibung

### VERFAHREN ZUM EINSTELLEN EINER WIRKSAMEN LÄNGE EINER PLEUELSTANGE

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange.

**[0002]** Um Brennkraftmaschinen hinsichtlich Emissionen und Verbrauch zu optimieren, werden zunehmend Varianten mit veränderbarem Verdichtungsverhältnis untersucht. Durch Ändern der Verdichtung einer Brennkraftmaschine kann Vollast mit geringerem Verdichtungsverhältnis, Teillast und Starten mit erhöhtem Verhältnis gefahren werden. Dabei wird im Teillastbereich der Verbrauch verbessert, beim Start der Kompressionsdruck mit dem erhöhten Verdichtungsverhältnis gesteigert und bei hoher Leistung der Spitzendruck mit verringertem Verhältnis reduziert, sowie Klopfen verhindert.

**[0003]** Aus dem Dokument AT 511 803 B1 ist in diesem Zusammenhang beispielsweise eine längenverschiebbare Pleuelstange für eine Brennkraftmaschine mit zwei teleskopartig ineinander verschiebbaren Pleuelteilen bekannt, wobei zwischen dem ersten und dem zweiten Pleuelteil ein Hochdruckraum aufgespannt ist, in den ein erster Ölkanal einmündet. Die Dokumente DE 10 2019 217 254 A1 und WO 2020/113252 A1 beschreiben ein vergleichbares System und ein Verfahren zum Einstellen einer wirksamen Länge einer derartigen Pleuelstange mittels Schmierölversorgung.

**[0004]** Dabei können beim Betrieb derartiger Systeme teilweise bzw. vollständig Verfahren oder Vorrichtungen zur Anwendung kommen, wie sie beispielsweise in DE 10 2020 210 226 A1, US 2019/0316498 A1, EP 2 388 582 A1 oder JP H01285614 A beschrieben sind.

**[0005]** Es ist eine Aufgabe der Erfindung, den Startvorgang einer Brennkraftmaschine zu verbessern, insbesondere zu stabilisieren.

**[0006]** Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange für eine Brennkraftmaschine, insbesondere Hubkolbenmaschine, wobei die Pleuelstange zumindest einen ersten Pleuelteil und einen zweiten Pleuelteil aufweist und die beiden Pleuelteile in Richtung einer Längsachse der Pleuelteile, insbesondere teleskopartig, zu- und/oder ineinander verschiebbar sind und die beiden Pleuelteile eine erste Hydraulikkammer, die in einer ersten Schaltstellung der Pleuelstange mit einem Hydraulikmedium befüllt ist, und eine zweite Hydraulikkammer, die in einer zweiten Schaltstellung mit dem Hydraulikmedium befüllt ist, bilden, wobei die Pleuelstange in Abhängigkeit des Niveaus eines Ausgangsdrucks des Hydraulikmediums die erste lange Schaltstellung oder die zweite kurze Schaltstellung einnimmt und erfindungsgemäß das Verfahren die folgenden Arbeitsschritte aufweist:

- Prüfen, ob die Brennkraftmaschine gestartet ist oder gestartet werden wird;
- Aktivieren einer Pumpeinrichtung, welche den Ausgangsdruck bereitstellt, wenn die Brennkraftmaschine gestartet ist oder gestartet werden wird;
- Ermitteln einer Temperatur des Hydraulikmediums; und
- Erzeugen eines definierten Werts des Ausgangsdrucks in Abhängigkeit der Temperatur des Hydraulikmediums,

wobei der Arbeitsschritt des Erzeugens des definierten Ausgangsdrucks des Weiteren die folgenden Unterarbeitsschritte aufweist:

- Prüfen, ob ein erster Schwellenwert der Temperatur des Hydraulikmediums überschritten wird;
- Erzeugen, solange die Temperatur des Hydraulikmediums nach einem Start der Brennkraftmaschine in einem Bereich unterhalb eines definierten ersten Schwellenwerts liegt, des Ausgangsdrucks in der Weise, dass die zweite Hydraulikkammer mit dem Hydraulikmedium befüllt und die Pleuelstange permanent in die zweite kurze Schaltstellung geschaltet wird oder

ist; und

- Erzeugen, bei Überschreiten des definierten ersten Schwellenwerts, des Ausgangsdrucks in der Weise, dass eine vordefinierte Schaltstrategie in Bezug auf ein Verdichtungsverhältnis der Brennkraftmaschine umgesetzt wird.

**[0007]** Da die Hydraulikkammern aufgrund der beiden zu- oder ineinander verschiebbaren Pleuelteile variable Volumina aufweisen, ist eine maximale Befüllung einer Hydraulikkammer im Sinne der vorliegenden Erfindung insbesondere eine Befüllung der Hydraulikkammer mit der maximal möglichen Menge an Hydraulikmedium, d.h. eine vollständige Befüllung einer Hydraulikkammer, die aufgrund der Stellung der ersten und zweiten Pleuelteile ihr maximales Volumen aufweist. Mit anderen Worten entspricht der erste Schaltstellung einer Stellung des ersten und zweiten Pleuelteils, in der die erste Hydraulikkammer ihr maximales Volumen aufweist, und die zweite Schaltstellung entspricht einer Stellung des ersten und zweiten Pleuelteils, in der die zweite Hydraulikkammer ihr maximales Volumen aufweist.

**[0008]** Durch das Überprüfen, ob die Brennkraftmaschine gestartet ist oder gestartet werden wird, und das entsprechende Aktivieren einer Pumpeinrichtung kann sichergestellt werden, dass das höhere Druckniveau bereits beim Start der Brennkraftmaschine vorliegt und das Pleuel mithin in die kurze Stellung verfahren werden kann. Unter dem Prüfen, ob die Brennkraftmaschine gestartet werden wird, ist zu verstehen, dass auf dem Starten vorausgehende Handlungen geprüft wird. Derartige Handlungen können beispielsweise das Entsperren einer Fahrertür, das Öffnen einer Fahrertür, das Annähern eines Zündschlüssels in einen Nahbereich der Brennkraftmaschine oder das Belasten eines Fahrersitzes mit einem einem Lenker bzw. einer Lenkerin entsprechenden Gewicht sein.

**[0009]** Mit anderen Worten wird geprüft, ob die Brennkraftmaschine gestartet ist oder dem Starten vorausgehende Handlungen erkannt werden, und die Pumpeinrichtung aktiviert, welche den Ausgangsdruck bereitstellt, wenn die Brennkraftmaschinen gestartet ist oder nach Abschluss der dem Starten vorausgehenden Handlungen gestartet wird.

**[0010]** Durch die Schaltstrategie kann die Brennkraftmaschine im Teillast- und Vollastbetrieb besonders emissionsarm und/oder mit geringem Verbrauch betrieben werden.

**[0011]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens weist der Arbeitsschritt des Erzeugens des definierten Ausgangsdrucks des Weiteren die folgenden Unterarbeitsschritte auf:

- Prüfen, ob ein zweiter Schwellenwert der Temperatur des Hydraulikmediums überschritten wird;
- Erzeugen, bei einem erneuten Unterschreiten des definierten ersten Schwellenwerts, des Ausgangsdrucks in der Weise, dass die vordefinierte Schaltstrategie in Bezug auf ein Verdichtungsverhältnis der Brennkraftmaschine weiterhin umgesetzt wird; und
- Erzeugen, bei einem Unterschreiten eines definierten zweiten Schwellenwerts, welcher tiefer als der erste Schwellenwert liegt, des Ausgangsdrucks in der Weise, dass die zweite Hydraulikkammer mit dem Hydraulikmedium befüllt und die Pleuelstange permanent in die zweite kurze Schaltstellung geschaltet wird.

Hierdurch wird eine Hysterese realisiert.

**[0012]** Ein Aspekt betrifft ein Brennkraftmaschine, insbesondere Hubkolbenmaschine, mit einem System zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange, wobei die Pleuelstange zumindest einen ersten Pleuelteil und einen zweiten Pleuelteil aufweist und die beiden Pleuelteile in Richtung einer Längsachse der Pleuelteile, insbesondere teleskopartig, zu- und/oder ineinander verschiebbar sind und die beiden Pleuelteile eine erste Hydraulikkammer, die in einer ersten langen Schaltstellung der Pleuelstange mit einem Hydraulikmedium befüllt ist, und eine zweite Hydraulikkammer, die in einer zweiten kurzen Schaltstellung der Pleuelstange mit dem Hydraulikmedium befüllt ist, bilden, wobei das System aufweist:

- wenigstens eine Hydraulikzuleitung, über welche die erste Hydraulikkammer und die zweite

Hydraulikkammer wechselweise mit einem Hydraulikmedium befüllbar sind;

- eine Pumpeinrichtung, die dazu eingerichtet ist, das Hydraulikmedium in der Hydraulikzuleitung mit einem Ausgangsdruck zu beaufschlagen, wobei die Pleuelstange in Abhängigkeit des Niveaus des Ausgangsdrucks die erste lange Schaltstellung oder die zweite kurze Schaltstellung einnimmt; und
- eine Steuerungseinrichtung, die dazu eingerichtet ist, eine Temperatur des Hydraulikmediums zu bestimmen und die Pumpeinrichtung in Abhängigkeit von der Temperatur in der Weise zu steuern, dass die Pumpeinrichtung einen definierten Ausgangsdruck erzeugt.

**[0013]** Eine wirksame Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange im Sinne der Erfindung ist insbesondere der Abstand zwischen einer Drehsymmetrieachse eines kleinen Pleuelauges zur Verbindung mit einem Kolben und einer Drehsymmetrieachse eines großen Pleuelauges zur Verbindung mit einer Kurbelwelle.

**[0014]** Bei einer Längsachse der Pleuelteile im Sinne der Erfindung handelt es sich insbesondere um eine Längsachse der längenverstellbaren Pleuelstange.

**[0015]** Eine Pumpeinrichtung im Sinne der Erfindung kann die Motorölpumpe der Brennkraftmaschine oder insbesondere eine Zusatzölpumpe sein, die beispielsweise eingangsseitig mit einem Hydraulikreservoir, etwa einer Hauptölleitung eines Ölversorgungssystems der Brennkraftmaschine, strömungsverbunden und dazu eingerichtet ist, ausgangsseitig, d.h. in der Hydraulikzuleitung, einen gegenüber der Eingangsseite, etwa einem Öldruck in der Hauptölleitung, erhöhten Ausgangsdruck zu erzeugen. Die Hauptölleitung, über welche beispielsweise Kurbelwellenlager und/oder Kurbelzapfenlager einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine mit Öl versorgt werden, kann ihrerseits über eine Motorölpumpe mit einem Motorölreservoir, beispielsweise einer Motorölwanne, verbunden sein.

**[0016]** Die Erfindung basiert insbesondere auf dem Ansatz, bei der Längeneinstellung von Pleuelstangen in einer Brennkraftmaschine mit variablem Verdichtungsverhältnis die jeweilige Temperatur des Hydraulikmediums zu berücksichtigen.

**[0017]** Dies ermöglicht es insbesondere, die Brennkraftmaschine beim Starten zuverlässig mit einer kurzen Pleuelstange zu betreiben. Die Erfinder haben nämlich festgestellt, dass bei und nach einem Kaltstart der Brennkraftmaschine unter gewissen Bedingungen, die bei einer bestimmungsmäßigen Verwendung einer Brennkraftmaschine häufig auftreten können, das Hydraulikmedium noch so zähflüssig ist, dass es nur schwer durch die Versorgungskanäle der Längenverstellungseinrichtung getrieben werden kann. Daher müssen vergleichsweise hohe Ausgangsdrücke aufgebracht werden, um es durch Saugen und Drücken durch die Leitungen zu befördern. Insbesondere können daher lokale Druckspitzen durch Mikroverstopfungen des erhärteten Öls auftreten.

**[0018]** Ist die Pleuelstange in ihrer langen Stellung, so kann es durch den im Kaltstart aufzubringenden Druck und die Druckspitzen vorkommen, dass ein System zur Längenverstellung der Pleuelstange umschaltet und die zweite Hydraulikkammer wenigstens kurzzeitig befüllt wird, was zu ungewollten Längenänderungen führt. Hierdurch wird auch ein kontrollierter Verbrennungsprozess in den Zylindern behindert und mithin die Emissionen erhöht.

**[0019]** Insgesamt erlaubt die Erfindung daher eine Verbesserung des Startvorgangs einer Brennkraftmaschine, insbesondere eine Optimierung bezüglich der Emissionen.

**[0020]** In einer Ausgestaltung der Brennkraftmaschine steuert die Steuerungseinrichtung, solange die Temperatur des Hydraulikmediums nach einem Start der Brennkraftmaschine in einem Bereich unterhalb eines definierten ersten Schwellenwerts liegt, die Steuerungseinrichtung die Pumpeinrichtung in der Weise, dass die zweite Hydraulikkammer mit dem Hydraulikmedium befüllt und die Pleuelstange permanent in die zweite kurze Schaltstellung geschaltet wird oder ist.

**[0021]** Durch das Betreiben einer Pumpeinrichtung nach dem Starten der Brennkraftmaschine wird ein System zur Längenverstellung der längenverstellbaren Pleuelstange derart betätigt, dass sich eine minimale wirksame Länge der Pleuelstange einstellt. Der Ausgangsdruck kann bei-

spielsweise durch eine entsprechende Ansteuerung der Pumpeinrichtung so gewählt sein, dass sich eine erste Hydraulikkammer der Pleuelstange, die von einem ersten Pleuelteil und einem zweiten Pleuelteil der Pleuelstange gebildet ist, maximal mit dem Hydraulikmedium befüllt und dadurch die zweite, kurze Schaltstellung der Pleuelstange verursacht, insbesondere aufrechterhalten, werden kann. Die Pumpeinrichtung wird dabei vorzugsweise von einer Steuerungseinrichtung (an)gesteuert, wobei die Steuerungseinrichtung beispielsweise als Motorsteuergerät (ECU) ausgebildet sein kann.

**[0022]** Insbesondere kann die längenverstellbare Pleuelstange beim Starten der Brennkraftmaschine zumindest innerhalb kurzer Zeit wieder in die zweite, kurze Schaltstellung gebracht werden, auch wenn beispielsweise während dem Stillstand der Brennkraftmaschine ein Teil des Hydraulikmediums durch Leckage aus der ersten Hydraulikkammer ausgetreten ist. Vorzugsweise nimmt die Pleuelstange bei einem niedrigeren Niveau des Ausgangsdrucks die erste lange Schaltstellung ein und bei einem zweiten höheren Niveau des Ausgangsdrucks die zweite kurze Schaltstellung ein.

**[0023]** In einer weiteren Ausgestaltung der Brennkraftmaschine liegt der erste Schwellenwert bei etwa 55°C, vorzugsweise bei etwa 60°C. Die Erfinder haben festgestellt, dass sich hierdurch ein besonders stabiler Betrieb der Brennkraftmaschine realisieren lässt. Gegebenenfalls kann hier abhängig von der Ausführung der Brennkraftmaschine und dem verwendeten Hydraulikmedium ein anderer Temperaturwert zur Anwendung kommen.

**[0024]** In einer weiteren Ausgestaltung der Brennkraftmaschine steuert die Steuerungseinrichtung die Pumpeinrichtung bei Überschreiten des definierten ersten Schwellenwerts in der Weise, dass eine vordefinierte Schaltstrategie in Bezug auf ein Verdichtungsverhältnis der Brennkraftmaschine umgesetzt wird. Durch die Schaltstrategie können insbesondere der Verbrauch und die Emissionen der Brennkraftmaschine im Teillast- und Volllast-Betrieb optimiert werden.

**[0025]** In einer weiteren Ausgestaltung der Brennkraftmaschine steuert die Steuerungseinrichtung die Pumpeinrichtung bei einem erneuten Unterschreiten des definierten ersten Schwellenwerts weiterhin in der Weise, dass die vordefinierte Schaltstrategie in Bezug auf ein Verdichtungsverhältnis der Brennkraftmaschine umgesetzt wird, und bei einem Unterschreiten eines definierten zweiten Schwellenwerts, welcher tiefer als der erste Schwellenwert liegt, in der Weise, dass die zweite Hydraulikkammer mit dem Hydraulikmedium befüllt und die Pleuelstange permanent in die zweite kurze Schaltstellung geschaltet wird. In einer Variante der Erfindung liegt der definierte zweite Schwellenwert bei etwa 45°C, vorzugsweise bei etwa 40°C. Gegebenenfalls kann hier abhängig von der Ausführung der Brennkraftmaschine und dem verwendeten Hydraulikmedium ein anderer Temperaturwert zur Anwendung kommen. Durch das Vorsehen des zweiten Schwellenwerts kann ein Hystereseeffekt umgesetzt werden, welcher bei Temperaturschwankungen um den ersten Schwellenwert verhindert, dass das Pleuel wiederholt seine Länge in nicht kontrollierbarer Weise ändert. Hierdurch wird eine bessere Verbrennung und damit bessere Emissionswerte erreicht.

**[0026]** In einer weiteren Ausgestaltung der Brennkraftmaschine ist das Hydraulikmedium das Motoröl, welches zur Schmierung der Brennkraftmaschine mittels einer Motorölpumpe gefördert wird, und wobei die Pumpeinrichtung zusätzlich zu dieser Motorölpumpe vorgesehen ist. Durch das Vorsehen einer zusätzlichen Pumpeinrichtung kann die Steuerung, insbesondere das Bereitstellen des höheren Druckniveaus unabhängig von der Aktivität der Brennkraftmaschine, erfolgen. Dies ist insbesondere von Vorteil, da ein hoher Druck bereits vor dem Start der Brennkraftmaschine bereitgestellt werden kann. Mit anderen Worten kann die Pumpeinrichtung einerseits durch die Motorölpumpe der Brennkraftmaschine gebildet sein, andererseits kann wie in der hier dargestellten Variante die Motorölpumpe der Brennkraftmaschine und zusätzlich eine Zusatzölpumpe als Pumpeinrichtung vorgesehen sein.

**[0027]** Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung der nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Figuren. Darin zeigen wenigstens teilweise schematisch:

- [0028] Fig. 1 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer längenverstellbaren Pleuelstange in einem Längsschnitt;
- [0029] Fig. 2a ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Längenverstelleinrichtung für eine längenverstellbare Pleuelstange in einer zweiten, kurzen Schaltstellung;
- [0030] Fig. 2b die Längenverstelleinrichtung aus Fig. 2a in einer ersten, langen Schaltstellung;
- [0031] Fig. 3 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Brennkraftmaschine in einer Draufsicht;
- [0032] Fig. 4 ein erstes Ausführungsbeispiel eines Systems zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange;
- [0033] Fig. 5 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Systems zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange; und
- [0034] Fig. 6 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange.

[0035] Fig. 1 zeigt eine längenverstellbare Pleuelstange 1 für eine Hubkolbenmaschine, beispielsweise eine Brennkraftmaschine, mit einem kleinen Pleuelauge 2 für ein nicht weiter dargestelltes Kolbenbolzenlager und einem großen Pleuelauge 3 für ein nicht weiter dargestelltes Kurbelzapfenlager einer Brennkraftmaschine. Die Drehsymmetrieachsen des kleinen bzw. großen Pleuelauges 2, 3 sind mit 2a bzw. 3a bezeichnet. Die Längsachse der Pleuelstange 1 ist mit 1a, eine auf die Drehsymmetrieachsen 2a und 3a des kleinen und großen Pleuelauges 2, 3 normal stehende und die Längsachse 1a der Pleuelstange 1 beinhaltende Längsmittellebene - die Schwingebene - der Pleuelstange 1 ist mit  $\epsilon$  bezeichnet.

[0036] Die Pleuelstange 1 weist einen oberen ersten Pleuelteil 4 mit dem kleinen Pleuelauge 2 und einen unteren zweiten Pleuelteil 5 mit dem großen Pleuelauge 3 auf. Der erste Pleuelteil 4 ist gegenüber dem zweiten Pleuelteil 5 zwischen einer mit einer ausgezogenen Lage korrespondierenden ersten Schaltstellung und einer in Fig. 1 dargestellten, mit einer eingeschobenen Lage korrespondierenden zweiten Schaltstellung um einen Verstellbereich  $\Delta L$  in Richtung der Längsachse 1a der Pleuelstange 1 verstellbar. Die Verstell- bzw. Verschiebbarkeit erfolgt in Richtung einer Längsachse der Pleuelteile 4, 5, wobei deren Längsachse im Wesentlichen mit der Längsachse 1a der Pleuelstange 1 zusammenfällt.

[0037] Im oberen ersten Pleuelteil 4 ist ein im Wesentlichen zylindrisches Kolbenelement 6 beispielsweise mit einer durch eine Innensechskantschraube gebildeten Befestigungsschraube 7 befestigt. In anderen, nicht dargestellten Ausführungsbeispielen ist das Kolbenelement als Ganzes mit dem ersten Pleuelteil 4 verschraubt oder mit diesem einstückig ausgebildet.

[0038] Das Kolbenelement 6 ist in einem durch den unteren zweiten Pleuelteil 5 der Pleuelstange 1 gebildeten Führungszylinder 8 axial verschiebbar geführt, wobei zwischen einer dem großen Pleuelauge 3 zugewandten ersten Stirnfläche 6a des Kolbenelementes 6 und dem zweiten Pleuelteil 5 eine erste Hydraulikkammer 9 aufgespannt wird bzw. aufspannbar ist. Das als Stufenkolben ausgebildete Kolbenelement 6 weist eine dem kleinen Pleuelauge 2 zugewandte, im Wesentlichen ringförmige zweite Stirnfläche 6b auf, welche an eine zweite Hydraulikkammer 10 grenzt, deren zylindrische Mantelfläche vom Führungszylinder 8 des zweiten Pleuelteils 5 gebildet wird. Unter einem Stufenkolben wird im Allgemeinen ein Kolben - im vorliegenden Fall ein "zweiseitig wirkender Kolben" - mit unterschiedlich großen Wirkflächen verstanden, wobei eine der Wirkflächen (hier: die gegen die zweite Hydraulikkammer 10 orientierte Wirkfläche) als Ringfläche und die andere Wirkfläche als Kreisfläche ausgebildet ist. Durch die unterschiedlichen Wirkflächen lassen sich verschiedene Druckverhältnisse realisieren.

[0039] Die erste 6a und zweite Stirnfläche 6b bilden Druckangriffsflächen für ein in die Hydraulikkammern 9, 10 geleitetes und unter Druck stehendes Hydraulikmedium, beispielsweise Motoröl.

[0040] In die erste Hydraulikkammer 9 mündet ein erster Ölkanal 11 und in die zweite Hydraulik-

kammer 10 ein zweiter Ölkanal 12 ein.

**[0041]** Die Ölversorgung des ersten und zweiten Ölkanals 11, 12 erfolgt über eine Hydraulikzuleitung 13, welche vom Pleuellager 3b des großen Pleuelauges 3 ausgeht und somit mit dem nicht weiter dargestellten Pleuelager strömungsverbunden ist, sowie über mit der Hydraulikzuleitung 13 verbundene Verbindungskanäle 14, 15.

**[0042]** Wie insbesondere auch Fig. 2a und Fig. 2b zeigen ist zur Steuerung der Drücke in der ersten und zweiten Hydraulikkammer 9, 10 eine Längenverstelleinrichtung 16 in der Pleuelstange 1, und zwar im unteren zweiten Pleuelteil 5, vorgesehen, welche im Strömungsweg zwischen dem ersten Verbindungs kanal 14 und dem ersten Ölkanal 11 ein erstes Ventil 17 mit einem ersten Ventilraum 18 aufweist, in welchem ein durch eine erste Ventildfeder 19 vorgespannter erster Ventilkörper 20 gegen einen ersten Ventilsitz 21 gedrückt wird. In den ersten Ventilraum 18 mündet der erste Ölkanal 11 ein. Weiterhin weist die Längenverstelleinrichtung 16 ein zweites Ventil 22 mit einem zweiten Ventilraum 23 auf, in welchem ein durch eine zweite Ventildfeder 24 vorgespannter zweiter Ventilkörper 25 gegen einen zweiten Ventilsitz 26 gedrückt wird, wobei der zweite Ölkanal 12 in den zweiten Ventilraum 23 einmündet. Weiterhin weist die Längenverstelleinrichtung 16 eine Verbindungseinrichtung 27 zwischen dem ersten Ventil 17 und dem zweiten Ventil 22 mit zumindest einem Verbindungselement 28 auf, welches in den Ausführungsbeispielen durch eine normal zur Längsachse 1a, insbesondere in einer Längsmittlebene  $\varepsilon$  der Pleuelstange 1 angeordnete Verbindungsstange 29 gebildet ist. Das Verbindungselement 28 ist fest mit einem in einem Steuerzylinder 30 verschiebbaren Steuerkolben 31 verbunden. Der durch eine Rückstellfeder 32 federbelastete Steuerkolben 31 grenzt an einen Steuerraum 33, in den eine mit der Hydraulikzuleitung 13 bzw. dem Verbindungs kanal 15 verbundene Steuerleitung 34 einmündet. Die Ventilkörper 20 bzw. 25 und die Verbindungseinrichtung 27 sind getrennte Bauteile. Dadurch ist die Verbindungseinrichtung 27 in zumindest einer in Fig. 2a gezeigten ersten Verschiebestellung des Verbindungselementes 28 vom zweiten Ventilkörper 25 und in einer in Fig. 2b gezeigten zweiten Verschiebestellung vom ersten Ventilkörper 20 beabstandet.

**[0043]** Die ersten und zweiten Ventilkörper 20, 25 der ersten 17 und zweiten Ventile 22 werden bevorzugt durch Kugeln gebildet.

**[0044]** Durch die Ventilkörper 20, 25 der ersten und zweiten Ventile 17, 22 werden die Strömungsverbindungen zwischen dem ersten Zuführkanal 14 und dem ersten Ölkanal 11 bzw. zwischen dem zweiten Zuführkanal 15 und dem zweiten Ölkanal 12 geöffnet oder verschlossen. Der beispielsweise aus Kunststoff bestehende Steuerkolben 31 wird von einem Ausgangsdruck in der Hydraulikzuleitung 13, z.B. vom Öldruck der Brennkraftmaschine, betätigt.

**[0045]** Während die Fig. 2a und 2b eine Variante zeigen, bei der die Ventile 17, 22 an gegenüberliegenden Enden der Verbindungsstange 29 angeordnet sind, kann in einer nicht dargestellten Variante die Verbindungsstange 29 an einem Ende den Steuerkolben 31 aufweisen und entlang der Verbindungsstange mit Schaltkonturen versehen sein, die mit Ventilen 17, 22 zusammenwirken. In einer solchen Variante fällt die Richtung der Öffnungs- und Schließbewegung der Ventile 17, 22 nicht wie dargestellt mit einer Längsachse der Verbindungsstange 29 zusammen, sondern verläuft geneigt, insbesondere normal dazu.

**[0046]** Wenn der Öldruck - beispielsweise bei Leichtlast - unter einem definierten Ansprechdruck (von zum Beispiel 1,8 bar) gehalten wird, bleibt der Steuerkolben 31 in seiner in Fig. 2b dargestellten ersten Stellung stehen, weil die Federkraft der Rückstellfeder 32 größer ist als die Kraft auf die Stirnfläche des Steuerkolbens 31 als Folge des Öldrucks in der Steuerleitung 34. In diesem Fall hält die Verbindungsstange 29, die mit dem Steuerkolben 31 fest - beispielsweise durch einen Presssitz - verbunden ist, den Ventilkörper 25 für die Verbindung zur zweiten Hydraulikkammer 10 über den zweiten Ölkanal 12 geöffnet, während der erste Ventilkörper 20 des ersten Ventils 17 für die Verbindung zur ersten Hydraulikkammer 9 durch die erste Ventildfeder 19 geschlossen bleibt.

**[0047]** Während der Hubbewegung wirkt im Bereich des oberen Totpunktes des nicht weiter dargestellten Kolbens eine Massenkraft auf die Pleuelstange 1, welche den ersten Pleuelteil samt

Kolben 6 - in Fig. 1, 2a und 2b betrachtet - und damit das kleine Pleuelauge nach oben zieht. Dabei wird Öl über das eigentlich geschlossene erste Ventil 17 angesaugt, indem der erste Ventilkörper 20 durch die in der ersten Hydraulikkammer 9 entstehende Sogwirkung entgegen der Rückstellkraft der ersten Ventildfeder 19 angehoben wird; die untere erste Hydraulikkammer 9 füllt sich dabei über den ersten Ölkanal 11 mit Öl, während Öl aus der oberen zweiten Hydraulikkammer 10 in den zweiten Ölkanal 12 gepresst wird. Die Pleuelstange 1 wird dadurch länger. Der Ölfluss in den Ölkanälen 11, 12 ist durch Pfeile in Fig. 2b dargestellt.

**[0048]** Wenn der Öldruck bei höherer Motorlast auf ein höheres Niveau steigt, wird die Rückstellfeder 32 des Steuerkolbens 31 komprimiert, wobei sich der Steuerkolben 31 bis zu einem linken Anschlag des Steuerzylinders 30 bewegt.

**[0049]** In dieser Stellung drückt die Verbindungsstange 29 den ersten Ventilkörper 20 des ersten Ventils 17 auf, welches die untere erste Hydraulikkammer 9 mit dem Ölversorgungskanal 13 verbindet. Dadurch kann das Öl aus der ersten Hydraulikkammer 9 in die Hydraulikzuleitung 13 und somit weiter ins Ölversorgungssystem zurückfließen. Da die Verbindungsstange 29 vom zweiten Ventilkörper 25 abgehoben ist und somit der zweite Ventilkörper durch die Rückstellkraft der zweiten Ventildfeder 24 auf den zweiten Ventil Sitz 26 gepresst ist, ist das zweite Ventil 22 geschlossen; bei jeder Zündung wird der Kolben 6 heruntergedrückt und Öl in die zweite Hydraulikkammer 10 durch die Sogwirkung in der zweiten Hydraulikkammer 10 über das eigentlich geschlossene zweite Ventil 22 durch den entgegen der Kraft der zweiten Ventildfeder 24 abhebenden zweiten Ventilkörper 25 angesaugt bis die zweite Hydraulikkammer 10 mit Öl gefüllt ist. Die Strömung des Öls ist durch Pfeile in Fig. 2a angedeutet. In dieser Position ist die Pleuelstange 1 kürzer.

**[0050]** Wenn der Öldruck im Ölsystem wieder gesenkt wird, expandiert die Rückstellfeder 32 des Steuerkolbens 31 (Fig. 2b) und der Steuerkolben 31 rückt - wie in Fig. 2b dargestellt - nach rechts, wobei das zweite Ventil 22 für die zweite Hydraulikkammer 10 geöffnet und das erste Ventil 17 für die erste Hydraulikkammer 9 geschlossen wird. Die erste Hydraulikkammer 9 pumpt sich wieder in der beschriebenen Weise durch die auf den zweiten Pleuelteil und das Kolbenelement 6 im oberen Totpunkt des Kolbens wirkenden Massenkräfte auf und die Pleuelstange 1 wird wieder länger.

**[0051]** Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Brennkraftmaschine B mit vier Zylindern, in welchem ein System 100 zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange zum Einsatz kommen kann.

**[0052]** Fig. 4 zeigt ein System 100 zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange 1 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel im Zusammenspiel mit einem Ölversorgungssystem 101.

**[0053]** Dabei ist das Ölversorgungssystem 101 dazu eingerichtet, Kurbelwellenlager K einer Kurbelwelle 50 einer Brennkraftmaschine mit Öl, etwa Motoröl, zu versorgen, welches über eine Hauptölleitung 102 bereitgestellt wird. Von der Hauptölleitung 102, die beispielsweise mit einer Motorölwanne 38 strömungsverbunden ist (hier nicht gezeigt), zweigen Ölzuleitungen 102a zu den Kurbelwellenlagern K ab, die über als gestrichelte Linien angedeutete Zuleitungskanäle 104 in der Kurbelwelle 50 mit Kurbelzapfenlagern 3c in Strömungsverbindung stehen. An den derart mit dem Öl geschmierten Kurbelzapfenlagern 3c der Kurbelwelle 50 ist jeweils eine längenverstellbare Pleuelstange (siehe Fig. 1) mittels eines großen Pleuelauges schwenkbar gelagert.

**[0054]** Wie im Zusammenhang mit Fig. 1 erläutert, kann die, insbesondere wirksame, Länge der längenverstellbaren Pleuelstangen über den Öldruck in den Kurbelzapfenlagern 3c, mit dessen Hilfe Längenverstelleinrichtungen (siehe Fig. 1, 2a und 2b) in den Pleuelstangen betätigt und so erste und zweite Hydraulikkammern in den Pleuelstangen selektiv mit dem Öl beschickt werden können, reguliert werden. Der von der Drehzahl der Brennkraftmaschine abhängige Öldruck, beispielsweise zwischen 1,5 und 4,5 bar, reicht jedoch gegebenenfalls nicht aus, um die Längenverstelleinrichtungen zuverlässig betätigen zu können.

**[0055]** Daher stehen die Längenverstelleinrichtungen über die Hydraulikzuleitung 13 im vorliegenden Beispiel mit einer Pumpeinrichtung in Form einer Motorölpumpe 35, insbesondere einer

elektrisch betätigbaren Pumpe, in Strömungsverbindung, so dass die Längenverstellrichtungen über den in der Hauptölleitung 102 vorliegenden Öldruck hinaus mit einem Hydraulikmedium H beschickbar sind, das vorzugsweise mit einem gegenüber dem Öldruck in der Hauptölleitung 102 erhöhten Ausgangsdruck beaufschlagt ist. Somit können, insbesondere unabhängig von der Drehzahl der Brennkraftmaschine, auch höhere Drücke zur Betätigung der Längenverstellrichtungen, beispielsweise zwischen 4,5 und 6 bar oder mehr, erzielt werden. In den Ölzuleitungen 102a angeordnete Rückschlagventile 103 verhindern dabei den Abfluss des Hydraulikmediums über die Hauptölleitung 102 bzw. einen Druckabfall.

**[0056]** Das mit dem Ausgangsdruck beaufschlagte Hydraulikmedium H strömt durch einen Filter 39 und kann in einem Druckspeicher 40 gespeichert werden. Ein, insbesondere elektrisch ansteuerbares, 2/2-Wegeventil 41 kann im Bedarfsfall eine Strömungsverbindung zwischen der Motorölpumpe 35 bzw. dem Druckspeicher 40 und der Hydraulikzuleitung 13 herstellen bzw. unterbrechen. Ein Hydraulikrückschlagventil 42 ist dazu eingerichtet, einen Druckabfall in der Hydraulikzuleitung 13 zu verhindern, auch wenn die Motorölpumpe 35 nicht betrieben wird.

**[0057]** Bei dem Hydraulikmedium H handelt es sich vorzugsweise ebenfalls um Öl, insbesondere Motoröl, welches auf einer Eingangsseite der Motorölpumpe 35 aus einem Hydraulikmediumreservoir entnommen wird. Bei dem Hydraulikmediumreservoir kann es sich insbesondere, wie im vorliegenden Beispiel, um die Motorölwanne 38 handeln, aus der vorzugsweise auch das Öl zur Versorgung der Hauptölleitung 102 entnommen wird.

**[0058]** Die Motorölpumpe 35 ist vorzugsweise durch eine Steuerungseinrichtung 36 steuerbar, insbesondere regelbar. Die Steuerungseinrichtung 36 kann insbesondere dazu eingerichtet sein, einen Start der Brennkraftmaschine festzustellen und die Motorölpumpe 35 daraufhin zur Erzeugung eines Ausgangsdrucks zu veranlassen, durch den die erste Hydraulikkammer maximal mit dem Hydraulikmedium befüllt wird. Mit anderen Worten kann die Steuerungseinrichtung 36 dazu eingerichtet sein, die Motorölpumpe 35 in der Weise zu steuern, dass nach dem Starten der Brennkraftmaschine ein Ausgangsdruck in der Hydraulikzuleitung 13 erzeugt wird, der größer ist als der in der Hauptölleitung 102 vorliegende Öldruck, jedoch geringer als ein definierter Ansprechdruck, bei dem die Längenverstellrichtungen betätigt werden und die Pleuelstangen daraufhin von einer ersten, langen Schaltstellung in eine zweite, kurze Schaltstellung wechseln. Durch den, insbesondere gegenüber dem in der Hauptleitung 102 vorliegenden Öldruck, erhöhten Ausgangsdruck in der Hydraulikzuleitung 13 kann die erste Hydraulikkammer besonders zuverlässig und schnell befüllt bzw. die erste, lange Schaltstellung nach Inbetriebnahme der Brennkraftmaschine aufrechterhalten werden. Der erhöhte Ausgangsdruck in der Hydraulikzuleitung 13 kann insbesondere die während der Hubbewegung der Kolben auf die Pleuelstangen im Bereich des oberen Totpunkts wirkenden Massenkräfte, welche ein Auseinanderziehen der längenverstellbaren Pleuelstangen bewirken, unterstützen.

**[0059]** Das System 100 zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange 1 setzt sich vorzugsweise aus verschiedenen Elementen zusammen, welche Teil der Brennkraftmaschine und insbesondere des Ölversorgungssystems 101 sind. Das System 100 kann aber auch wenigstens teilweise oder vollständig aus Elementen bestehen, welche nur der Verstellung der wirksamen Länge gewidmet sind.

**[0060]** Zu dem System 100 gehören wenigstens eine Hydraulikzuleitung, über welche die erste Hydraulikkammer und die zweite Hydraulikkammer der Pleuelstange 1 wechselweise mit einem Hydraulikmedium befüllbar sind, eine Pumpeinrichtung, die dazu eingerichtet ist, das Hydraulikmedium in der Hydraulikzuleitung mit einem Ausgangsdruck zu beaufschlagen, und eine Steuerungseinrichtung, welche eingerichtet ist, eine Temperatur des Hydraulikmediums zu ermitteln und die Pumpeinrichtung in Abhängigkeit von der Temperatur in der Weise zu steuern, dass die Pumpeinrichtung einen definierten Ausgangsdruck erzeugt.

**[0061]** Fig. 5 zeigt ein System 100 zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel im Zusammenspiel mit einem Ölversorgungssystem 101.

**[0062]** Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 dadurch, dass die Pumpeinrichtung als eine separate Pumpe 105 bzw. Zusatzölpumpe ausgeführt ist, um den zum Umschalten der Schaltstellung notwendigen Ausgangsdruck zu erzeugen.

**[0063]** Diese Pumpeinrichtung 105 versorgt die Hydraulikzuleitung 13 alternativ oder zusätzlich zu der Ölpumpe 35 mit Hydraulikmedium, unabhängig von der Versorgung der Brennkraftmaschine mit Hydraulikmedium, und wird vorzugsweise von der Steuerungseinrichtung 36, welche insbesondere durch die Motorsteuerung ECU gebildet wird, gesteuert.

**[0064]** Vorzugsweise ist auch diese separate Pumpeinrichtung 105 mit der Hydraulikzuleitung über ein Rückschlagventil 106 fluidkommunizierend verbunden.

**[0065]** Die Pumpeinrichtung 105 und/oder die Motorölpumpe 35 oder beide kann bzw. können insbesondere bereits vor dem Start der Brennkraftmaschine B gestartet werden, beispielsweise, wenn dem Starten vorausgehende Handlungen erkannt werden, z.B. dass sich der Fahrer dem Fahrzeug nähert oder auf dem Fahrersitz Platz nimmt.

**[0066]** Fig. 6 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens 200 zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange für eine Brennkraftmaschine, wobei die Pleuelstange zumindest einen ersten Pleuelteil und einen zweiten Pleuelteil aufweist. Das erste Pleuelteil kann relativ zum zweiten Pleuelteil verschoben werden, indem eine vom ersten und zweiten Pleuelteil gebildete erste Hydraulikkammer oder eine vom ersten und zweiten Pleuelteil gebildete zweite Hydraulikkammer mit einem Hydraulikmedium befüllt werden.

**[0067]** Wenn sich die erste Hydraulikkammer maximal mit Hydraulikmedium befüllt hat, etwa durch beim Hub auf die Pleuelstange wirkende Massenkräfte, liegt die Pleuelstange dabei in einer ersten, langen Schaltstellung vor. Wenn sich dagegen die zweite Hydraulikkammer maximal mit Hydraulikmedium befüllt hat, etwa durch beim Hub auf die Pleuelstange wirkende Massenkräfte, liegt die Pleuelstange dabei in einer zweiten, kurzen Schaltstellung vor.

**[0068]** Nachfolgend werden bevorzugte Arbeitsschritte des Verfahrens 200 dargestellt:

**[0069]** In einem ersten Verfahrensschritt 201 wird ein Start der Brennkraftmaschine B von der Steuerungseinrichtung 36, etwa einem Motorsteuergerät (ECU), festgestellt. Alternativ wird festgestellt, ob die Brennkraftmaschine B in naher Zukunft gestartet werden wird. Dies kann beispielsweise erfolgen, indem ein Umfeld des Fahrzeugs oder dessen Innenraum mit Sensoren überwacht werden.

**[0070]** In einem zweiten Verfahrensschritt 202 wird daraufhin eine Pumpeinrichtung 105, welche mit der Längenverstelleinrichtung 16 über eine Hydraulikzuleitung 13 strömungsverbunden und dazu eingerichtet ist, das Hydraulikmedium in der Hydraulikzuleitung 13 mit einem Ausgangsdruck zu beaufschlagen, in Betrieb genommen, um einen Ausgangsdruck bereitzustellen zu können. Die Pumpeinrichtung 105 kann dabei insbesondere in der Weise, z.B. von der Steuerungseinrichtung 36, gesteuert werden, dass der erzeugte Ausgangsdruck in der Hydraulikleitung 13 höher ist als ein durch den Betrieb der Brennkraftmaschine B erzeugter Öldruck in einem Ölversorgungssystem der Brennkraftmaschine B.

**[0071]** In einem dritten Verfahrensschritt 203 wird die Temperatur des Öls ermittelt. Hierfür kann entweder ein gesonderter Temperatursensor vorgesehen sein, oder auf die vorhandenen Daten, beispielsweise an einer CAN-Schnittstelle, zurückgegriffen werden. In Abhängigkeit der Temperatur des Öls wird die Länge der Pleuelstange 1 in einem vierten Arbeitsschritt 204 eingestellt. Hierfür wird, falls der Ausgangsdruck durch die Ölpumpe der Brennkraftmaschine B bereitgestellt wird, die Drehzahl der Brennkraftmaschine B, insbesondere über die Leerlaufdrehzahl hinaus, erhöht, etwa indem die Steuerungseinrichtung 36 die Brennkraftmaschine B entsprechend ansteuert. Mit der Drehzahl kann der Öldruck im Ölversorgungssystem der Brennkraftmaschine eingestellt werden. Vorzugsweise kann dieser Ausgangsdruck auch unabhängig von der Ölpumpe der Brennkraftmaschine B mittels einer separaten Pumpeinrichtung 105 erzeugt werden.

**[0072]** In einem ersten Unterarbeitsschritt 204-1 des vierten Arbeitsschritts wird vorzugsweise geprüft, ob ein erster Schwellenwert der Temperatur des Hydraulikmediums überschritten wird. Ist dies nicht der Fall, so wird in einem zweiten Unterarbeitsschritt 204-2 nach dem Start der Brennkraftmaschine der Ausgangsdruck auf ein höheres Druckniveau eingestellt, so dass die zweite Hydraulikkammer 10 mit dem Hydraulikmedium H befüllt und die Pleuelstange 1 permanent in die zweite kurze Schaltstellung geschaltet wird oder ist. Dadurch kann eine maximale Befüllung der zweiten Hydraulikkammer 10 und somit eine minimale wirksame Länge der Pleuelstange 1 gewährleistet werden. Dieser Zustand wird beibehalten, bis die Prüfung ergibt, dass der definierte erste Schwellenwert überschritten wird. Dann wird in einem dritten Unterarbeitsschritt 204-3 eine vordefinierte Schaltstrategie in Bezug auf ein Verdichtungsverhältnis der Brennkraftmaschine B umgesetzt, wobei der Ausgangsdruck zwischen dem höheren Druckniveau und dem niedrigeren Druckniveau hin- und hergeschaltet wird. Auch dieser Zustand wird zunächst beibehalten.

**[0073]** Währenddessen wird vorzugsweise in einem vierten Unterarbeitsschritt 204-4 geprüft, ob ein zweiter Schwellenwert der Temperatur des Hydraulikmediums überschritten wird. Dieser zweite Schwellenwert weist einen geringeren Temperaturwert auf als der erste Schwellenwert. Dadurch wird ein Hystereseverhalten bei der Steuerung der Pleuellänge umgesetzt. Entsprechend wird bei einem erneuten Unterschreiten des definierten ersten Schwellenwerts der Ausgangsdruck so beibehalten, dass weiterhin die vordefinierte Schaltstrategie in Bezug auf ein Verdichtungsverhältnis der Brennkraftmaschine umgesetzt wird (Unterarbeitsschritt 204-5). Bei Überschreiten des zweiten Schwellenwerts wird unterdessen die vordefinierte Schaltstrategie fortgesetzt.

**[0074]** Bei einem Unterschreiten des definierten zweiten Schwellenwerts wird der Ausgangsdruck in einem sechsten Arbeitsschritt 204-6 schließlich wieder auf das höhere Niveau gesetzt, entsprechend der Kaltstartphase nach dem Start. Die zweite Hydraulikkammer wird entsprechend mit dem Hydraulikmedium befüllt und die Pleuelstange 1 wiederum permanent in die zweite kurze Schaltstellung geschaltet.

**[0075]** Es wird darauf hingewiesen, dass es sich bei den beschriebenen Ausführungsbeispielen lediglich um Beispiele handelt, die den Schutzbereich, die Anwendung und den Aufbau in keiner Weise einschränken sollen. Vielmehr wird dem Fachmann durch die vorausgehende Beschreibung ein Leitfaden für die Umsetzung mindestens eines Ausführungsbeispiels gegeben, wobei diverse Änderungen, insbesondere im Hinblick auf die Funktion und Anordnung der beschriebenen Bestandteile vorgenommen werden können ohne den Schutzbereich zu verlassen, wie er sich aus den Ansprüchen und diesen äquivalenten Merkmalskombinationen ergibt.

## BEZUGSZEICHENLISTE

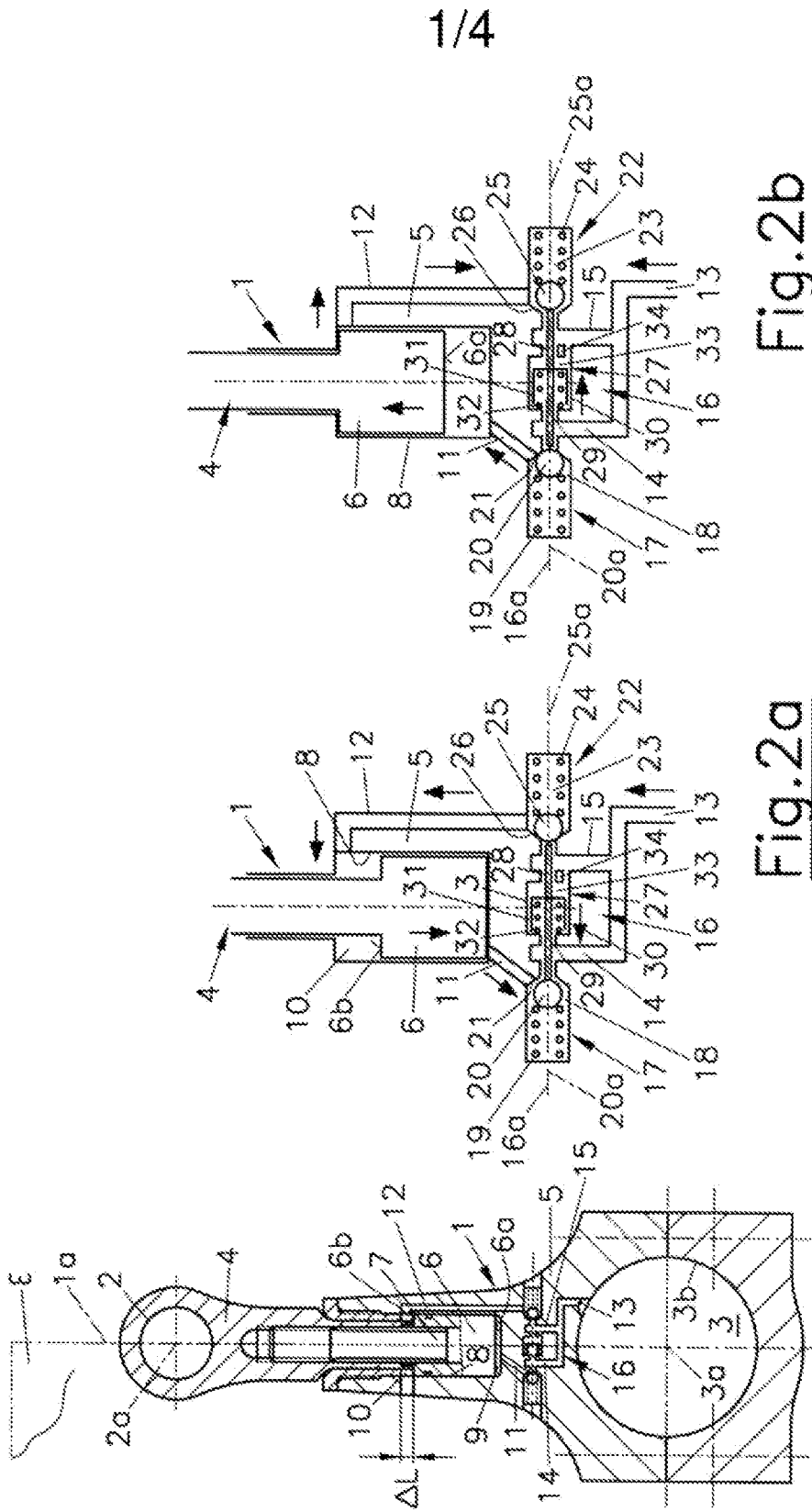
- 1            längenverstellbare Pleuelstange
- 1a          Längsachse der Pleuelstange
- 2            kleines Pleuelauge
- 2a          Drehsymmetrieachse des kleinen Pleuelauges
- 3            großes Pleuelauge
- 3a          Drehsymmetrieachse des großen Pleuelauges
- 3b          Pleuellager
- 3c          Kurbelzapfenlager
- 4            erster Pleuelteil
- 5            zweiter Pleuelteil
- 6            Kolbenelement
- 6a, 6b     erste, zweite Stirnseite
- 7            Befestigungsschraube
- 8            Führungszylinder
- 9            erste Hydraulikkammer
- 10          zweite Hydraulikkammer
- 11          erster Ölkanal
- 12          zweiter Ölkanal
- 13          Hydraulikzuleitung
- 14, 15     Verbindungskanäle
- 16          Längenverstelleinrichtung
- 17          erstes Ventil
- 18          erster Ventilraum
- 19          erste Ventulfeder
- 20          erster Ventilkörper
- 21          erster Ventilsitz
- 22          zweites Ventil
- 23          zweiter Ventilraum
- 24          zweite Ventulfeder
- 25          zweite Ventilkörper
- 26          zweiter Ventilsitz

27	Verbindungseinrichtung
28	Verbindungselement
29	Verbindungsstange
30	Steuerzylinder
31	Steuerkolben
32	Rückstellfeder
33	Steuerraum
34	Steuerleitung
35	Ölpumpe
36	Steuerungseinrichtung
38	Motorölwanne
39	Filter
40	Druckspeicher
41	2/2 Wegeventil
42	Hydraulikrückschlagventil
50	Kurbelwelle
100	System
101	Ölversorgungssystem
102	Hauptölleitung
102a	Ölzuleitung
103	Rückschlagventil
104	Zuleitungskanäle
105	Pumpeinrichtung
106	Hydraulikrückschlagventil
B	Brennkraftmaschine
K	Kurbelwellenlager
H	Hydraulikmedium
$\varepsilon$	Längsmittlebene
$\Delta L$	Verstellbereich

## Patentansprüche

1. Verfahren (200) zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange (1) für eine Brennkraftmaschine, insbesondere Hubkolbenmaschine, wobei die Pleuelstange (1) zumindest einen ersten Pleuelteil (4) und einen zweiten Pleuelteil (5) aufweist und die beiden Pleuelteile (4, 5) in Richtung einer Längsachse (1a) der Pleuelteile (4, 5), insbesondere teleskopartig, zu- und/oder ineinander verschiebbar sind und die beiden Pleuelteile (4, 5) eine erste Hydraulikkammer (9), die in einer ersten Schaltstellung der Pleuelstange (1) mit einem Hydraulikmedium (H) befüllt ist, und eine zweite Hydraulikkammer (10), die in einer zweiten Schaltstellung mit dem Hydraulikmedium (H) befüllt ist, bilden, wobei die Pleuelstange (1) in Abhängigkeit des Niveaus eines Ausgangsdrucks des Hydraulikmediums (H) die erste lange Schaltstellung oder die zweite kurze Schaltstellung einnimmt und das Verfahren die folgenden Arbeitsschritte aufweist:
  - Prüfen (201), ob die Brennkraftmaschine gestartet ist oder gestartet werden wird;
  - Aktivieren (202) einer Pumpeinrichtung (35; 105), welche den Ausgangsdruck bereitstellt, wenn die Brennkraftmaschine gestartet ist oder gestartet werden wird;
  - Ermitteln (203) einer Temperatur des Hydraulikmediums (H); und
  - Erzeugen (204) eines definierten Werts des Ausgangsdrucks in Abhängigkeit der Temperatur des Hydraulikmediums (H),wobei  
das Erzeugen des definierten Ausgangsdrucks die folgenden Unterarbeitsschritte aufweist:
  - Prüfen (204-1), ob ein erster Schwellenwert der Temperatur des Hydraulikmediums überschritten wird;
  - Erzeugen (204-2), solange die Temperatur des Hydraulikmediums (H) nach einem Start der Brennkraftmaschine in einem Bereich unterhalb eines definierten ersten Schwellenwerts liegt, des Ausgangsdrucks in der Weise, dass die zweite Hydraulikkammer (10) mit dem Hydraulikmedium (H) befüllt und die Pleuelstange (1) permanent in die zweite kurze Schaltstellung geschaltet wird oder ist; und
  - Erzeugen (204-3), bei Überschreiten des definierten ersten Schwellenwerts, des Ausgangsdrucks in der Weise, dass eine vordefinierte Schaltstrategie in Bezug auf ein Verdichtungsverhältnis der Brennkraftmaschine umgesetzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Erzeugen des definierten Ausgangsdrucks des Weiteren die folgenden Unterarbeitsschritte aufweist:
  - Prüfen (204-4), ob ein zweiter Schwellenwert der Temperatur des Hydraulikmediums, welcher tiefer als der erste Schwellenwert liegt, überschritten wird;
  - Erzeugen (204-5), bei einem erneuten Unterschreiten des definierten ersten Schwellenwerts, des Ausgangsdrucks in der Weise, dass die vordefinierte Schaltstrategie in Bezug auf ein Verdichtungsverhältnis der Brennkraftmaschine weiterhin umgesetzt wird; und
  - Erzeugen (204-6), bei einem Unterschreiten des definierten zweiten Schwellenwerts des Ausgangsdrucks in der Weise, dass die zweite Hydraulikkammer (10) mit dem Hydraulikmedium (H) befüllt und die Pleuelstange (1) permanent in die zweite kurze Schaltstellung geschaltet wird.

**Hierzu 4 Blatt Zeichnungen**



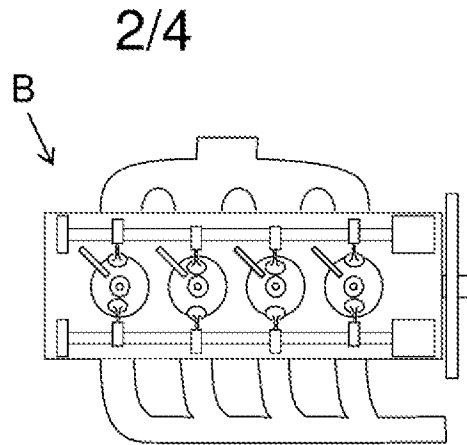


Fig. 3

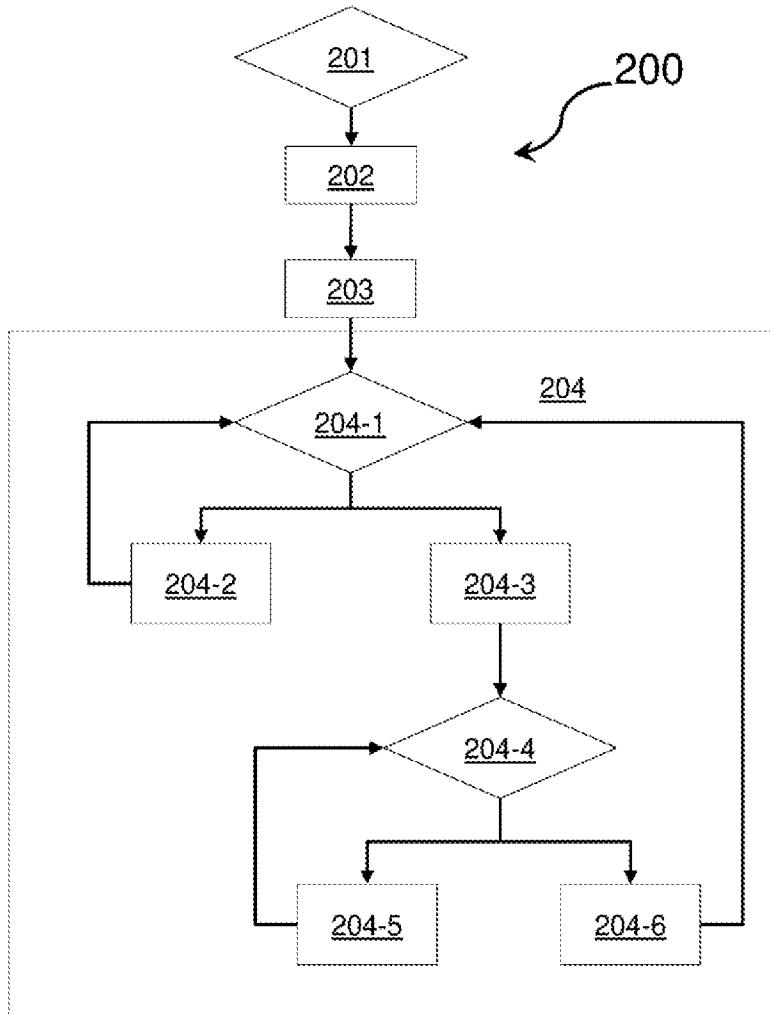


Fig. 6

3/4

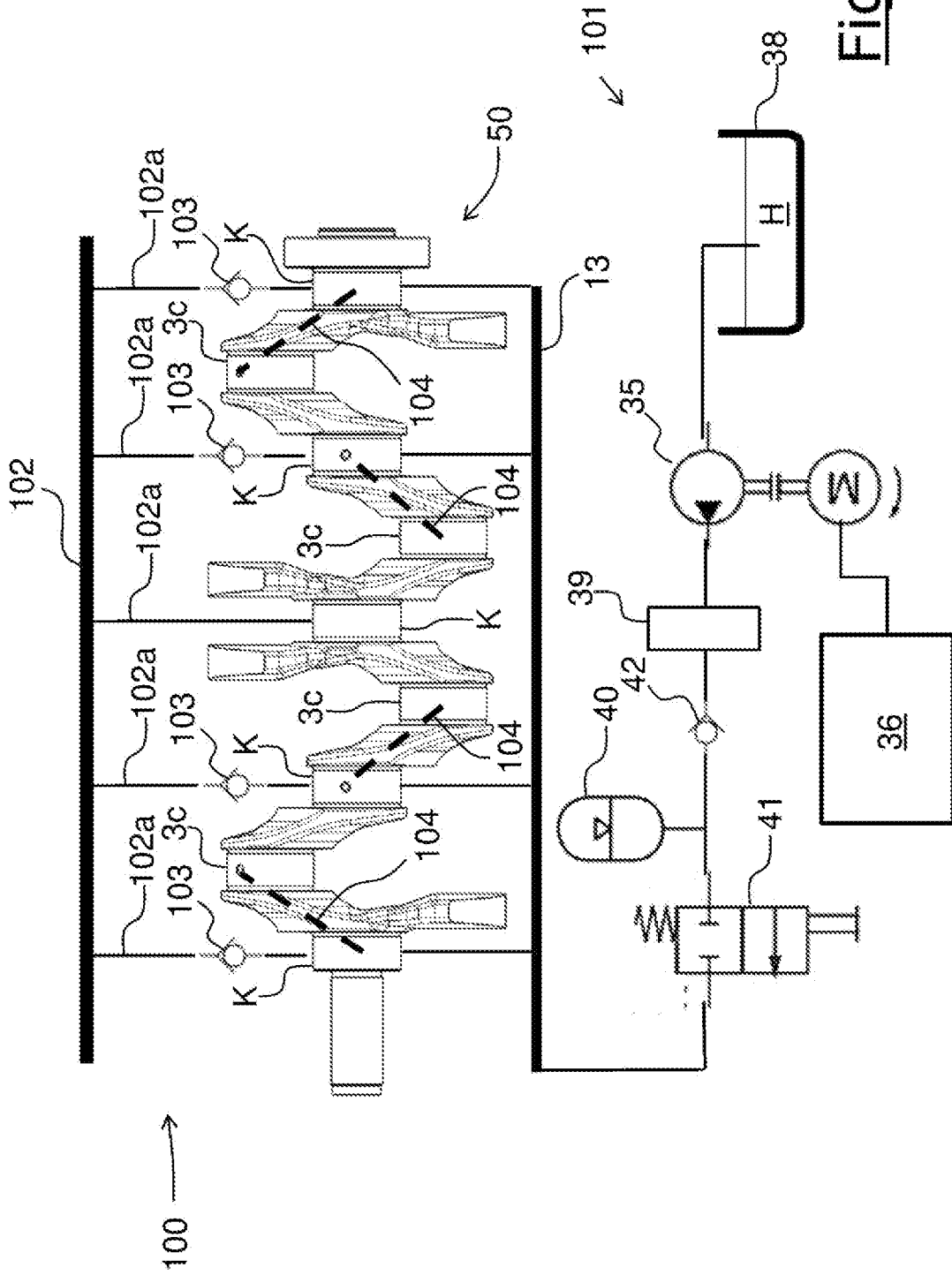


Fig. 4

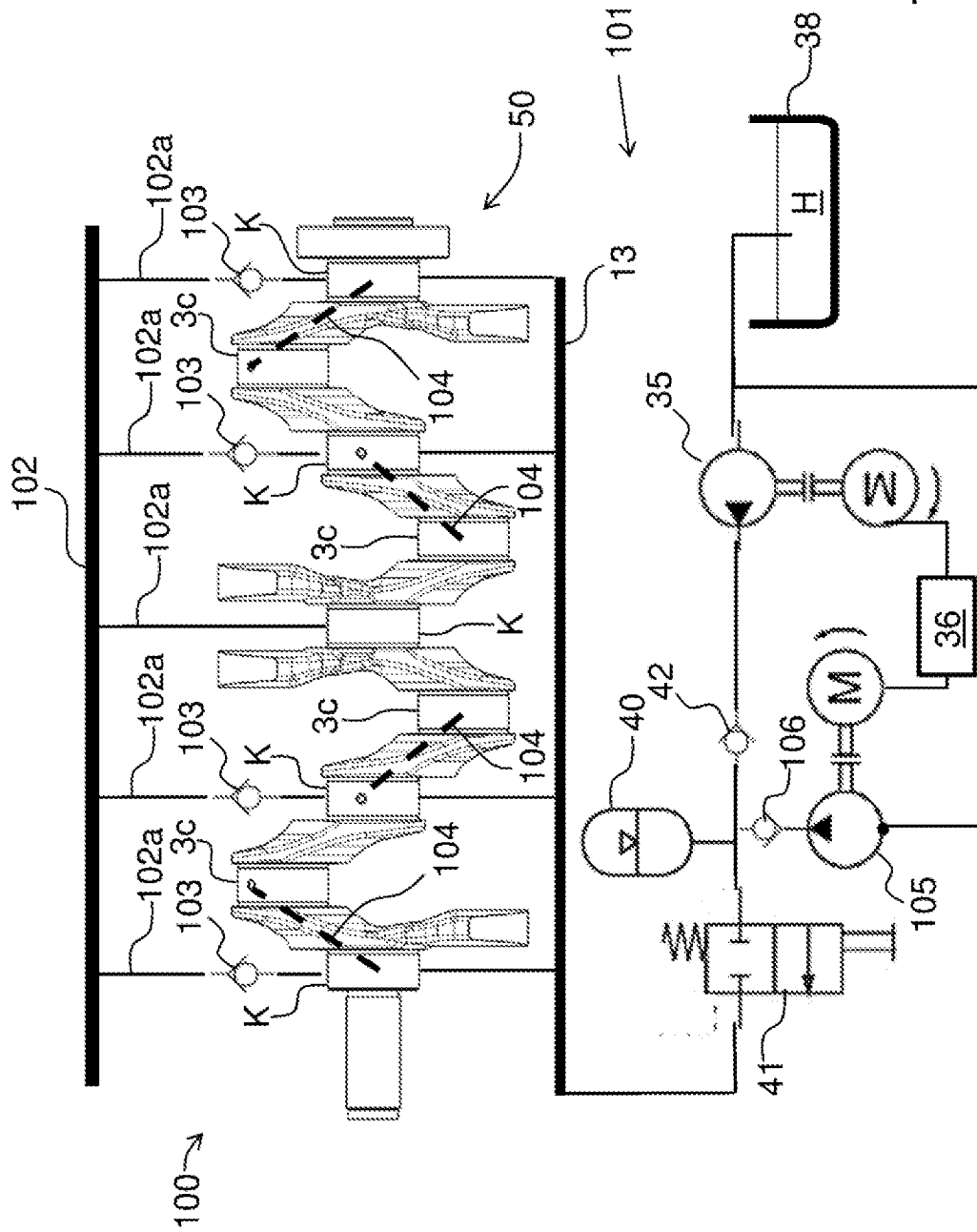


Fig. 5