

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50954/2018
(22) Anmeldetag: 07.11.2018
(45) Veröffentlicht am: 15.02.2020

(51) Int. Cl.: **F16C 7/06** (2006.01)
F02B 75/04 (2006.01)
F02D 15/02 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
KR 20080051224 A
WO 2015173391 A1
WO 2015055582 A2
AT 511803 A4

(73) Patentinhaber:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)
(72) Erfinder:
Unzeitig Wolfgang Dr.
8041 Graz (AT)
Rath Martin Dipl.Ing.
8045 Graz (AT)
St John Robert
8020 Graz (AT)

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

(54) System und Verfahren zum Einstellen einer wirksamen Länge einer Pleuelstange sowie Brennkraftmaschine

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein ein Verfahren zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange (1) für eine Brennkraftmaschine, insbesondere Hubkolbenmaschine, sowie eine Brennkraftmaschine mit einer solchen längenverstellbaren Pleuelstange (1). Die Pleuelstange (1) weist einen ersten Pleuelteil (4) und einen zweiten Pleuelteil (5) auf, wobei die beiden Pleuelteile (4, 5) mittels einer Längenverstelleinrichtung (16) in Richtung einer Längsachse (1a) der Pleuelteile (4, 5) zu- und/ oder ineinander verschiebbar sind. Der erste Pleuelteil (4) und der zweite Pleuelteil (5) bilden eine erste Hydraulikkammer (9), die in einer ersten Schaltstellung der Pleuelstange (1) mit einem Hydraulikmedium befüllt ist, und eine zweite Hydraulikkammer (10), die in einer zweiten Schaltstellung mit dem Hydraulikmedium befüllt ist. Dabei ist die Längenverstelleinrichtung (16) über wenigstens eine Hydraulikzuleitung (13) mit einem Hydraulikmedium beschickbar. Eine Pumpe (35) ist dazu eingerichtet, das Hydraulikmedium in der Hydraulikzuleitung (13) mit einem Ausgangsdruck zum Verschieben der beiden Pleuelteile (4, 5) zu- und/oder ineinander zu beaufschlagen. Zudem wird

mittels einer Steuerungseinrichtung (36) ein Starten der Brennkraftmaschine festgestellt und die Pumpe (35) daraufhin zur Erzeugung eines Ausgangsdrucks veranlasst, bei dem die erste Hydraulikkammer (9) mit dem Hydraulikmedium befüllt wird.

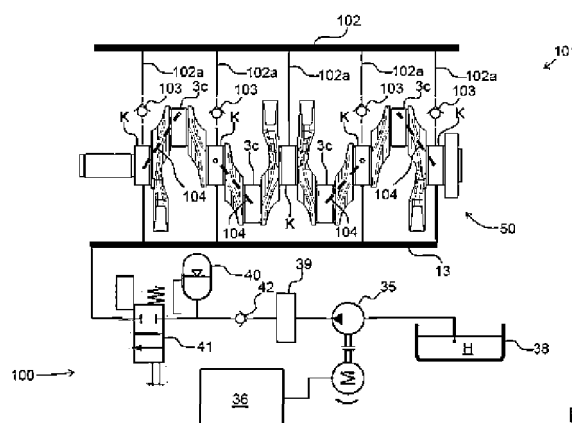


Fig. 3

Beschreibung

VERFAHREN ZUM EINSTELLEN EINER WIRKSAMEN LÄNGE EINER PLEUELSTANGE SOWIE BRENNKRAFTMASCHINE

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange für eine Brennkraftmaschine, insbesondere Hubkolbenmaschine, sowie eine Brennkraftmaschine mit einer längenverstellbaren Pleuelstange und einem solchen System.

[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. Vergleichbare Lösungen zeigen auch KR 20080051224 A und WO 2015/055 582 A2. Im Dokument WO 2015/173 391 A1 ist eine längenverstellbare Pleuelstange beschrieben, bei der ein an einem Pleuel angeordneter Verdichtungskolben mittels eines Exzenters und eines Verstellgestänges exzentrisch verstellbar ist.

[0004] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, den Startvorgang einer Brennkraftmaschine zu verbessern, insbesondere bezüglich des Kraftstoffverbrauchs zu optimieren.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange für eine Brennkraftmaschine, insbesondere Hubkolbenmaschine, sowie eine Brennkraftmaschine mit einer längenverstellbaren Pleuelstange und einer Steuerungseinrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

[0006] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft 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 mittels einer, insbesondere hydraulisch betätigbaren, Längenverstelleinrichtung in Richtung einer Längsachse der Pleuelteile, insbesondere teleskopartig, zu- und/oder ineinander verschiebbar sind. Der zweite Pleuelteil, welcher insbesondere ein großes Pleuelauge zur Verbindung mit einer Kurbelwelle aufweist, und der erste Pleuelteil, welcher insbesondere ein kleines Pleuelauge zur Verbindung mit einem Kolben aufweist, bilden vorzugsweise eine erste Hydraulikkammer, die in einer ersten, insbesondere langen, Schaltstellung der Pleuelstange, vorzugsweise maximal (also vollständig), mit einem Hydraulikmedium befüllt ist, und eine zweite Hydraulikkammer, die in einer zweiten, insbesondere kurzen, Schaltstellung der Pleuelstange, vorzugsweise maximal (also vollständig), mit dem Hydraulikmedium befüllt ist. Dabei ist die Längenverstelleinrichtung in bevorzugter Weise über wenigstens eine Hydraulikzuleitung mit einem Hydraulikmedium beschickbar.

[0007] Das Verfahren weist in bevorzugter Weise die folgenden Arbeitsschritte auf: (i) Feststellen eines Starts der Brennkraftmaschine; und (ii) Veranlassen einer Pumpe, die die dazu eingerichtet ist, das Hydraulikmedium in einer Hydraulikzuleitung, über welche die Längenverstelleinrichtung mit dem Hydraulikmedium beschickbar ist, mit einem Ausgangsdruck zum Verschieben der beiden Pleuelteile zu- und/oder ineinander zu beaufschlagen, zur Erzeugung eines Ausgangsdrucks, durch den die erste Hydraulikkammer mit dem Hydraulikmedium befüllt wird, insbesondere bis zu einem maximalen Füllstand.

[0008] Insbesondere können die erste Hydraulikkammer und die zweite Hydraulikkammer vorzugsweise selektiv mit dem Hydraulikmedium beschickbar sein. Zudem ist eine Pumpe in bevorzugter Weise dazu eingerichtet, das Hydraulikmedium in der Hydraulikzuleitung, insbesondere selektiv, mit einem Ausgangsdruck zum Verschieben der beiden Pleuelteile zu- und/oder ineinander, insbesondere zum Überführen der Pleuelstange von der ersten Schaltstellung in die zweite Schaltstellung und andersherum und/oder zum Aufrechterhalten der zweiten Schaltstellung, zu beaufschlagen. Zudem ist eine Steuerungseinrichtung vorzugsweise dazu eingerichtet, das Starten der Brennkraftmaschine festzustellen und die Pumpe daraufhin zur Erzeugung eines Ausgangsdrucks zu veranlassen, bei dem die erste Hydraulikkammer mit dem Hydraulikmedium befüllt wird, insbesondere bis zu einem maximalen Füllstand.

[0009] Da die Hydraulikkammern aufgrund der beiden zu- oder ineinander verschiebbaren Pleuelteile variable Volumina aufweisen, ist eine maximalen 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.

[0010] 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 Pleuelstange.

[0011] Bei einer Längsachse der Pleuelteile im Sinne der Erfindung handelt es sich insbesondere um eine Längsachse der längenverstellbaren Pleuelstange.

[0012] Eine Pumpe im Sinne der Erfindung kann 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 Pleuelwellenlager und/oder Pleuelzapfenlager einer Pleuelstange der Brennkraftmaschine mit Öl versorgt werden, kann ihrerseits über eine Motorölpumpe mit einem Motorölreservoir, beispielsweise einer Motorölwanne, verbunden sein.

[0013] Die Erfindung basiert insbesondere auf dem Ansatz, durch das Betreiben einer Pumpe nach dem Starten einer Brennkraftmaschine ein Hydraulikmedium mit einem Ausgangsdruck zu beaufschlagen, durch den eine Längenverstelleinrichtung einer längenverstellbaren Pleuelstange derart betätigt wird, dass sich eine maximale wirksame Länge der Pleuelstange einstellt. Der Ausgangsdruck kann beispielsweise durch eine entsprechende Ansteuerung der Pumpe 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 eine erste, lange Schaltstellung der Pleuelstange erzielt, insbesondere aufrechterhalten, werden kann. Die Pumpe wird dabei vorzugsweise von einer Steuerungseinrichtung (an)gesteuert, wobei die Steuerungseinrichtung beispielsweise als Motorsteuergerät (ECU) ausgebildet sein kann.

[0014] Dies ermöglicht es, die Brennkraftmaschine beim Starten zuverlässig mit einem hohen Verdichtungsverhältnis zu betreiben. Insbesondere kann die längenverstellbare Pleuelstange beim Starten der Brennkraftmaschine zumindest innerhalb kurzer Zeit wieder in die erste Schaltstellung gebracht werden, auch wenn beispielsweise während dem Stillstand der Brennkraftmaschine ein Teil des Hydraulikmediums durch Leckage aus der ersten Hydraulikkammer ausgetreten ist.

[0015] Insgesamt erlaubt die Erfindung eine Verbesserung des Startvorgangs einer Brenn-

kraftmaschine, insbesondere eine Optimierung bezüglich des Kraftstoffverbrauchs.

[0016] Es kann eine Drehzahl, insbesondere eine Leerlaufdrehzahl, der Brennkraftmaschine bei der Steuerung der Pumpe berücksichtigt werden. Beispielsweise kann die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet sein, die Pumpe in der Weise zu steuern, dass der Ausgangsdruck an die Drehzahl, insbesondere die Leerlaufdrehzahl, der Brennkraftmaschine angepasst wird. Dies ist besonders vorteilhaft, da der von der Pumpe erzeugte Ausgangsdruck im Allgemeinen auch von der Drehzahl der Brennkraftmaschine abhängig sein kann und somit der Ausgangsdruck besonders präzise, etwa zum Verändern der wirksamen Länge der Pleuelstange oder zum Aufrechterhalten einer eingestellten wirksamen Länge der Pleuelstange, eingestellt, insbesondere angepasst, werden kann.

[0017] Das System kann zu diesem Zweck etwa eine Drehzahlermittlungseinrichtung zur Ermittlung der Drehzahl der Brennkraftmaschine aufweisen. Beispielsweise kann die Steuerungseinrichtung eine Schnittstelle aufweisen, über welche die Drehzahl der Brennkraftmaschine bereitgestellt werden kann. Alternativ kann ein Wert für die Leerlaufdrehzahl aber auch aus einem Speicher geladen werden.

[0018] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird die Erzeugung eines Ausgangsdrucks durch die Pumpe mittels einer Steuerungseinrichtung veranlasst, wobei die Steuerungseinrichtung bei Feststellen des Starts der Brennkraftmaschine die Drehzahl der Brennkraftmaschine, insbesondere über eine Leerlaufdrehzahl, erhöht. Vorzugsweise ist die Steuerungseinrichtung dabei dazu eingerichtet, die Drehzahl für eine vorgegebene Zeitdauer, insbesondere bis die längenverstellbare Pleuelstange ihre maximale wirksame Länge erreicht hat bzw. die erste Hydraulikkammer maximal befüllt ist, zu erhöhen. Aufgrund der erhöhten Drehzahl können beispielsweise höhere Massenkräfte auf die Pleuelstange wirken, die das Schalten in die erste Schaltstellung vereinfachen, insbesondere ein besonders sauberes und/oder beschleunigtes Schalten ermöglichen.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird die Erzeugung eines Ausgangsdrucks durch die Pumpe mittels einer Steuerungseinrichtung (36) veranlasst und die Steuerungseinrichtung steuert die Pumpe in der Weise, dass der Ausgangsdruck einen vorgegebenen Druckschwellenwert nicht erreicht oder überschreitet. Dabei ist der Druckschwellenwert vorzugsweise durch einen definierten Ansprechdruck vorgegebenen, bei dessen Erreichen die Längenverstelleinrichtung zum Umschalten aus einem ersten Schaltzustand, in dem sich die erste Hydraulikkammer mit dem Hydraulikmedium füllt, etwa durch ein Auseinanderziehen der Pleuelstange durch die beim Hub eines Kolbens auf die Pleuelstange wirkende Massenkraft, in einen zweiten Schaltzustand, in dem sich die zweite Hydraulikkammer mit dem Hydraulikmedium füllt, etwa durch ein Zusammendrücken der Pleuelstange durch die beim Hub eines Kolbens auf die Pleuelstange wirkende Massenkraft, veranlasst wird. Dadurch kann ein ungewolltes Umschalten zuverlässig vermieden werden.

[0020] Insbesondere kann die Steuerungseinrichtung dabei dazu eingerichtet sein, die Pumpe, vorzugsweise unter Berücksichtigung der Drehzahl der Brennkraftmaschine, in der Weise zu steuern, dass ein möglichst hoher Ausgangsdruck unterhalb des vorgegebenen Druckschwellenwerts erzeugt wird. Beispielsweise kann ein Ausgangsdruck erzeugt werden, der wenigstens 85 % des vorgegebenen Druckschwellenwerts, vorzugsweise wenigstens 90 % des vorgegebenen Druckschwellenwerts, insbesondere wenigstens 95 % des vorgegebenen Druckschwellenwerts, beträgt. Dadurch kann das Auffüllen der ersten Hydraulikkammer nach dem Starten der Brennkraftmaschine beschleunigt werden.

[0021] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine, insbesondere Hubkolbenmaschine, mit einer längenverstellbaren Pleuelstange, die zumindest einen ersten Pleuelteil und einen zweiten Pleuelteil aufweist, wobei die beiden Pleuelteile mittels einer Längenverstelleinrichtung in Richtung einer Längsachse der Pleuelstange, insbesondere teleskopartig, zu- und/oder ineinander verschiebbar sind, und einer Steuereinrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach dem ersten Aspekt der Erfindung.

[0022] Die in Bezug auf den ersten Aspekt der Erfindung und dessen vorteilhafte Ausgestaltung beschriebenen Merkmale und Vorteile gelten, zumindest wo technisch sinnvoll, auch für den zweiten und dritten Aspekt der Erfindung und dessen vorteilhafte Ausgestaltung sowie umgekehrt.

[0023] Die Erfindung wird im Folgenden an Hand von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen, die in den Figuren dargestellt sind, näher erläutert. Darin zeigen wenigstens teilweise schematisch:

[0024] Fig. 1 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer längenverstellbaren Pleuelstange in einem Längsschnitt;

[0025] Fig. 2a ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Längenverstelleinrichtung für eine längenverstellbare Pleuelstange in einer ersten Schaltstellung;

[0026] Fig. 2b die Längenverstelleinrichtung aus Fig. 2a in einer zweiten Schaltstellung;

[0027] Fig. 3 ein in einem Ölversorgungssystem einer Brennkraftmaschine integriertes erfindungsgemäßes System gemäß einer bevorzugten Ausführung; und

[0028] Fig. 4 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0029] Figur 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 Längsmittlebene - die Schwingebene - der Pleuelstange 1 ist mit ϵ bezeichnet.

[0030] 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 ΔL in Richtung der Längsachse 1a der Pleuelstange 1 verstellbar. Im oberen ersten Pleuelteil 4 ist ein im Wesentlichen zylindrisches Kolbenelement 6 beispielsweise mit einer durch eine Innensechskantschraube gebildeten Befestigungsschraube 7 befestigt.

[0031] Das Kolbenelement 6 ist in einem Führungszylinder 8 des unteren zweiten Pleuelteils 5 der Pleuelstange 1 axial verschiebbar geführt, wobei zwischen einer dem großen Pleuelauge 3 zugewandten ersten Stirnfläche 6a des Kolbenelementes 6 und dem zweiten Pleuelteil 5 in zumindest einer Lage der beiden Pleuelteile 4, 5 eine erste Hydraulikkammer 9 aufgespannt wird. Das als Stufenkolben ausgebildete Kolbenelement 6 weist eine dem kleinen Pleuelauge 2 zugewandte 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.

[0032] Die erste und zweite Stirnfläche 6a, 6b bilden Druckangriffsflächen für ein in die Hydraulikkammern 9, 10 geleitetes und unter Druck stehendes Hydraulikmedium, beispielsweise Motoröl.

[0033] In die erste Hydraulikkammer 9 mündet ein erster Ölkanal 11 und in die zweite Hydraulikkammer 10 ein zweiter Ölkanal 12 ein.

[0034] Die Ölversorgung des ersten und zweiten Ölkanals 11, 12 erfolgt über die Hydraulikzu-

leitung 13, welche vom Pleuellager 3b des großen Pleuelauges 3 ausgeht und somit mit dem nicht weiter dargestellten Kurbelzapfenlager strömungsverbunden ist, sowie über mit der Hydraulikzuleitung 13 verbundene Verbindungskanäle 14, 15.

[0035] Zur Steuerung der Drücke in der ersten und zweiten Hydraulikkammer 9, 10 ist eine Längenverstelleinrichtung 16 in der Pleuelstange 1, und zwar im unteren zweiten Pleuelteil 5, vorgesehen, welche im Strömungsweg zwischen dem ersten Verbindungskanal 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 Längsmittelebene ε 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 Verbindungskanal 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 Figur 2a gezeigten ersten Verschiebestellung des Verbindungselementes 28 vom zweiten Ventilkörper 25 und in einer in Figur 2b gezeigten zweiten Verschiebestellung vom ersten Ventilkörper 20 beabstandet.

[0036] Die ersten und zweiten Ventilkörper 20, 25 der ersten und zweiten Ventile 17, 22 werden bevorzugt durch Kugeln gebildet.

[0037] 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.

[0038] 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 Figur 2b dargestellten zweiten 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.

[0039] 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 Figuren 1, 2a und 2b betrachtet - und damit das kleine Auge nach oben zieht. Dabei wird Öl über das eigentlich geschlossene erste Ventil 21 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 Figur 2b dargestellt.

[0040] 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.

[0041] 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 Ventilsitz 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 Figur 2a angedeutet. In dieser Position ist die Pleuelstange 1 kürzer.

[0042] Wenn der Öldruck im Ölsystem wieder gesenkt wird, expandiert die Rückstellfeder 32 des Steuerkolbens 31 (Figur 2b) und der Steuerkolben 31 rückt - wie in Figur 2b betrachtet - 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.

[0043] Figur 3 zeigt ein System 100 im Zusammenspiel mit einem Ölversorgungssystem 101. 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 Figur 1) mittels eines großen Pleuelauges schwenkbar gelagert.

[0044] Wie im Zusammenhang mit Figur 1 ausführlich erläutert, kann die, insbesondere wirksame, Länge der längenverstellbaren Pleuelstangen über den Öldruck in den Kurbelzapfenlagern 3c, mit dessen Hilfe Längenverstelleinrichtungen (siehe Figuren 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.

[0045] Daher stehen die Längenverstelleinrichtungen über die Hydraulikzuleitung 13 im vorliegenden Beispiel mit einer Pumpe 35, insbesondere einer elektrisch betätigbaren Pumpe, in Strömungsverbindung, so dass die Längenverstelleinrichtungen 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 Längenverstelleinrichtungen, 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.

[0046] 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 Pumpe 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 Pumpe 35 nicht betrieben wird.

[0047] Bei dem Hydraulikmedium H handelt es sich vorzugsweise ebenfalls um Öl, insbesonde-

re Motoröl, welches auf einer Eingangsseite der Pumpe 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.

[0048] Die Pumpe 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 Pumpe 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 Pumpe 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 Längenverstelleinrichtungen 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 Pleuelstangen im Bereich des oberen Totpunkts wirkenden Massenkräfte, welche ein Auseinanderziehen der längenverstellbaren Pleuelstangen bewirken, unterstützen.

[0049] Figur 4 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens 110 zum Einstellen einer wirksamen Länge einer längenverstellbaren Pleuelstange für eine Brennkraftmaschine, wobei die Pleuelstange zumindest einen ersten Pleuelteil, einen zweiten Pleuelteil und eine Längenverstelleinrichtung zum Verschieben des ersten Pleuelteils relativ zum zweiten Pleuelteil aufweist, indem in einem ersten Schaltzustand der Längenverstelleinrichtung eine vom ersten und zweiten Pleuelteil gebildete erste Hydraulikkammer mit einem Hydraulikmedium befüllbar ist und in einem zweiten Schaltzustand der Längenverstelleinrichtung eine vom ersten und zweiten Pleuelteil gebildete zweite Hydraulikkammer mit einem Hydraulikmedium befüllbar ist. 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.

[0050] In einem Verfahrensschritt S1 wird ein Start der Brennkraftmaschine von einer Steuerungseinrichtung, etwa einem Motorsteuergerät (ECU), festgestellt. In einem weiteren Verfahrensschritt S2 wird daraufhin eine Pumpe, welche mit der Längenverstelleinrichtung über eine Hydraulikzuleitung strömungsverbunden und dazu eingerichtet ist, das Hydraulikmedium in der Hydraulikzuleitung mit einem Ausgangsdruck zu beaufschlagen, in Betrieb genommen. Die Pumpe kann dabei insbesondere in der Weise, z.B. von der Steuerungseinrichtung, gesteuert werden, dass der erzeugte Ausgangsdruck in der Hydraulikleitung höher ist als ein durch den Betrieb der Brennkraftmaschine erzeugter Öldruck in einem Ölversorgungssystem der Brennkraftmaschine. Dadurch kann eine maximale Befüllung der ersten Hydraulikkammer und somit eine maximale wirksame Länge Pleuelstange unterstützt, insbesondere erreicht, werden.

[0051] In einem weiteren Verfahrensschritt S3, der insbesondere zeitgleich mit dem Verfahrensschritt S2 ausgeführt werden kann, wird vorzugsweise die Drehzahl der Brennkraftmaschine, insbesondere über die Leerlaufdrehzahl hinaus, erhöht, etwa indem die Steuerungseinrichtung die Brennkraftmaschine entsprechend ansteuert. Mit der Drehzahl erhöht sich auch der Öldruck im Ölversorgungssystem der Brennkraftmaschine. Entsprechend kann die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet sein, den von der Pumpe erzeugten Ausgangsdruck durch eine entsprechende Steuerung der Pumpe, etwa durch Drosselung der Pumpe, zu regulieren, damit der auf die Längenverstelleinrichtung wirkende Ausgangsdruck einen definierten Ansprechdruck, bei welchem die Längenverstelleinrichtung betätigt und die Pleuelstange aus der ersten

Schaltstellung in die zweite Schaltstellung überführt wird, nicht erreicht oder überschreitet. Das Steuern der Pumpe in Abhängigkeit der, gegebenenfalls eingestellten, Drehzahl der Brennkraftmaschine durch die Steuerungseinrichtung ist durch den gestrichelten Pfeil angedeutet.

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	Führungszyylinder
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 Ventalfeder
20	erster Ventilkörper
21	erster Ventilsitz
22	zweites Ventil
23	zweiter Ventilraum
24	zweite Ventalfeder
25	zweite Ventilkörper
26	zweiter Ventilsitz
27	Verbindungseinrichtung
28	Verbindungselement
29	Verbindungsstange
30	Steuerzylinder

31	Steuerkolben
32	Rückstellfeder
33	Steuerraum
34	Steuerleitung
35	Druckregulierungseinrichtung
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
110	Verfahren
S1-S3	Verfahrensschritte
K	Kurbelwellenlager
H	Hydraulikmedium
ϵ	Längsmittlebene
ΔL	Verstellbereich

Patentansprüche

1. Verfahren (110) 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) mittels einer Längenverstelleinrichtung (16) 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, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren die folgenden Arbeitsschritte aufweist:
 - Feststellen (S1) eines Starts der Brennkraftmaschine; und
 - Veranlassen (S2) einer Pumpe (35), die die dazu eingerichtet ist, das Hydraulikmedium (H) in einer Hydraulikzuleitung (13), über welche die Längenverstelleinrichtung (13) mit dem Hydraulikmedium (H) beschickbar ist, mit einem Ausgangsdruck zum Verschieben der beiden Pleuelteile (4, 5) zu- und/oder ineinander zu beaufschlagen, zur Erzeugung eines Ausgangsdrucks, bei dem die erste Hydraulikkammer (9) mit dem Hydraulikmedium (H) befüllt wird, insbesondere bis zu einem maximalen Füllstand.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Erzeugung eines Ausgangsdrucks durch die Pumpe (35) mittels einer Steuerungseinrichtung (36) veranlasst wird, wobei die Steuerungseinrichtung (36) bei Feststellen des Starts der Brennkraftmaschine die Drehzahl der Brennkraftmaschine, insbesondere über eine Leerlaufdrehzahl, erhöht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Erzeugung eines Ausgangsdrucks durch die Pumpe (35) mittels einer Steuerungseinrichtung (36) veranlasst wird und die Steuerungseinrichtung (36) die Pumpe in der Weise steuert, dass der Ausgangsdruck einen vorgegebenen Druckschwellenwert nicht erreicht oder überschreitet.
4. Brennkraftmaschine, insbesondere Hubkolbenmaschine, mit einer längenverstellbaren Pleuelstange (1), die zumindest einen ersten Pleuelteil (4) und einen zweiten Pleuelteil (5) aufweist, wobei die beiden Pleuelteile (4, 5) mittels einer Längenverstelleinrichtung (16) in Richtung einer Längsachse (1a) der Pleuelstange (1), insbesondere teleskopartig, zu- und/oder ineinander verschiebbar sind, und einer Steuerungseinrichtung (36) die dazu eingerichtet ist, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 durchzuführen.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

1/3

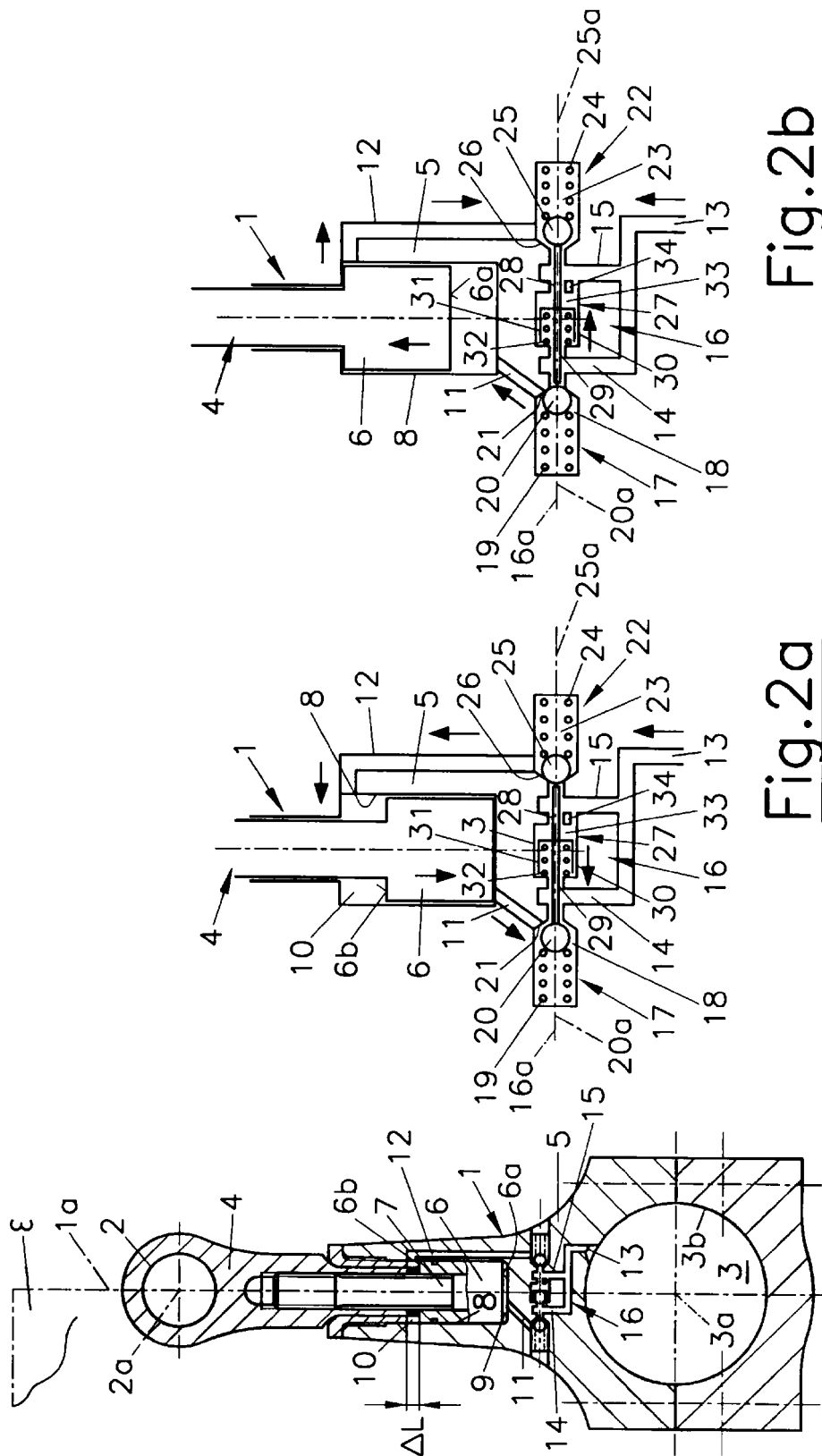
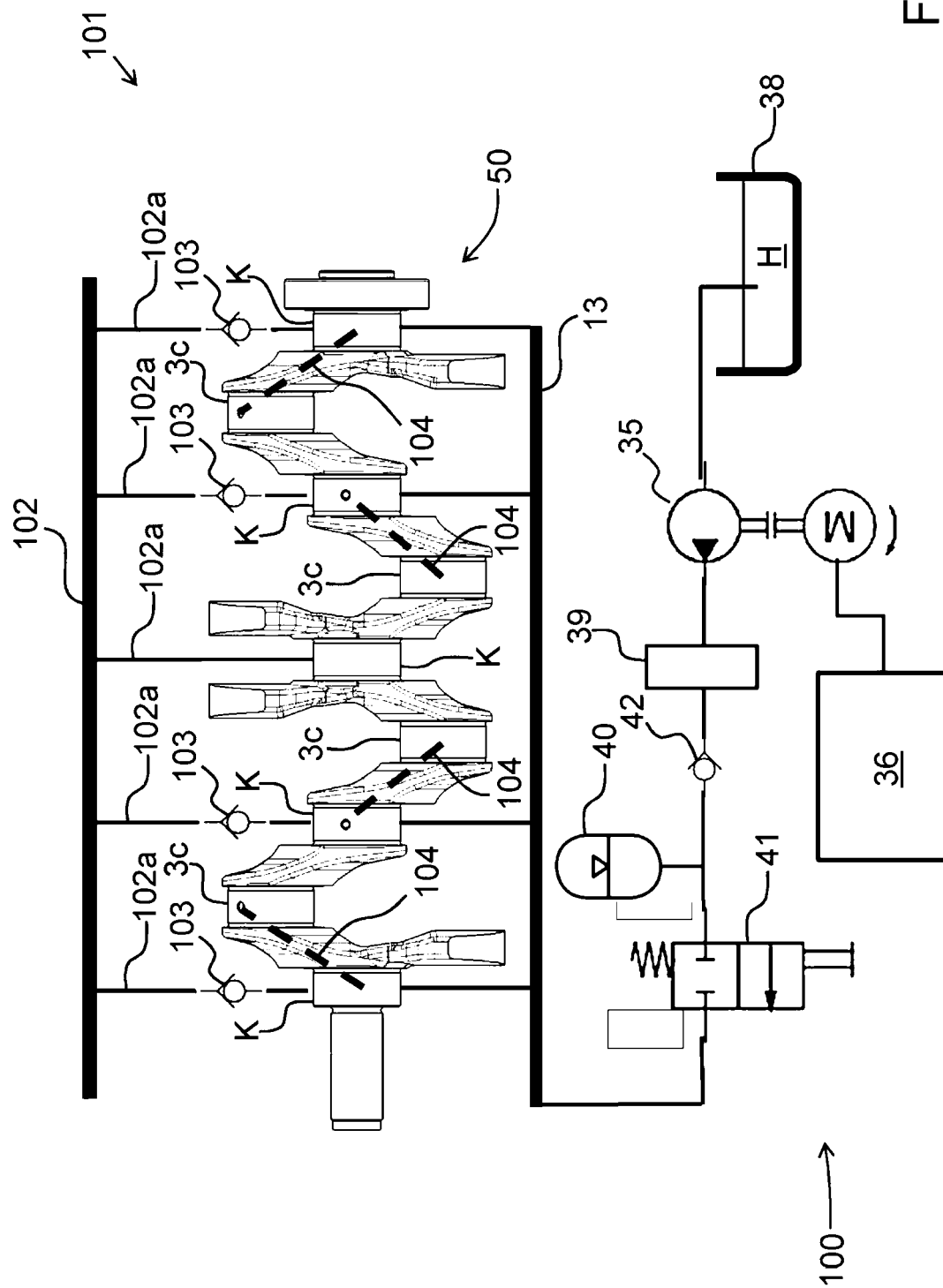


Fig. 1

Fig. 2a

Fig. 2b

Fig. 3



3/3

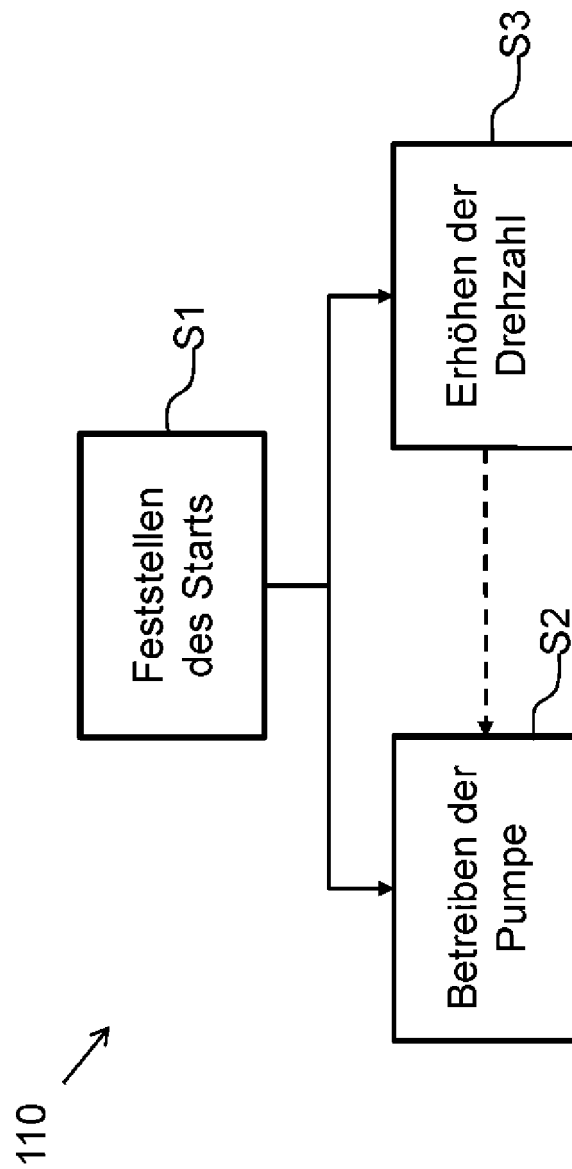


Fig. 4