

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50382/2018 (51) Int. Cl.: **F02B 75/04** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 08.05.2018 **F16C 7/06** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.08.2019 **F16K 11/07** (2006.01)
F15B 13/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
AT 517217 B1
US 2007175422 A1
DE 102015202056 A1
WO 2016203047 A1
AT 514071 A4

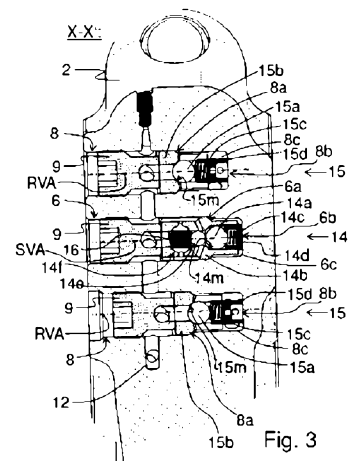
(71) Patentanmelder:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)
iwis motorsysteme GmbH & Co. KG
81369 München (DE)

(72) Erfinder:
Pichler Jürgen
8820 Neumarkt (AT)
Weberbauer Thomas Dipl.Ing. (FH)
8010 Graz (AT)
Kometter Bernhard Dipl.Ing.
8111 Judendorf (AT)
Heller Malte
81243 München (DE)
Riba Zóltan
82140 Olching (DE)
Bezner Stefanie
82269 Geltendorf (DE)

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

(54) **Verfahren zur Herstellung eines längenverstellbaren Pleuels, längenverstellbares Pleuel, Hubkolbenmaschine sowie Fahrzeug**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren (100) zum Zusammenbau eines längenverstellbaren Pleuels für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, ein längenverstellbares Pleuel (1), eine Hubkolbenmaschine mit einer solchen Pleuel (1) sowie ein Fahrzeug mit einer solchen Hubkolbenmaschine. Ein vorgenanntes Verfahren (100) umfasst die Schritte: Bereitstellen (S1) einer längenverstellbaren Pleuelstange, wobei eine wirksame Pleuellänge (L) der Pleuelstange veränderbar ist; Fertigen (S2) mindestens einer Ventilausnehmung (6, 8); Vormontieren (S3) mindestens einer Ventilbaugruppe (14, 15); und Sichern (S5) der mindestens einen Ventilbaugruppe (14, 15) in der mindestens einen Ventilausnehmung (6) mit einem Sicherungsmittel (9).



Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren (100) zum Zusammenbau eines längenverstellbaren Pleuels für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, ein längenverstellbares Pleuel (1), eine Hubkolbenmaschine mit einer solchen Pleuel (1) sowie ein Fahrzeug mit einer solchen Hubkolbenmaschine. Ein vorgenanntes Verfahren (100) umfasst die Schritte: Bereitstellen (S1) einer längenverstellbaren Pleuelstange, wobei eine wirksame Pleuellänge (L) der Pleuelstange veränderbar ist; Fertigen (S2) mindestens einer Ventilausnehmung (6, 8); Vormontieren (S3) mindestens einer Ventilbaugruppe (14, 15); und Sichern (S5) der mindestens einen Ventilbaugruppe (14, 15) in der mindestens einen Ventilausnehmung (6) mit einem Sicherungsmittel (9).

Fig. 3

Verfahren zur Herstellung eines längenverstellbaren Pleuels, längenverstellbares Pleuel, Hubkolbenmaschine sowie Fahrzeug

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung, insbesondere zum Zusammenbau, eines längenverstellbaren Pleuels für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, ein längenverstellbares Pleuel, eine Hubkolbenmaschine mit einem solchen Pleuel sowie ein Fahrzeug mit einer solchen Hubkolbenmaschine.

Um Fahrzeuge, insbesondere Kraftfahrzeuge, leistungsfähiger und/oder effizienter zu machen, sind aus dem Stand der Technik Hubkolbenbrennkraftmaschinen mit veränderbarem Verdichtungsverhältnis bekannt. Zur Veränderung des Verdichtungsverhältnisses in einer Hubkolbenmaschine sind verschiedene Maßnahmen aus dem Stand der Technik allgemein bekannt. Eine dieser Maßnahmen besteht beispielsweise darin, die absoluten Positionen der oberen und unteren Totpunkte eines zyklisch auf- und ab bewegbaren Kolbens in einem Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine zu variieren, indem eine wirksame Länge eines Pleuels, welche insbesondere definiert ist durch einen Abstand zwischen der Drehachse, um welche das Pleuel vorzugsweise mit seinem großen Pleuelauge in einem funktionsgemäßen Verwendungszustand in einer Hubkolbenmaschine um eine Kurbelwelle drehbar ist, und der Drehachse, um welche das Pleuel vorzugsweise mit seinem kleinen Pleuel um einen Kolbenbolzen drehbar ist, entsprechend geändert wird.

Zur Veränderung der wirksamen Pleuellänge ist bekannt, eine entsprechend ausgebildete Längenverstelleinrichtung vorzusehen. Dabei sind unter anderem hydraulische Längenverstelleinrichtungen mit relativ zueinander verschiebbaren, insbesondere teleskopartig ineinander- bzw. auseinanderschiebbaren, Pleuelteilen bekannt, wobei die zugehörige Längenverstelleinrichtung üblicherweise ein oder mehrere Hydraulikkammern aufweist, welche je nach gewünschter Pleuellänge mit einem Hydraulikmedium gefüllt oder drainiert werden können. Mithilfe einer oder mehrerer Steuereinrichtungen, welche in der Regel mehrere Ventile, insbesondere hydraulische Steuer- und/oder Rückschlagventile umfassen, kann der Hydraulikfluss zu und aus den Hydraulikkammern gesteuert werden und damit die Längenverstellung.

Aus der WO 2016/203047 A1 ist beispielsweise eine längenverstellbare Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine bekannt, mit zumindest einem ersten Stangenteil und einem

zweiten Stangenteil, wobei die beiden Stangenteile mittels einer Längenverstellvorrichtung in Richtung einer Längsachse der Pleuelstange teleskopartig zu- und/oder ineinander verschiebbar sind, wobei die Hydraulikkammern der Längenverstellvorrichtung jeweils über zumindest einen Hydraulikkanal wechselseitig mit einem Hydraulikmedium befüllbar sind und wobei die Hydraulikkanäle durch eine Steuereinrichtung mit zumindest einem Hydraulikmediumversorgungskanal strömungsverbindbar sind. Die Steuereinrichtung weist dabei einen ersten und einen zweiten Ventilraum auf in denen jeweils ein, in einem geschlossenen Zustand mittels einer Feder gegen einen Ventilsitz gepresster Ventilkörper angeordnet ist, wobei die Ventilräume jeweils mit einem der Hydraulikkanäle strömungsverbunden sind. Jeweils einer von den in den Ventilräumen angeordneten Ventilkörpern, die durch die Rückstellkraft der Feder gegen den Ventilsitz gepresst werden können und miteinander über eine verschiebbare Verbindungseinrichtung wirkverbunden sind, kann von der Verbindungseinrichtung gegen die Rückstellkraft einer Ventilder von dem Ventilsitz abgehoben werden und damit den jeweiligen Ventilraum mit dem Hydraulikmediumversorgungskanal strömungsverbinden, während der andere Ventilkörper die Strömungsverbindung zum Hydraulikmediumversorgungskanal sperrt, wodurch die Längenverstellung, insbesondere ein Hydraulikmediumzufluss und -abfluss in die Hydraulikkammern der Längenverstelleinrichtung hinein und aus diesen heraus, gesteuert werden kann.

Aus der AT 514 071 B1 ist ein längenverstellbares Pleuel mit einer hydraulischen Längenverstelleinrichtung bekannt, bei der in einem Hydraulikkanal, der in einen Hochdruckraum einmündet, ein in Richtung des Hochdruckraums öffnendes Rückschlagventil angeordnet ist. Ein vom Hochdruckraum ausgehender Rücklaufkanal ist durch ein Steuerventil in einer ersten Stellung verschließbar und in einer zweiten Stellung freigebbar, wobei das Steuerventil einen Stellkolben aufweist, der durch eine Rückstellfeder in die erste Stellung und gegen die Kraft der Rückstellfeder in die zweite Stellung verschiebbar ist.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein alternatives, insbesondere ein verbessertes längenverstellbares Pleuel bereitzustellen, vorzugsweise ein verbessertes, hydraulisch längenverstellbares Pleuel, insbesondere ein einfacher und/oder effizienter und damit insbesondere prozesssicherer herstellbares Pleuel.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung, insbesondere zum Zusammenbau, eines längenverstellbaren Pleuels, durch ein längenverstellbares Pleuel,

durch eine Hubkolbenmaschine mit einem solchen Pleuel sowie durch ein Fahrzeug mit einer solchen Hubkolbenmaschine gemäß den unabhängigen Ansprüchen.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung, insbesondere zum Zusammenbau, eines längenverstellbaren Pleuels für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, wobei ein erfindungsgemäßes Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- Bereitstellen einer längenverstellbaren Pleuelstange, wobei eine wirksame Pleuellänge der Pleuelstange veränderbar, insbesondere einstellbar ist, wobei die Pleuelstange vorzugsweise eine hydraulische Längenverstelleinrichtung zur Veränderung der wirksamen Pleuellänge aufweist, insbesondere zur Einstellung der wirksamen Pleuellänge,
- Fertigen mindestens einer Ventilausnehmung, insbesondere mindestens einer Steuerventilausnehmung und/oder mindestens einer Rückschlagventilausnehmung, insbesondere Einbringen mindestens einer Ventilausnehmung in die längenverstellbare Pleuelstange, wobei die Ventilausnehmung dazu ausgebildet ist, eine zugehörige, vormontierte Ventilbaugruppe mit einer Ventillängsachse aufzunehmen, insbesondere eine Steuerventilbaugruppe mit einer Steuerventillängsachse, die zur zumindest teilweisen Steuerung der Längenverstelleinrichtung des Pleuels ausgebildet ist, und/oder eine Rückschlagventilbaugruppe mit einer Rückschlagventillängsachse,
- Vormontieren mindestens einer Ventilbaugruppe, insbesondere mindestens einer Steuerventilbaugruppe und/oder mindestens einer Rückschlagventilbaugruppe,
- Einbringen der mindestens einen vormontierten Ventilbaugruppe in die mindestens eine Ventilausnehmung, und
- Sichern der mindestens einen Ventilbaugruppe in der mindestens einen Ventilausnehmung mit einem Sicherungsmittel, vorzugsweise Sichern gegen Herausfallen aus der Ventilausnehmung und/oder Fixieren in einer definierten Position in der Ventilausnehmung, insbesondere in axialer Richtung der zugehörigen Ventillängsachse.

Ein „Pleuel“ und eine „Pleuelstange“ sind im Sinne der vorliegenden Erfindung jeweils stangenartige Verbindungselemente für eine Hubkolbenmaschine, welche insbesondere

zur Verbindung einer Kurbelwelle der Hubkolbenmaschine mit einem Hubkolben ausgebildet sind und welche dazu dienen, eine lineare Bewegung des Hubkolbens, insbesondere eine linear-oszillierende Axialbewegung des Hubkolbens, in eine kreisförmige Bewegung der Kurbelwelle umzuwandeln oder umgekehrt, eine kreisförmige Bewegung der Kurbelwelle in eine lineare Bewegung des Kolbens umzusetzen. Dabei wird vorliegend das stangenartige Verbindungselement vor dem Einbringen wenigstens einer vormontierten Ventilbaugruppe gemäß einem Verfahren nach dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung insbesondere als „Pleuelstange“ bezeichnet und nach dem Einbringen wenigstens einer vormontierten Ventilbaugruppe insbesondere als „Pleuel“.

10 Unter einer „Kurbelwelle“ im Sinne der vorliegenden Erfindung wird eine Welle verstanden, welche dazu ausgebildet ist, in einer Hubkolbenmaschine eine linear-oszillierende Bewegung, d.h. eine translatorische Bewegung, eines oder mehrerer Hubkolben mithilfe von Pleueln in eine Drehbewegung umzusetzen oder umgekehrt, eine Drehbewegung in eine translatorische Bewegung umzuwandeln.

15 Eine „Hubkolbenmaschine“ im Sinne der vorliegenden Erfindung ist eine Maschine, mit der eine lineare Hubbewegung eines Kolbens in eine Drehbewegung einer Welle umgesetzt werden kann bzw. umgekehrt, eine Drehbewegung einer Welle in eine lineare Hubbewegung eines Kolbens.

Eine „Hubkolbenbrennkraftmaschine“ im Sinne der vorliegenden Erfindung ist eine Hubkolbenmaschine, bei welcher mittels eines Verbrennungsvorgangs eine lineare Hubbewegung eines Hubkolbens erzeugt werden kann.

Eine „Längenverstelleinrichtung“ im Sinne der vorliegenden Erfindung ist insbesondere eine Einrichtung zum Verändern, insbesondere zum Einstellen, einer wirksamen Länge des Pleuels. Vorzugsweise weist die Längenverstelleinrichtung dabei mindestens zwei Schaltzustände auf, wobei in einem der Schaltzustände eine maximale Länge des Pleuels und in einem anderen der Schaltzustände eine minimale Länge des Pleuels realisiert, insbesondere eingestellt, werden kann und/oder sich einstellt.

Unter dem Begriff „Fertigen einer Ausnehmung“ wird im Sinne der vorliegenden Erfindung das Herstellen, insbesondere Einbringen, einer Ausnehmung in einer Pleuelstange und/oder einem Pleuel verstanden. Dabei kann die Ausnehmung auf beliebige Art und Weise gefertigt werden. Vorzugsweise wird wenigstens eine Ausnehmung jedoch durch ein trennendes und/oder abtragendes Fertigungsverfahren, wie beispielsweise Erodieren

ren, gefertigt. Besonders bevorzugt wird wenigstens eine Ausnehmung jedoch durch ein spanendes Fertigungsverfahren, bevorzugt durch ein spanendes Fertigungsverfahren mit geometrisch bestimmter Schneide, insbesondere durch Bohren und/oder Fräsen, und/oder durch ein spanendes Fertigungsverfahren mit geometrisch unbestimmter
5 Schneide, wie beispielsweise Schleifen und/oder Läppen und/oder Honen, gefertigt.

Unter „Vormontieren“ wird im Sinne der vorliegenden Erfindung das zumindest teilweise Zusammenbauen und/oder Montieren einzelner Teile zu einer gemeinsamen Baugruppe verstanden.

Eine „Ventilbaugruppe“ im Sinne der vorliegenden Erfindung ist insbesondere ein Zusammenbau oder ein Teil-Zusammenbau von einzelnen Komponenten eines Ventils,
10 wobei eine Ventilgruppe vorzugsweise nicht zwingend vollständig, d.h. voll funktionsfähig, zu einem Ventil zusammengesetzt bzw. montiert sein muss, sondern insbesondere auch eine nur zum Teil montierte Baugruppe eines Ventils sein kann.

Eine „Steuerventilbaugruppe“ im Sinne der vorliegenden Erfindung ist eine Ventilbaugruppe, die einer Steuereinrichtung zur Längenverstelleinrichtung zugeordnet werden kann und insbesondere ein Zusammenbau oder ein Teil-Zusammenbau von einzelnen Komponenten eines Steuerventils ist, wobei die Steuerventilbaugruppe vorzugsweise dazu ausgebildet und/oder eingerichtet ist, einen Fluss eines Hydraulikmediums aus und/oder in eine Hydraulikkammer der Längenverstelleinrichtung zu steuern. Insbesondere
15 kann die Steuerventilbaugruppe, etwa durch einen entsprechenden Zusammenbau oder Teil-Zusammenbau und/oder durch eine entsprechende Anordnung der einzelnen Komponenten, dazu ausgebildet und/oder eingerichtet sein, von einer Betätigungseinrichtung betätigt zu werden.
20

Eine Steuerventilbaugruppe im Sinne der vorliegenden Erfindung ist vorzugsweise dazu ausgebildet, in einem ersten Betätigungszustand bezüglich eines Flusses des Hydraulikmediums in eine Hydraulikkammer hinein als Rückschlagventil zu wirken, so dass ein Hydraulikmediumdurchfluss in Richtung einer zugehörigen Hydraulikkammer entgegen der Sperrichtung der Steuerventilbaugruppe möglich ist und ein Rücklauf aus der zugehörigen Hydraulikkammer in Sperrichtung gesperrt ist, wobei die Steuerventilbaugruppe
25 insbesondere bei Überschreiten eines definierten, anliegenden Hydraulikdruckes entgegen der Sperrichtung öffnet. Eine Steuerventilbaugruppe im Sinne der vorliegenden Erfindung ist vorzugsweise ferner dazu ausgebildet, in einem zweiten Betätigungszustand
30

hingegen den Rücklauf des Hydraulikmediums aus der Hydraulikkammer heraus zu ermöglichen, d.h. einen in beide Flussrichtungen geöffneten Zustand einzunehmen.

Eine „Rückschlagventilbaugruppe“ im Sinne der vorliegenden Erfindung ist insbesondere ein Zusammenbau oder ein Teil-Zusammenbau von einzelnen Komponenten eines Rückschlagventils, die vorzugsweise dazu eingerichtet ist, einen Fluss eines Hydraulikmediums aus und/oder in eine Hydraulikkammer der Längenverstelleinrichtung zu steuern. Eine Rückschlagventilbaugruppe im Sinne der vorliegenden Erfindung ist insbesondere dazu ausgebildet und/oder eingerichtet, etwa durch einen entsprechenden Zusammenbau oder Teil-Zusammenbau und/oder eine entsprechende Anordnung der einzelnen Komponenten, einen Fluss eines Hydraulikmediums aus einer Hydraulikkammer der Längenverstelleinrichtung heraus, d.h. in Sperrrichtung der Rückschlagventilbaugruppe, zu verhindern, jedoch einen Hydraulikmediumdurchfluss in Richtung einer zugehörigen Hydraulikkammer entgegen der Sperrrichtung der Rückschlagventilbaugruppe zu ermöglichen.

Eine „Ventillängsachse“ im Sinne der vorliegenden Erfindung ist insbesondere eine Achse einer Ventilbaugruppe in Längsrichtung einer zugehörigen Ventilbaugruppe und/oder eines zugehörigen Ventilgehäuses, insbesondere eine sich in Längsrichtung erstreckende Symmetrieachse, sofern die Ventilbaugruppe längssymmetrisch ist.

Eine „Steuerventillängsachse“ im Sinne der vorliegenden Erfindung ist entsprechend insbesondere eine Achse in Längsrichtung einer zugehörigen Steuerventilbaugruppe und/oder eines zugehörigen Steuerventilgehäuses.

Eine „Rückschlagventillängsachse“ im Sinne der vorliegenden Erfindung ist entsprechend insbesondere eine Achse in Längsrichtung einer zugehörigen Rückschlagventilbaugruppe und/oder eines zugehörigen Rückschlagventilgehäuses.

„Sichern“ im Sinne der vorliegenden Erfindung meint insbesondere Sichern gegen Herausfallen und/oder Fixieren in einer definierten Position und/oder Festsetzen, vorzugsweise mit oder ohne einen, insbesondere definierten, Anpressdruck auf die zugehörige, gesicherte Baugruppe oder das zugehörige gesicherte Element auszuüben.

Bei der Herstellung, insbesondere beim Zusammenbau, eines Pleuels nach einem Verfahren gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird in einem ersten Schritt eine längenverstellbare Pleuelstange bereitgestellt, wobei eine wirksame Pleuel-

länge der Pleuelstange veränderbar, insbesondere einstellbar ist, und wobei die Pleuelstange vorzugsweise eine hydraulische Längenverstelleinrichtung zur Veränderung der wirksamen Pleuellänge aufweist, insbesondere zur Einstellung der wirksamen Pleuellänge.

- 5 In einem weiteren, insbesondere nachfolgenden, Schritt wird mindestens eine Ventilausnehmung in der Pleuelstange gefertigt, insbesondere mindestens eine Steuerventilausnehmung und/oder mindestens einer Rückschlagventilausnehmung, wobei die mindestens eine Ventilausnehmung vorzugsweise durch Bohren und/oder Fräsen, und gegebenenfalls durch eine zusätzliche Nachbearbeitung wie Schleifen, Läppen und/oder Honen,
10 in die bereitgestellte Pleuelstange eingebracht wird und/oder durch ein Verfahren zur Materialabtragung, wie beispielsweise Erodieren oder dergleichen.

Für einen vorteilhaften Sitz der Ventilbaugruppe in der zugehörigen Ventilausnehmung wird bevorzugt mindestens eine Ventilausnehmung derart gefertigt, dass sich eine Übergangspassung, insbesondere eine H7/j6-Passung, zwischen der Ventilausnehmung und
15 zumindest einer Funktionsfläche der zugehörigen, vormontierten Ventilbaugruppe, welche in diese Ventilausnehmung eingebracht wird, ergibt.

Unter einer „Passung“ wird im Sinne der vorliegenden Erfindung die maßliche Beziehung zwischen zwei miteinander verbundenen Bauteilen bezeichnet, welche in ihrem Verbindungsbereich vorzugsweise dieselbe Kontur aufweisen, jedoch einmal als Innenkontur
20 und einmal als Außenkontur, wobei beide Bauteile hinsichtlich ihrer Konturen insbesondere das gleiche Nennmaß aufweisen, sich infolge der vorhandenen Toleranzen jedoch ein Spiel oder ein Übermaß in der Verbindung einstellt.

Unter einer „Übergangspassung“ im Sinne der vorliegenden Erfindung wird eine Passung verstanden, bei der sich je nach tatsächlicher Toleranzlage der beiden miteinander
25 verbundenen Bauteile in einem Referenzzustand entweder eine Spielpassung oder eine Übermaßpassung einstellt.

Vorzugsweise wird die Ventilausnehmung dabei derart gefertigt, dass ein, insbesondere kegelstumpffartiger, Dichtsitz in der Ventilausnehmung zum Zusammenwirken mit einer korrespondierend ausgebildeten Dichtfläche der Ventilbaugruppe entsteht, wobei der
30 Dichtsitz des Ventilgehäuses korrespondierend zur Dichtfläche der Ventilausnehmung ausgebildet ist, wobei die Dichtfläche des Ventilgehäuses insbesondere zumindest teilweise durch eine Außenfläche des Ventilgehäuses gebildet ist, und wobei die zugehörige

Ventilbaugruppe vorzugsweise abdichtend gegen den Dichtsitz pressbar ist, insbesondere mittels des zugehörigen Sicherungsmittels.

In einem weiteren Schritt, insbesondere parallel zur Fertigung wenigstens einer Ventilausnehmung und/oder vor und/oder nach der Fertigung der Ventilausnehmung, wird
5 mindestens eine Ventilbaugruppe vormontiert, bevorzugt eine zur wenigstens einen, eingebrachten Ventilausnehmung korrespondierende Ventilbaugruppe, insbesondere eine Steuerventilbaugruppe mit einer Steuerventillängsachse, die zur zumindest teilweisen Steuerung der Längenverstelleinrichtung des Pleuels ausgebildet ist, und/oder eine Rückschlagventilbaugruppe mit einer Rückschlagventillängsachse.

10 Vorzugsweise werden die einzelnen Teile dabei derart zu einer Ventilbaugruppe vormontiert, dass sie gegen ein Auseinanderfallen gesichert sind. Hierdurch kann eine besonders einfache Montage, insbesondere ein besonders einfaches Einbringen bzw. Einsetzen der vormontierten Ventilbaugruppe in die Pleuelstange erreicht werden.

In einem weiteren Schritt wird die insbesondere aus mehreren Einzelteilen zusammengesetzte und/oder montierte Ventilbaugruppe in eine zugehörige, gefertigte Ventilausnehmung eingeführt und/oder eingebracht und/oder eingesetzt, insbesondere entlang
15 einer Längsachse der Ventilausnehmung, und mittels eines Sicherungsmittels in der Ventilausnehmung gesichert, vorzugsweise gegen Herausfallen aus der Ventilausnehmung und/oder zur Fixierung in einer definierten Position in der Ventilausnehmung, insbesondere in axialer Richtung der zugehörigen Ventillängsachse.
20

Dabei wird die Ventilbaugruppe insbesondere in der Ventilausnehmung festgesetzt, insbesondere gegen axiales Spiel, d.h. gegen eine Bewegung entlang der Längsachse der Ventilausnehmung gesichert. Bevorzugt wird die Ventilbaugruppe dabei mittels des zugehörigen Sicherungsmittels in Längsrichtung der Ventilausnehmung und/oder in Richtung
25 der Ventillängsachse gegen einen Anschlag, insbesondere gegen wenigstens einen Dichtsitz und/oder einen Boden der Ventilausnehmung gepresst. Die Ventilbaugruppe kann insbesondere derart festgesetzt werden, dass das hierbei verwendete Sicherungsmittel, etwa eine Schraube, zumindest einen Teil der Steuerventilbaugruppe abdichtend gegen den Dichtsitz der Steuerventilausnehmung presst. Ein Hydraulikmedium, dessen
30 Fluss, etwa in eine Hydraulikkammer hinein und/oder aus einer Hydraulikkammer heraus, durch die Steuerventilbaugruppe zum Einstellen einer wirksamen Länge des Pleuels gesteuert werden ist, kann somit am Austreten aus einem von der Ventilbaugruppe begrenzten Hochdruckbereich innerhalb der Ventilausnehmung gehindert werden.

Die Erfindung basiert insbesondere auf dem Ansatz, einzelne Bauteile und/oder ganze Baugruppen eines längenverstellbaren Pleuels, insbesondere separat voneinander, vorzufertigen bzw. vorzumontieren, insbesondere wenigstens eine Ventilbaugruppe, um die vorgefertigten und/oder vormontierten Bauteile und/oder Baugruppen, insbesondere wenigstens eine vormontierte Ventilbaugruppe, dann in wenigen Arbeitsschritten in die längenverstellbare Pleuelstange einzusetzen und insbesondere mit weiteren Bauteilen und/oder Baugruppen zu einem längenverstellbaren Pleuel zusammenbauen zu können.

Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass komplexe Bauteile und/oder Baugruppen des Pleuels, wie beispielsweise Ventilbaugruppen, besonders einfach und damit effizient und kostengünstig und auch präzise und zuverlässig, gegebenenfalls in separaten Herstellungs- und/oder Montageverfahren, gefertigt und/oder montiert werden können, insbesondere auf separaten Fertigungs- und/oder Montagelinien sowie an verschiedenen Fertigungs- und Montagestandorten und/oder durch unterschiedliche Lieferanten. In vielen Fällen lässt hierdurch eine einfachere Montage wenigstens einer Ventilbaugruppe realisieren im Vergleich zu einem Zusammenbau einer Ventilbaugruppe innerhalb einer zugehörigen Ventilausnehmung (d.h. im Vergleich zum Einbringen von Einzelteilen der Ventilbaugruppe in die Ventilausnehmung).

Zudem ermöglicht ein erfindungsgemäßes Verfahren auf einfache Art und Weise eine Qualitätskontrolle einzelner Bauteile und/oder Baugruppen des längenverstellbaren Pleuels und/oder zumindest eine Erleichterung der Qualitätskontrolle. Insbesondere können einzelne Bauteile und/oder Baugruppen auf einfache Weise und/oder unabhängig von anderen Bauteilen bzw. Baugruppen bezüglich ihrer Funktion und Qualität geprüft werden, bevor sie in der Pleuelstange verbaut werden und damit gegebenenfalls schwer zugänglich sind.

Durch die Erfindung ist es auch vorteilhaft möglich, einzelne Bauteile und/oder Baugruppen, insbesondere wenigstens eine Ventilbaugruppe, unabhängig von anderen Komponenten zu warten und/oder zu prüfen und gegebenenfalls mit wenig Aufwand auszutauschen und/oder zu reparieren und/oder zu ersetzen.

Ferner kann auf diese Weise eine größere Stückzahl Pleuel hergestellt und/oder zusammengebaut werden, insbesondere mit im Verhältnis geringeren Kosten, insbesondere pro Pleuel (ab einer bestimmten Mindeststückzahl).

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, dass nach dem Einbringen der jeweiligen Ventilbaugruppe nur noch ein Sicherungsmittel aus einer einzigen Richtung entlang der jeweiligen Längsachse eingebracht werden muss. Dadurch wird das Verfahren gegenüber Lösungen, bei welchen die Einzelteile der Ventilbaugruppen einzeln und/oder von zwei Seiten insbesondere in ein Durchgangsloch eingesetzt werden, effizienter, da zumindest ein zusätzlicher Verfahrensschritt zum beidseitigen Sichern der Ventilbaugruppen eingespart werden kann.

In einer vorteilhaften Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens wird mindestens eine Ventilausnehmung derart gefertigt, dass die mindestens eine Ventilausnehmung wenigstens im Wesentlichen senkrecht, insbesondere exakt senkrecht, zu einer Pleuellängsachse, entlang welcher die Pleuellänge der Pleuelstange veränderbar ist, verläuft und/oder in die Pleuelstange eingebracht wird, wobei die mindestens eine Ventilausnehmung bezogen auf einen funktionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels in einer Hubkolbenmaschine insbesondere parallel zu einer Pleuelwellenachse im Pleuel verläuft und/oder in die Pleuelstange eingebracht wird. Dies ist vorteilhaft, da die im Betrieb des Pleuels, insbesondere durch die Rotation einer mit dem Pleuel gekoppelten Pleuelwellenachse, auf den Pleuel und seine Komponenten wirkenden Beschleunigungen somit die Ventilkörper der in die Ausnehmungen eingeführten Baugruppen nicht von den entsprechenden Ventilsitzen abheben können. Es kann also ein unbeabsichtigtes bzw. unkontrolliertes Öffnen der Steuerventilbaugruppe und/oder Rückschlagventilbaugruppe in Sperrrichtung vermieden werden.

Um die Zuverlässigkeit der mindestens einen vormontierten Steuerventilbaugruppe und/oder Rückschlagventilbaugruppe weiter zu erhöhen, ist das Steuerventilgehäuse bzw. Rückschlagventilgehäuse vorzugsweise dazu eingerichtet, insbesondere derart ausgebildet, dass der zugehörige, aufgenommene Ventilkörper entlang der Steuerventilgehäuse- bzw. Rückschlagventillängsachse und insbesondere entlang einer Längsachse der Steuerventil- bzw. Rückschlagventilausnehmung geführt wird, so dass eine Bewegung des Ventilkörpers durch auf ihn wirkende Beschleunigungen senkrecht zur entsprechenden Ventillängsachse vermieden werden können.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens wird mindestens eine Ventilausnehmung als sacklochartige Ausnehmung oder Sackloch gefertigt, insbesondere mit einer Ventilausnehmungsöffnung an einer Seite in Längsrichtung der Ventilausnehmung, insbesondere als Ventilausnehmung, die wenigstens einen

Abschnitt mit einem Innengewinde aufweist, insbesondere mit einem an die Ventilausnehmungsöffnung angrenzenden Innengewinde. Vorzugsweise wird mindestens eine vormontierte Ventilbaugruppe durch die Ventilausnehmungsöffnung in mindestens eine Ventilausnehmung eingebracht.

5 In einer weiteren vorteilhaften Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens ist mindestens eine vormontierte Ventilbaugruppe eine vormontierte Steuerventilbaugruppe, wobei die Steuerventilbaugruppe vormontiert wird durch: Einbringen eines Ventilkörpers und eines Federelements in ein Steuerventilgehäuse mit einem Ventilsitz, wobei der Ventilkörper zwischen dem Ventilsitz und dem Federelement angeordnet wird, und axia-

10 les Sichern des Federelements mittels eines Federsitzes im Steuerventilgehäuse, insbesondere derart, dass sich im Ergebnis das Federelement parallel zur Steuerventillängsachse in einer Richtung gegen den Federsitz abstützt. Vorzugsweise stützt sich das Federelement in einem funktionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels in der anderen Richtung dabei insbesondere am Ventilkörper ab.

15 Vorzugsweise definiert dabei eine Längsachse des Steuerventilgehäuses die Steuerventillängsachse, wobei der Ventilkörper und das Federelement vorzugsweise entlang der Steuerventillängsachse und insbesondere von einer ersten, dem Ventilsitz zugewandten Seite in das Steuerventilgehäuse eingebracht werden, und wobei der Ventilkörper und das Federelement vorzugsweise derart in das Steuerventilgehäuse eingebracht werden,

20 dass nach dem Einbringen des Ventilkörpers und des Federelements, der Ventilkörper innerhalb des Steuerventilgehäuses insbesondere entlang der Steuerventillängsachse zwischen dem Ventilsitz und dem Federelement angeordnet ist.

Vorzugsweise wird das Steuerventilgehäuse dabei zumindest teilweise mit dem Federsitz axial verschlossen. Weiter vorzugsweise wird beim Abstützen des Federelements

25 gegen den Federsitz das Federelement vorgespannt, und der Ventilkörper durch das vorgespannte Federelement gegen den Ventilsitz gepresst.

Der Federsitz wird vorzugsweise an dem Steuerventilgehäuse ausgerichtet, insbesondere in das Steuerventilgehäuse eingeschraubt. Alternativ kann der Federsitz auch an einem Boden der Steuerventilausnehmung ausgerichtet werden. Vorzugsweise weist der

30 Federsitz mindestens eine Ausnehmung, insbesondere eine Nut, auf, durch die das Hydraulikmedium aus dem bzw. in das Steuerventilgehäuse, insbesondere Steuerventilinnenraum, strömen kann. Alternativ oder zusätzlich weist das Steuerventilgehäuse mindestens eine Ausnehmung, insbesondere eine als Bohrung ausgebildete Federsitzöff-

nung, auf, durch die das Hydraulikmedium aus dem bzw. in das Steuerventilgehäuse, insbesondere Steuerventilinnenraum, strömen kann.

Die vormontierte Steuerventilbaugruppe ist insbesondere derart ausgebildet, dass sie auch zuverlässig als Rückschlagventil wirken kann, wobei die vormontierte Steuerventilgruppe insbesondere zusätzlich durch eine Betätigung, insbesondere mithilfe eines Betätigungsmittels und/oder eines Betätigungskörpers, auch entgegen ihrer Sperrichtung, geöffnet werden kann. Die in die Steuerventilausnehmung eingebrachte Steuerventilbaugruppe ist insbesondere dazu geeignet, einen Fluss des Hydraulikmediums auch aus einer Hydraulikkammer der Längenverstelleinrichtung heraus zu ermöglichen, d.h. einen Rücklauf bzw. Abfluss von Hydraulikmedium aus einer zugehörigen Hydraulikkammer heraus, so dass die wirksame Länge des Pleuels änderbar ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung werden zwei Steuerventilausnehmungen gefertigt und zwei Steuerventilbaugruppen vormontiert. Vorzugsweise werden die zwei Steuerventilbaugruppen in die zwei Steuerventilausnehmungen eingebracht und jeweils mit einem Sicherungsmittel in den zwei Steuerventilausnehmungen festgesetzt. Dadurch können zwei Hydraulikkammern der Längenverstelleinrichtung jeweils separat über eine Steuerventilbaugruppe mit einer Hydraulikmediumzuleitung verbunden werden.

Alternativ oder zusätzlich kann mindestens eine vormontierte Ventilbaugruppe eine Rückschlagventilbaugruppe sein, wobei die Rückschlagventilbaugruppe vormontiert wird durch: Einbringen eines Ventilkörpers und eines Federelements in ein Rückschlagventilgehäuse mit einem Ventilsitz, wobei der Ventilkörper zwischen dem Ventilsitz und dem Federelement angeordnet wird, und axiales Sichern des Federelements mittels eines Federsitzes im Rückschlagventilgehäuse, insbesondere derart, dass sich das Federelement parallel zur Rückschlagventillängsachse in einer Richtung gegen den Federsitz abstützt.

Durch das Einspannen des Ventilkörpers zwischen Ventilsitz und Federsitz kann ein Hydraulikmediumdurchfluss durch die Ventilbaugruppe derart gesteuert werden, dass dieser nur möglich ist, wenn ein Druck und/oder eine auf den Ventilkörper aufgebrachte Kraft, insbesondere eine resultierende Kraft, insbesondere eine resultierende Hydraulikdruckkraft und/oder eine Betätigungskraft, ausreicht, um die Vorspannung des Federelements, d.h. dessen Rückstellkraft, zu überwinden, um den Ventilkörper vom Ventilsitz abzuheben.

Bevorzugt definiert eine Längsachse des Rückschlagventilgehäuses die Rückschlagventillängsachse, wobei der Ventilkörper und das Federelement vorzugsweise entlang der Rückschlagventillängsachse und insbesondere von einer ersten, dem Ventilsitz zugewandten Seite in das Rückschlagventilgehäuse eingebracht werden. Der Ventilkörper und das Federelement werden dabei insbesondere derart in das Rückschlagventilgehäuse eingebracht, dass nach dem Einbringen des Ventilkörpers und des Federelements, der Ventilkörper innerhalb des Rückschlagventilgehäuses, insbesondere entlang der Rückschlagventillängsachse, zwischen dem Ventilsitz und dem Federelement angeordnet ist.

Wenigstens ein Ventilgehäuse ist dabei vorzugsweise im Wesentlichen als zylinderförmige Hülse, insbesondere hohlzylinderartig, ausgebildet, wobei die Ventillängsachse besonders bevorzugt mit einer entsprechenden Symmetrieachse der Hülse bzw. des Hohlzylinders zusammenfällt, insbesondere mit einer Längs-Symmetrieachse.

Wenigstens ein Ventilgehäuse weist vorzugsweise einen, insbesondere kegelstumpfförmigen, Ventilsitz auf, der eingerichtet ist, mit dem Ventilkörper derart zusammenzuwirken, dass ein Hydraulikmediumfluss entlang der Ventillängsachse, die den Ventilkörper auf den Ventilsitz presst, wenigstens in eine Richtung, gesperrt wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens wird bei mindestens einer Steuerventilbaugruppe zusätzlich zum Ventilkörper und zum Federelement ein Betätigungskörper in das Steuerventilgehäuse eingebracht, insbesondere derart, dass nach dem Einbringen des Ventilkörpers, des Federelements und des Betätigungskörpers, der Ventilkörper und das Federelement auf einer dem Ventilsitz zugewandten Seite innerhalb des Steuerventilgehäuses angeordnet sind und der Betätigungskörper auf einer vom Ventilsitz abgewandten Seite.

Der Betätigungskörper wird dabei vorzugsweise ebenfalls entlang der Steuerventillängsachse und insbesondere ebenfalls von der ersten Seite in das Steuerventilgehäuse eingebracht. Hierzu weist der Ventilsitz insbesondere eine Ausnehmung auf, durch welche der Betätigungskörper durch den Ventilsitz hindurch eingebracht und auf der richtigen Seite vom Ventilsitz angeordnet werden kann. Dazu ist der Betätigungskörper vorzugsweise kleiner bemessen als der Ventilkörper und weist insbesondere einen kleineren Durchmesser auf als dieser und die Ausnehmung im Ventilsitz ist insbesondere derart bemessen, dass der Ventilkörper nicht hindurchpasst und somit durch Anpressen an den Ventilsitz das Ventil verschließen und/oder sperren kann. Alternativ kann der Betäti-

gungskörper auch von der zweiten, vom Ventilsitz abgewandten Seite in das Steuerventilgehäuse eingebracht werden.

Dabei ist der Betätigungskörper bevorzugt dazu eingerichtet und insbesondere dazu angeordnet, den Ventilkörper zu betätigen, insbesondere von einem Ventilsitz des Steuerventilgehäuses abzuheben, insbesondere gegen die Rückstellkraft des Federelements. Der Betätigungskörper und/oder der Ventilkörper ist bzw. sind dabei vorzugsweise kugelförmig ausgebildet, so dass eine zuverlässige Betätigung des Ventilkörpers durch den Betätigungskörper unabhängig von der Ausrichtung des Ventilkörpers und/oder des Betätigungskörpers ermöglicht wird.

- 5
10
- Bevorzugt ist wenigstens ein Ventilkörper und/oder ein Betätigungskörper wenigstens einer Ventilbaugruppe eine Kugel.

Besonders bevorzugt wird bei wenigstens einer Baugruppe der Federsitz, mit dem das Federelement in axialer Richtung im Ventilgehäuse gesichert wird und/oder gegen den Ventilkörper gepresst wird, dabei in das zugehörige Ventilgehäuse eingepresst. Alternativ kann der Federsitz eingeschraubt werden. Dies erfordert jedoch ein entsprechendes Gewinde, was kostenintensiver ist.

Der Federsitz muss beim Sichern des Federelementes während des Vormontierens noch nicht zwingend auf Maß in das zugehörige Ventilgehäuse eingebracht werden. Das Einbringen des Federsitzes auf Maß und damit das Einstellen der definierten Federkraft des am Federsitz abgestützten Federelementes kann auch erst beim Sichern der in die zugehörige Ventilausnehmung eingebrachten vormontierten Ventilbaugruppe erfolgen und/oder erreicht werden, insbesondere auch erst durch das Sichern, vorzugsweise durch ein dabei bewirktes „Anpressen“ der Ventilbaugruppe, insbesondere des Federsitzes, gegen einen Anschlag in der zugehörigen Ventilausnehmung.

25
30

Bevorzugt wird der Federsitz beim Sichern des Federelementes im Ventilgehäuse jedoch bereits auf Maß eingebracht, wobei in einer besonders bevorzugten Ausführung der Federsitz hierfür bis zum Erreichen eines definierten Anschlags am Ventilgehäuse in das Ventilgehäuse eingebracht, insbesondere eingepresst oder eingeschraubt wird. Hierdurch lässt sich eine besonders einfache Toleranzkette erreichen, insbesondere im Gegensatz zu der vorbeschriebenen Variante, bei welcher der Federsitz zunächst nicht auf Maß in das Ventilgehäuse eingebracht wird, sondern erst beim und/oder durch das Sichern infolge eines „Anpressen“ an einen Anschlag in der Ventilausnehmung.

In einer vorteilhaften Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens wird mindestens eine vormontierte Ventilbaugruppe derart in die zugehörige Ventilausnehmung eingebracht und derart in der Ventilausnehmung gesichert, dass sich in einem funktionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels der Federsitz gegen einen Anschlag, insbesondere gegen einen Boden, der zugehörigen Ventilausnehmung abstützt, insbesondere
5 derart, dass das Federelement hierdurch derart vorgespannt wird, dass in wenigstens einem Zustand der Ventilbaugruppe der zugehörige Ventilkörper mittels des dadurch vorgespannten Federelements gegen den Ventil Sitz des zugehörigen Ventilgehäuses gepresst wird und einen Hydraulikmediumdurchfluss in eine erste Richtung sperrt.

10 In einer weiteren vorteilhaften Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens werden die folgenden Schritte durchgeführt: Fertigen einer Betätigungsausnehmung, wobei die Betätigungsausnehmung derart gefertigt wird, dass die Betätigungsausnehmung in einem funktionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels mindestens eine Steuerventilausnehmung kreuzt, vorzugsweise sämtliche Steuerventilausnehmungen, wobei die
15 Betätigungsausnehmung im Wesentlichen senkrecht oder exakt senkrecht zu der mindestens einen Steuerventilausnehmung verläuft und/oder derart in die Pleuelstange eingebracht wird; gegebenenfalls Ausrichten mindestens einer vormontierten und in die Pleuelstange eingebrachten Steuerventilbaugruppe, vorzugsweise sämtlicher eingebrachter vormontierter Steuerventilbaugruppen, relativ zur Betätigungsausnehmung, insbesondere in Bezug auf eine Position in axialer Richtung der Steuerventillängsachse und/oder in Bezug auf eine Winkelposition um die Steuerventillängsachse; gegebenenfalls Fixieren der vormontierten Steuerventilbaugruppe in der ausgerichteten Position durch Einbringen eines Ausrichtmittels in die Betätigungsausnehmung, wobei das Ausrichtmittel dazu geeignet ist, zumindest vorübergehend eine Änderung der Ausrichtung
20 der vormontierten Steuerventilbaugruppe relativ zur Betätigungsausnehmung zu verhindern; gegebenenfalls Entfernen des Ausrichtmittels aus der Betätigungsausnehmung, insbesondere erst nachdem die mindestens eine vormontierte Steuerventilbaugruppe durch das Sicherungselement gesichert worden ist; Einbringen eines Betätigungsmittels in die Betätigungsausnehmung, wobei das Betätigungsmittel zur Betätigung mindestens
25 einer Ventilbaugruppe, insbesondere zur Betätigung mindestens einer Steuerventilbaugruppe, ausgebildet ist, insbesondere derart, dass das Betätigungsmittel mit wenigstens einer Steuerventilbaugruppe derart zusammenwirkt, vorzugsweise mit dem Ventilkörper und/oder dem Betätigungskörper wenigstens einer Steuerventilbaugruppe, dass die Ventilbaugruppe mittels des Betätigungsmittels betätigbar ist; und vorzugsweise Sichern des
30

Betätigungsmittels in der Betätigungsausnehmung mit einem Sicherungsmittel, insbesondere in Längsrichtung des Betätigungsmittels, insbesondere Sichern gegen Herausfallen aus der Betätigungsausnehmung.

5 Dadurch kann eine, insbesondere vorgegebene, Ausrichtung der vormontierten Steuerventilbaugruppe in der Steuerventilausnehmung auch beim Sichern durch das Sicherungsmittel zuverlässig beibehalten werden. Insbesondere können beim Sichern durch das Sicherungsmittel auf die Steuerventilbaugruppe wirkende Kräfte durch das Ausrichtmittel abgestützt und eine Rotation der Steuerventilbaugruppe um die Längsachse der Steuerventilausnehmung vermieden werden.

10 Das Ausrichtmittel ist vorzugsweise als Dorn oder dergleichen ausgebildet, der zum Fixieren der Ausrichtung der Steuerventilbaugruppe durch die Betätigungsausnehmung geführt, insbesondere in die Betätigungsausnehmung eingesetzt oder eingesteckt werden kann und mit wenigstens einer Steuerventilbaugruppe, insbesondere wenigstens einem zugehörigen Steuerventilgehäuse, zusammenwirken kann. Insbesondere dient
15 das Ausrichtmittel als „Dummy-Betätigungsmittel“.

Beim Ausrichten der Steuerventilbaugruppe in der Steuerventilausnehmung wird vorzugsweise eine Drehung bzw. Rotation der Steuerventilbaugruppe um die Steuerventillängsachse bzw. die Längsachse der Steuerventilausnehmung vorgenommen. Die Steuerventilbaugruppe wird dabei vorzugsweise derart ausgerichtet, dass eine Öffnung, insbesondere eine Durchgangsöffnung im Steuerventilgehäuse für das Betätigungsmittel
20 (Betätigungsmitteldurchgriff) des Steuerventilgehäuses mit der Betätigungsausnehmung fluchtet.

Durch das Fixieren der vormontierten Steuerventilbaugruppe mit dem Ausrichtmittel, insbesondere durch das Einführen oder Einstecken des Ausrichtungsmittels in die Betätigungsausnehmung in der vorgegebenen Ausrichtung, in welcher vorzugsweise der Betätigungsmitteldurchgriff des Steuerventilgehäuses mit der Betätigungsausnehmung fluchtet, kann sichergestellt werden, dass auch nach dem Sichern der Steuerventilbaugruppe
25 mittels des Sicherungsmittels, das Betätigungsmittel problemlos in die Betätigungsausnehmung eingebracht werden kann.

30 Vorzugsweise wird die vormontierte Steuerventilbaugruppe dabei vor dem Sichern der Steuerventilbaugruppe in der Steuerventilausnehmung ausgerichtet und fixiert.

In einer vorteilhaften Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens dient das eigentliche Betätigungsmittel als Ausrichtmittel, d.h. das eigentliche Betätigungsmittel ist das Ausrichtmittel, wobei in diesem Fall der Schritt des Entfernens des Ausrichtmittels entfällt und der Schritt „Einbringen eines Betätigungsmittels“ bereits durch das Einbringen des Ausrichtmittels (=Betätigungsmittel) erfüllt ist und nicht nochmals durchgeführt wird.

Besonders bevorzugt weist die Steuerventilbaugruppe zum Zusammenwirken mit dem Betätigungsmittel und/oder dem Ausrichtmittel eine Betätigungsöffnung (Betätigungsmitteldurchgriff) auf, in welche das Betätigungsmittel und/oder das Ausrichtmittel einsteckbar ist und/oder durch welche das Betätigungsmittel und/oder das Ausrichtmittel hindurchsteckbar ist. Hierdurch kann auf eine Art und Weise ein einfacher, mechanischer Betätigungsmechanismus realisiert werden.

Mittels den vorbeschriebenen Verfahrensschritten zum Einbringen des Betätigungsmittels, insbesondere durch die vorübergehende Verwendung eines zusätzlichen Ausrichtmittels, kann auf besonders einfache Art eine einfache, zuverlässige und effiziente Montage des Betätigungsmittels erreicht werden, insbesondere die für eine Montage eines Betätigungsmittels, das in wenigstens eine Steuerventilbaugruppe eingesteckt oder durch wenigstens eine Steuerventilbaugruppe hindurchgesteckt wird, erforderliche Ausrichtung der zugehörigen Steuerventilbaugruppe(n).

Das Betätigungsmittel weist vorzugsweise mindestens eine Ausnehmung, insbesondere Nut, auf, in die bzw. aus der der Betätigungskörper, insbesondere bei einer axialen Bewegung des Betätigungsmittels in der Betätigungsausnehmung, hinein- und/oder herausgleiten kann. Dadurch kann der Betätigungskörper in einer Richtung senkrecht zum Betätigungsmittel bzw. der Betätigungsausnehmung, insbesondere entlang der Steuerventillängsachse, bewegt werden und dabei den Ventilkörper, insbesondere gegen die Vorspannung des Federelements, von dem Ventilsitz des Steuerventilgehäuses abheben, so dass ein Hydraulikmediumdurchfluss gegen die Sperrichtung der Steuerventilbaugruppe, insbesondere aus einer Hydraulikkammer heraus, freigegeben wird und durch die Steuerventilbaugruppe strömen kann bzw. abgeführt werden kann, insbesondere in das Pleuellager im großen Pleuelauge oder einen Kurbelwellenraum.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens wird zum Sichern mindestens einer Ventilbaugruppe und/oder des Betätigungsmittels das zugehörige Sicherungsmittel zumindest teilweise, insbesondere vollständig, in die zugehörige Ventilausnehmung und/oder die zugehörige Betätigungsausnehmung, einge-

bracht, insbesondere in Längsrichtung der Ventilausnehmung und/oder in Längsrichtung der Betätigungsausnehmung, wobei das Sicherungsmittel vorzugsweise eingeschraubt wird, insbesondere nach der zugehörigen, in der Ventilausnehmung zu sichernden Ventilbaugruppe oder nach dem Betätigungsmittel. Durch das Einschrauben kann das längenverstellbare Pleuel besonders zuverlässig zusammengebaut werden. Insbesondere kann hierdurch ein besonders fester Sitz des Sicherungsmittels und dadurch eine besonders sichere und präzise Fixierung der Ventilbaugruppe in der Ventilausnehmung erreicht werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens wird mindestens eine Ventilausnehmung und/oder die Betätigungsausnehmung mittels des zugehörigen Sicherungsmittels zumindest teilweise, insbesondere im Bereich des Sicherungsmittels, durch das zugehörige Sicherungsmittel gegen ein Austreten von Hydraulikmedium abgedichtet.

Ein längenverstellbares Pleuel für eine Hubkolbenmaschine gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, weist mindestens eine Ventilausnehmung, insbesondere mindestens eine Steuerventilausnehmung und/oder mindestens eine Rückschlagventilausnehmung, mindestens eine zugehörige vormontierte Ventilbaugruppe mit einer Ventillängsachse, insbesondere eine Steuerventilbaugruppe mit einer Steuerventillängsachse, die zur zumindest teilweisen Steuerung einer Längenverstelleinrichtung des Pleuels ausgebildet ist, und/oder insbesondere eine Rückschlagventilbaugruppe, und mindestens ein zugehöriges Sicherungsmittel auf, wobei die mindestens eine Ventilbaugruppe von der zugehörigen Ventilausnehmung aufgenommen ist und mittels des zugehörigen Sicherungsmittels in der zugehörigen Ventilausnehmung gesichert ist, vorzugsweise in axialer Richtung der zugehörigen Ventillängsachse.

Dabei ist eine wirksame Pleuellänge des Pleuels veränderbar, insbesondere einstellbar, wobei das Pleuel vorzugsweise eine Pleuelstange mit einer hydraulischen Längenverstelleinrichtung zur Veränderung der wirksamen Pleuellänge aufweist, insbesondere zur Einstellung der wirksamen Pleuellänge.

Wenigstens eine Ventilbaugruppe ist mittels des zugehörigen Sicherungsmittels insbesondere gegen ein Herausfallen aus der Ventilausnehmung gesichert und/oder in einer definierten Position in der Ventilausnehmung fixiert und/oder festgesetzt.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung eines längenverstellbaren Pleuels gemäß der vorliegenden Erfindung ist das Pleuel gemäß einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt, insbesondere zusammengebaut.

5 Bevorzugt weist ein erfindungsgemäßes Pleuel zur Verbindung mit einem Hubkolben sowie einer Pleuelwelle, insbesondere wie im Stand der Technik üblich, an seinen beiden Enden jeweils ein Pleuellager auf, insbesondere wie ebenfalls im Stand der Technik üblich, jeweils in Form eines Pleuelauges, wobei das Pleuel bevorzugt ein kleineres Pleuelauge am kolbenseitigen Ende und ein größeres Pleuelauge am Pleuelwellenseitigen Ende aufweist, bezogen auf einen funktionsgemäßen Einbauzustand des Pleuels in
10 eine Hubkolbenmaschine. Mithilfe eines im kleineren Pleuelauge gelagerten Pleuelbolzens kann vorzugsweise am kolbenseitigen Ende des Pleuels ein Pleuelbolzen angebracht werden. Über das größere Pleuelauge kann bevorzugt das Pleuel an der Pleuelwelle angebracht werden, wobei im größeren Pleuelauge insbesondere ein als Pleuellager ausgebildetes Pleuellager angeordnet ist, welches mit Pleuelmedium, insbesondere
15 mit Motoröl einer Pleuelmaschine, geschmiert werden kann.

Das Pleuel ist dabei bevorzugt um eine Pleuelachse drehbar um die Pleuelwelle und um eine Pleuelachse um den Pleuelbolzen herum in einer Pleuelmaschine anordbar, wobei ein Abstand zwischen den beiden Pleuelachsen, d.h. ein Abstand zwischen der
20 Pleuelachse um den Pleuelbolzen und der Pleuelachse um die Pleuelwelle, eine wirksame bzw. effektive Pleuellänge definiert. Durch eine Änderung der wirksamen Pleuellänge, insbesondere durch ein Verstellen der wirksamen Pleuellänge, kann das Pleuelverhältnis der Pleuelmaschine verändert werden, da sich infolge der Änderung der wirksamen Pleuellänge eine Verschiebung des oberen Pleuelpunkts der Pleuelbewegung ergibt.

25 Grundsätzlich kann die Längenverstelleinrichtung eines erfindungsgemäßen Pleuels auf beliebige Weise ausgeführt sein. In einer vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels weist das Pleuel jedoch einen ersten Pleuelstangenabschnitt und einen zweiten Pleuelstangenabschnitt auf, wobei die beiden Pleuelstangenabschnitte vorzugsweise entlang einer Pleuellängsachse derart relativ zueinander verschiebbar sind,
30 insbesondere teleskopartig ineinander- und auseinander, dass die wirksame Pleuellänge veränderbar ist.

Zur Verbindung mit einem Pleuelbolzen einer Pleuelmaschine, insbesondere einer Pleuelbrennkraftmaschine, kann der erste Pleuelstangenabschnitt bevorzugt, insbe-

sondere mittels eines kleinen Pleuelauges, vorzugsweise auf aus dem Stand der Technik hinreichend bekannte Art und Weise, mithilfe eines Kolbenbolzens mit dem Hubkolben einer Hubkolbenmaschine verbunden werden. Alternativ kann der erste Pleuelstangenabschnitt auch fest mit einem Kolbenbolzen verbunden sein, wobei in diesem Fall ein mit dem Pleuel zu verbindender Hubkolben einer Hubkolbenmaschine ein entsprechendes Auge aufweist, von welchem der mit dem Pleuel fest verbundene Kolbenbolzen aufgenommen werden kann und in welchem der fest mit dem Pleuel verbundene Kolbenbolzen insbesondere drehbar gelagert werden kann. Der zweite Pleuelstangenabschnitt ist vorzugsweise zur Anbindung an einer Kurbelwelle einer Hubkolbenmaschine ausgebildet und kann vorzugsweise, wie im Stand der Technik üblich, mithilfe eines größeren Pleuelauges an der Kurbelwelle angebunden werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels ist die Längenverstelleinrichtung insbesondere derart ausgebildet, dass einer der beiden Pleuelstangenabschnitte als Führungskörper, insbesondere als Hydraulikzylinder, ausgebildet ist und der andere Pleuelstangenabschnitt als im Führungskörper verschiebbares Kolbenelement, insbesondere als doppelt wirkender Hydraulikkolben, vorzugsweise als Stufenkolben, wobei insbesondere zwischen einer ersten Stirnseite des Kolbenelementes und dem Führungskörper eine erste Hydraulikkammer, insbesondere ein erster Druckraum, und zwischen der zweiten Stirnseite des Kolbenelementes von dem Führungskörper eine zweite Hydraulikkammer, insbesondere ein zweiter Druckraum, aufgespannt ist, wobei in dem ersten Druckraum vorzugsweise wenigstens ein erster Hydraulikkanal einmündet und in den zweiten Druckraum vorzugsweise wenigstens ein zweiter Hydraulikkanal, welcher jeweils mit der Steuereinrichtung fluidkommunizierend verbunden sind. In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung sind der erste Druckraum und der zweite Druckraum dabei jeweils mit einem als Ölzuführungsleitung dienenden Hydraulikkanal und einem als Rücklaufleitung dienenden Hydraulikkanal mit der Steuereinrichtung fluidkommunizierend verbunden und/oder verbindbar.

Ein längenverstellbares Pleuel mit einer vorbeschrieben ausgebildeten, hydraulischen Längenverstelleinrichtung mit einem Hydraulikzylinder mit einem ersten Druckraum und einem zweiten Druckraum, welche insbesondere für ein erfindungsgemäßes Pleuel geeignet ist, ist grundsätzlich aus dem Stand der Technik bekannt und beispielsweise ausführlich in der WO 2015/055582 A1 sowie der WO 2016/064193 A1 beschrieben, auf welche hiermit für nähere Ausführungen zur grundsätzlichen Funktionsweise einer solchen Längenverstelleinrichtung sowie hinsichtlich einer grundsätzlichen Funktionsweise

einer zugehörigen Steuereinrichtung sowie hinsichtlich eines hierfür geeigneten Hydrauliksystems verwiesen wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels weist das Pleuel eine Hydraulikmediumzuleitung und eine Drainage auf.

- 5 Eine „Hydraulikmediumzuleitung“ im Sinne der Erfindung ist dabei eine Leitung, in der Hydraulikmedium geführt werden kann, insbesondere mit einem in einer Hubkolbenmaschine anliegenden Motoröl-Druck.

Unter einer „Drainage“ im Sinne der Erfindung wird eine Hydraulikleitung und/oder eine Austrittsöffnung im Pleuel verstanden, mittels welcher Hydraulikmedium derart aus dem
10 Pleuel abgeführt werden kann, dass ein Druckabbau in den mit der Drainage verbundenen Hydraulikkomponenten erfolgt. Eine Drainage kann beispielsweise durch eine Bohrung im Pleuel gebildet sein, mit welcher Hydraulikmedium in den Kurbelwellenraum einer zugehörigen Hubkolbenmaschine abgeführt werden kann. Einer Drainage kann aber
15 beispielsweise auch durch Öffnungen in der Steuereinrichtung und/oder einem Ventil und/oder einer Ventilbaugruppe gebildet sein, wobei aus den Öffnungen Hydraulikmedium insbesondere in den Kurbelwellenraum und/oder in die Umgebung des Pleuels, bezogen auf einen funktionsgemäßen Verwendungszustand in einer Hubkolbenmaschine, abfließen kann.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels weist die
20 Längenverstelleinrichtung einen Hydraulikzylinder mit einem ersten Druckraum und einem zweiten Druckraum auf, wobei der erste Druckraum der Längenverstelleinrichtung und der zweite Druckraum der Längenverstelleinrichtung durch einen Hydraulikkolben voneinander getrennt sind, wobei vorzugsweise einer der beiden Pleuelstangenabschnitte mit dem Hydraulikzylinder verbunden ist und der andere der beiden Pleuelstangenabschnitte mit dem Hydraulikkolben, und wobei insbesondere die Hydraulikmediumzuleitung und die Drainage des Pleuels jeweils mit dem ersten Druckraum der Längenverstelleinrichtung und/oder dem zweiten Druckraum der Längenverstelleinrichtung fluidkommunizierend verbindbar sind.
25

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels weist
30 das Pleuel eine Steuerungseinrichtung auf, wobei das Pleuel insbesondere derart ausgebildet ist, dass in einem ersten Steuerungszustand der Steuereinrichtung ein Rücklauf von Hydraulikmedium aus dem ersten Druckraum der Längenverstelleinrichtung gesperrt

ist und der zweite Druckraum der Längenverstelleinrichtung drainiert ist und in einem zweiten Steuerungszustand der Steuereinrichtung ein Rücklauf aus dem zweiten Druckraum der Längenverstelleinrichtung gesperrt ist und der erste Druckraum der Längenverstelleinrichtung drainiert ist.

5 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels kann dabei zur Verstellung der wirksamen Länge des Pleuels insbesondere jeweils einem der beiden Druckräume der Längenverstelleinrichtung aus dem Pleuellager des größeren Pleuelauges über die Hydraulikmediumzuleitung Hydraulikmedium zugeführt werden bzw. infolge einer Hubbewegung in einen der beiden Druckräume eingesaugt werden, 10 während gleichzeitig ein Rücklauf, d.h. eine Fluidverbindung zur Drainage, gesperrt ist, und ein Rücklauf aus dem anderen Druckraum geöffnet ist, so dass sich in diesem anderen Druckraum kein Hydraulikdruck in der Längenverstelleinrichtung aufbauen kann. Infolgedessen kann sich der Druckraum, dessen Rücklauf gesperrt ist, insbesondere nach einer Änderung des Steuerungszustands, zunehmend und insbesondere über mehrere 15 Hübe mit Hydraulikmedium füllen und ein entsprechender Hydraulikdruck darin aufbauen, welcher eine Längenverstellung des Pleuels bewirkt infolge einer Relativbewegung der beiden Pleuelstangenabschnitte zueinander, insbesondere ein teleskopartiges Auseinanderziehen und/oder ein Ineinanderschieben, während gleichzeitig der andere Druckraum entleert wird.

20 Das heißt mit anderen Worten, dass in einer vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels die Längenverstelleinrichtung eines erfindungsgemäßen Pleuels insbesondere derart ausgebildet ist, dass zur Verstellung einer Länge des Pleuels einem Druckraum der Längenverstelleinrichtung über die Hydraulikmediumzuleitung Hydraulikmedium zugeführt werden kann bzw. in den Druckraum eingesaugt werden kann, während gleichzeitig der andere Druckraum drainiert ist, so dass sich in der Folge die ge- 25 wünschte Veränderung der wirksamen Pleuellänge einstellt.

Insbesondere ist die Längenverstelleinrichtung dabei derart ausgebildet, dass infolge der auf das Pleuel wirkenden äußeren Kräfte bei einem Aufwärtshub der Pleuelstange Hydraulikmedium über die Hydraulikmediumzuleitung und den jeweils mit dieser fluidkom- 30 munizierend verbundenen Druckraum der Längenverstelleinrichtung eingesaugt werden kann, während der andere Druckraum der Längenverstelleinrichtung, welcher drainiert ist, entleert wird, wobei das Hydraulikmedium dazu vorzugsweise über die mit diesem

Druckraum fluidkommunizierend verbundene Drainage in den Pleuelraum abgeführt werden kann.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels ist das Pleuel insbesondere derart ausgebildet, dass in einem ersten Steuerungszustand der
5 Steuereinrichtung die Hydraulikmediumzuleitung mit dem ersten Druckraum der Längenverstelleinrichtung fluidkommunizierend verbunden ist und der zweite Druckraum der Längenverstelleinrichtung mit der Drainage und in einem zweiten Steuerungszustand der Steuereinrichtung die Hydraulikmediumzuleitung mit dem zweiten Druckraum der Längenverstelleinrichtung fluidkommunizierend verbunden ist und der erste Druckraum der
10 Längenverstelleinrichtung mit der Drainage.

Die Steuereinrichtung ist dabei insbesondere derart mit der Längenverstelleinrichtung wirkverbunden, insbesondere hydraulisch, dass durch ein Betätigen der Steuereinrichtung, insbesondere durch ein Umschalten der Steuereinrichtung vom ersten Steuerungszustand in den zweiten Steuerungszustand, insbesondere mithilfe eines Stellelements
15 und/oder eines Betätigungsmittels, eine Änderung der wirksamen Pleuellänge bewirkt werden kann.

Die Steuereinrichtung eines erfindungsgemäßen, längenverstellbaren Pleuels ist dabei vorzugsweise derart ausgebildet und wirkt insbesondere derart mit der Längenverstelleinrichtung zusammen und/oder ist derart mit der Längenverstelleinrichtung wirkverbunden,
20 dass sich im ersten Steuerungszustand eine erste, wirksame Pleuellänge einstellt und im zweiten Schaltsteuerungszustand eine zweite, wirksame Pleuellänge.

Insbesondere ist die Steuereinrichtung derart ausgebildet, dass sich bei einem ersten anliegenden Motoröl-Druck, bezogen auf einen funktionsgemäßen Verwendungszustand in einer Hubkolbenmaschine, insbesondere einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, der
25 erste Steuerungszustand einstellt, wobei dazu das Stellelement insbesondere die erste Stellposition einnimmt, und bei einem zweiten anliegenden Motoröl-Druck der zweite Schaltzustand, wobei in diesem Fall das Stellelement die zweite Stellposition einnimmt.

Besonders bevorzugt ist das Stellelement und/oder ein Betätigungsmittel dazu entgegengesetzt einer Rückstellkraft im hydraulischen Arbeitsraum entlang einer Betätigungsschnecke
30 verschiebbar, insbesondere entgegen einer mittels einer Rückstellfeder erzeugten, insbesondere definierten, Rückstellkraft, wobei die Federsteifigkeit der Rückstellfeder insbesondere derart gewählt ist, dass sich bei einem ersten, niedrigeren Motoröl-Druckniveau

der erste Steuerungszustand einstellt und das Stellelement und/oder Betätigungsmittel die erste Stellposition einnimmt und von der Rückstellfeder in der ersten Stellposition gehalten wird, und sich bei einem zweiten, höheren Motoröl-Druckniveau, insbesondere einem Motoröl-Druckniveau, bei welchem ein anderes Verdichtungsverhältnis gewünscht ist, der zweite Steuerungszustand einstellt, wobei dazu das Stellelement und/oder das
5 Betätigungsmittel insbesondere mithilfe des anliegenden Motoröl-Drucks entgegen der Rückstellkraft entlang der Betätigungssachse innerhalb des hydraulischen Arbeitsraum verschoben wird und die zweite Stellposition einnimmt. Das heißt, dass die Federsteifigkeit der Rückstellfeder insbesondere derart gewählt ist, dass bei einem zweiten, höheren
10 Motoröl-Druckniveau, bei welchem gegenüber einem ersten Motoröl-Druckniveau eine Längenverstellung, insbesondere eine Änderung der wirksamen Pleuellänge herbeigeführt werden soll, überwunden wird.

Statt wie vorbeschrieben hydraulisch kann die Steuereinrichtung eines erfindungsgemäßen, längenverstellbaren Pleuels auch auf eine alternative Art und Weise ausgebildet
15 sein und beispielsweise ein mechanisch und/oder (elektro-)magnetisch betätigbares Stellelement und/oder Betätigungselement aufweisen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels weist mindestens eine Ventilausnehmung eine sacklochartige Ausnehmung auf oder ist als Sackloch ausgebildet, insbesondere mit einer Ventilausnehmungsöffnung. Bevorzugt
20 weist die Ventilausnehmung wenigstens einen Abschnitt mit einem Innengewinde auf, insbesondere mit einem an die Ventilausnehmungsöffnung angrenzenden Innengewinde. Besonders bevorzugt erstreckt sich das Innengewinde dabei entlang der entsprechenden Ventilausnehmung höchstens bis zu der in die Ventilausnehmung eingebrachten, vormontierten Ventilbaugruppe, so dass gleichzeitig ein fester, insbesondere abdichtender, Sitz des eingeschraubten Sicherungsmittels und der Ventilbaugruppe ermöglicht
25 wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels verläuft mindestens eine Ventilausnehmung wenigstens im Wesentlichen senkrecht, insbesondere
30 exakt senkrecht, zu einer Pleuellängsachse, entlang welcher die Pleuellänge der Pleuelstange veränderbar ist, und/oder erstreckt sich zumindest teilweise derart. Besonders bevorzugt verläuft und/oder erstreckt sich die mindestens eine Ventilausnehmung zumindest teilweise, vorzugsweise komplett, jeweils bezogen auf einen funktionsgemä-

Benutzungszustand des Pleuels in einer Hubkolbenmaschine, insbesondere parallel zu einer Pleuellagerachse.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels ist mindestens eine Ventilausnehmung eine Steuerventilausnehmung, wobei in wenigstens eine Steuerventilausnehmung eine vormontierte Steuerventilbaugruppe eingebracht ist, insbesondere eine vormontierte Steuerventilbaugruppe, welche einen in ein Steuerventilgehäuse mit einem Ventilsitz eingebrachten Ventilkörper und ein in das Steuerventilgehäuse eingebrachtes Federelement aufweist. Bevorzugt ist das Federelement dabei in axialer Richtung mittels eines Federsitzes im Steuerventilgehäuse gesichert, insbesondere derart, dass sich das Federelement parallel zur Steuerventillängsachse in einer Richtung gegen den Federsitz abstützt, und wobei sich das Federelement besonders bevorzugt, insbesondere in einem funktionsgemäßen Benutzungszustand des Pleuels in wenigstens einem Steuerzustand, in der anderen Richtung insbesondere am Ventilkörper abstützt.

Bevorzugt definiert eine Längsachse des Steuerventilgehäuses die Steuerventillängsachse, wobei der Ventilkörper und das Federelement vorzugsweise entlang der Steuerventillängsachse und insbesondere von einer ersten, dem Ventilsitz zugewandten Seite in das Steuerventilgehäuse eingebracht sind, und wobei der Ventilkörper und das Federelement vorzugsweise derart im Steuerventilgehäuse angeordnet sind, dass der Ventilkörper innerhalb des Steuerventilgehäuses, insbesondere entlang der Steuerventillängsachse, zwischen dem Ventilsitz und dem Federelement angeordnet ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels weist die Steuerventilbaugruppe zusätzlich zum Ventilkörper und zum Federelement einen im Steuerventilgehäuse angeordneten Betätigungskörper auf, wobei vorzugsweise der Ventilkörper und das Federelement auf einer dem Ventilsitz zugewandten Seite innerhalb des Steuerventilgehäuses angeordnet sind und der Betätigungskörper auf einer vom Ventilsitz abgewandten Seite. Der Betätigungskörper ist dabei vorzugsweise ebenfalls entlang der Steuerventillängsachse und insbesondere ebenfalls von der ersten Seite in das Steuerventilgehäuse eingebracht. Alternativ kann der Betätigungskörper auch von der zweiten, vom Ventilsitz abgewandten Seite in das Steuerventilgehäuse eingebracht sein.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels ist mindestens eine Ventilausnehmung eine Rückschlagventilausnehmung, in welche insbe-

sondere eine vormontierte Rückschlagventilbaugruppe eingebracht ist, wobei die Rückschlagventilbaugruppe einen in ein Rückschlagventilgehäuse mit einem Ventilsitz eingebrachten Ventilkörper und ein in das Rückschlagventilgehäuse eingebrachtes Federelement aufweist. Das Federelement ist dabei besonders bevorzugt in axialer Richtung mittels eines Federsitzes im Rückschlagventilgehäuse gesichert, insbesondere derart, dass sich das Federelement parallel zur Rückschlagventillängsachse in einer Richtung gegen den Federsitz abstützt.

Bevorzugt definiert eine Längsachse des Rückschlagventilgehäuses die Rückschlagventillängsachse, wobei der Ventilkörper und das Federelement vorzugsweise entlang der Rückschlagventillängsachse und insbesondere von einer ersten, dem Ventilsitz zugewandten Seite in das Rückschlagventilgehäuse eingebracht sind. Der Ventilkörper und das Federelement sind insbesondere derart im Rückschlagventilgehäuse angeordnet, dass der Ventilkörper innerhalb des Rückschlagventilgehäuses, insbesondere entlang der Rückschlagventillängsachse, zwischen dem Ventilsitz und dem Federelement angeordnet ist.

Bei wenigstens einer Ventilbaugruppe ist ein vorhandener Federsitz vorzugsweise in das zugehörige Ventilgehäuse eingepresst oder eingeschraubt und insbesondere bis zu einem Anschlag in das zugehörige Ventilgehäuse eingebracht, insbesondere bis zu einer sich bevorzugt in einer Ebene senkrecht zum Ventilgehäuse erstreckenden Anschlagfläche. Hierdurch kann eine besonders einfache Montage des Federsitzes erreicht werden, insbesondere ergibt sich eine besonders einfach zu beherrschende Toleranzkette.

Wird hingegen der Federsitz nicht definiert in das zugehörige Ventilgehäuse eingebracht, wie beispielsweise durch Einbringen bis zu einem Anschlag, sondern undefiniert und damit nicht auf Maß und erst mit Sichern der vormontierten Ventilbaugruppe bis auf ein gewünschtes Maß durch Aufbringen einer axialen Anpress- und/oder Einpresskraft in das Steuerventilgehäuse eingebracht, ist für ein genaues Einstellen einer Vorspannkraft und/oder Rückstellkraft des Federelementes eine längere Toleranzkette zu berücksichtigen, da auch die Toleranzen des Sicherungsmittels sowie des kompletten Ventilgehäuses in Richtung der Ventilgehäuselängsachse zu berücksichtigen sind (insbesondere die jeweiligen Toleranzen in Bezug auf die Länge der einzelnen Bauteile).

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels ist mindestens eine vormontierte Ventilbaugruppe derart in die zugehörige Ventilausnehmung eingebracht und/oder derart in der Ventilausnehmung gesichert, dass sich in einem funk-

tionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels der Federsitz gegen einen Anschlag und/oder einen Boden der zugehörigen Ventilausnehmung abgestützt ist, insbesondere derart, dass das Federelement hierdurch derart vorgespannt ist, dass in wenigstens einem Zustand der Ventilbaugruppe der zugehörige Ventilkörper mittels des auf diese
5 Weise vorgespannten Federelements gegen den Ventilsitz des zugehörigen Ventilgehäuses gepresst ist und ein Hydraulikmediumdurchfluss durch die Ventilbaugruppe hindurch zumindest teilweise in einer ersten Richtung gesperrt ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels liegt das mindestens eine Sicherungsmittel in einem gesicherten Zustand der Ventilbaugruppe,
10 insbesondere in einem funktionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels, mit einer sich insbesondere senkrecht zur zugehörigen Ventillängsachse erstreckenden Kontaktfläche, insbesondere mit seinem Ende, am zugehörigen Ventilgehäuse an, wobei das zugehörige Ventilgehäuse und/oder das Sicherungsmittel einen Schaftabschnitt aufweist. Dabei weist besonders bevorzugt wenigstens ein Schaftabschnitt des Ventilgehäuses
15 und/oder des Sicherungsmittels, insbesondere nur ein Schaftabschnitt des Ventilgehäuses, einen mit der Längenverstelleinrichtung strömungsverbundenen Hydraulikkanalabschnitt auf sowie insbesondere einen in den Hydraulikkanalabschnitt mündenden Versorgungskanalabschnitt, durch welchen Hydraulikmedium in den Hydraulikkanalabschnitt einströmen und ausströmen kann.

Vorzugsweise ist der Schaftabschnitt ein Teil des Steuerventilgehäuses, der im eingebrachten und gesicherten, insbesondere festgesetzten Zustand der Steuerventilbaugruppe mit dem Sicherungsmittel in Kontakt steht. Der in dem Schaftabschnitt angeordnete Hydraulikkanalabschnitt ist dabei vorzugsweise als Zentralbohrung durch das Steuerventilgehäuse ausgebildet und verläuft vorzugsweise entlang der Steuerventillängsachse.
20 Insbesondere kann der Hydraulikkanalabschnitt ein Teil eines Steuerventilgehäuseinnenraums sein, wobei insbesondere ein zugehöriger, im Steuerventilgehäuse ausgebildeter Ventilsitz und/oder ein zugehöriger, im Steuerungsventilgehäuse vorgesehener Betätigungsmitteldurchgriff in den Hydraulikkanalabschnitt übergehen können.

Der Versorgungskanalabschnitt verläuft besonders bevorzugt radial im Schaftabschnitt,
30 insbesondere im Wesentlichen senkrecht zur Steuerventillängsachse. Der Versorgungskanalabschnitt kann aber auch unter einem Winkel zur Steuerventillängsachse verlaufen. Der Versorgungskanalabschnitt mündet vorzugsweise mit einer Versorgungsöffnung in

den Hydraulikkanalabschnitt und weist insbesondere einen runden oder ovalen Querschnitt auf.

Vorzugsweise liegt der Schaftabschnitt in einer Ebene senkrecht zur Steuerventillängsachse am Sicherungsmittel und/oder am Steuerventilgehäuse an.

- 5 Ist der Schaftabschnitt Teil des Steuerventilgehäuses und sind ein Hydraulikkanalabschnitt und ein Versorgungskanalabschnitt nur im Steuerventilgehäuse vorgesehen, kann ein besonders einfaches Sicherungsmittel verwendet werden. In diesem Fall ist lediglich das Ventilgehäuse aufwendig hinsichtlich seiner Fertigung. Hingegen kann insbesondere ein Sicherungsmittel ohne einen vorbeschriebenen Hydraulikkanalabschnitt
10 verwendet werden, was die Verwendung eines Standard-Bauteils, beispielsweise einer Standard-Verschlussschraube, ermöglicht.

- Alternativ oder zusätzlich kann der Schaftabschnitt auch Teil des Sicherungsmittels sein, wobei in diesem Fall der Hydraulikkanalabschnitt bevorzugt in den Steuerventilinnenraum des Steuerventilgehäuses übergeht, in dem der Ventilkörper angeordnet ist und
15 durch den sich gegebenenfalls das Betätigungsmittel hindurch erstreckt. Vorzugsweise fluchtet der Hydraulikkanalabschnitt dabei mit einer Zentralbohrung des Steuerventilgehäuses im Inneren des Steuerventilgehäuses.

- In einigen Fällen kann es jedoch trotz der aufwendigeren und damit kostenintensiveren Herstellung vorteilhafter sein, wenn sowohl das Ventilgehäuse als auch das Sicherungsmittel einen entsprechenden Hydraulikkanalabschnitt aufweisen, beispielsweise,
20 wenn ein relativ langer Abschnitt in Ventillängsrichtung überbrückt werden muss oder wenn nur wenig Bauraum zur Verfügung steht und damit eine sehr geringe Baulänge erforderlich ist, d.h. nur eine Ventilausnehmung mit einer geringen Tiefe, zur Verfügung steht.

- 25 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels weist das Pleuel wenigstens eine Betätigungsausnehmung und ein in der Betätigungsausnehmung eingebrachtes Betätigungsmittel auf. In einem funktionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels kreuzt die Betätigungsausnehmung dabei insbesondere mindestens eine Steuerventilausnehmung, vorzugsweise sämtliche Steuerventilausnehmungen,
30 wobei die Betätigungsausnehmung im Wesentlichen senkrecht oder exakt senkrecht zu der mindestens einen Steuerventilausnehmung verläuft und/oder sich senkrecht zu wenigstens einer Steuerventilausnehmung, bevorzugt zu allen, erstreckt. Das

Betätigungsmittel ist bevorzugt zur Betätigung mindestens einer Ventilbaugruppe ausgebildet, insbesondere zur Betätigung mindestens einer Steuerventilbaugruppe, und insbesondere derart ausgebildet und im Pleuel angeordnet, dass es mit wenigstens einer Steuerventilbaugruppe derart zusammenwirkt, vorzugsweise mit dem Ventilkörper und/oder dem Betätigungskörper wenigstens einer Steuerventilbaugruppe, dass die Ventilbaugruppe mittels des Betätigungsmittels betätigbar ist, insbesondere durch ein axiales Verlagern, insbesondere axiales Verschieben des Betätigungsmittels entlang seiner Längsachse.

Besonders bevorzugt ist das Betätigungsmittel dabei derart ausgebildet und/oder derart in der Betätigungsausnehmung angeordnet und/oder wirkt derart mit wenigstens einer Steuerventilbaugruppe zusammen, dass ein axiales Verlagern des Betätigungsmittels ein Abheben oder Anlegen des Ventilkörpers an den Ventilsitz der Steuerventilbaugruppe im Steuerventilgehäuse bewirkt, vorzugsweise indirekt über den Betätigungskörper und insbesondere in einer Richtung senkrecht zur Längsrichtung und/oder Verlagerungsrichtung des Betätigungsmittels.

Zum Zusammenwirken mit dem Betätigungsmittel weist wenigstens eine Steuerventilbaugruppe vorzugsweise eine Betätigungsöffnung (Betätigungsmitteldurchgriff) auf, in welche das Betätigungsmittel einsteckbar und/oder eingesteckt ist oder durch welche das Betätigungsmittel hindurchsteckbar und/oder hindurchgesteckt ist, insbesondere derart, dass insbesondere der Ventilkörper oder der Betätigungskörper wenigstens einer Steuerventilbaugruppe zumindest teilweise und insbesondere in wenigstens einem Betriebszustand des Pleuels, am Betätigungsmittel anliegt.

Besonders bevorzugt ist das Betätigungsmittel dabei ebenfalls mittels eines Sicherungsmittels in der Betätigungsausnehmung gesichert, insbesondere gegen ein Herausfallen aus der Betätigungsausnehmung, insbesondere in Längsrichtung des Betätigungsmittels.

Insbesondere ist wenigstens eine Ventilbaugruppe, das Betätigungsmittel oder wenigstens ein Sicherungsmittel vollständig in die zugehörige Ventilausnehmung eingebracht.

Besonders bevorzugt ist ferner mindestens eine Ventilausnehmung und/oder die Betätigungsausnehmung mittels des zugehörigen Sicherungsmittels zumindest teilweise, insbesondere im Bereich des Sicherungsmittels, durch das zugehörige Sicherungsmittel gegen ein Austreten von Hydraulikmedium, insbesondere in Längsrichtung der zugehöri-

gen Ausnehmung, abgedichtet. Vorzugsweise ist dazu das jeweilige Sicherungsmittel zumindest teilweise derart in die zugehörige Steuer- bzw. Rückschlagventilausnehmung eingeführt, dass das Sicherungsmittel flächig an einer Innenseite der Ausnehmung anliegt bzw. mit ihr in Wechselwirkung tritt. Weiter vorzugsweise weist das Sicherungsmittel
5 einen Kopfabschnitt auf, der die entsprechende Ventilausnehmung zumindest teilweise abdeckt. Dadurch kann auch hohen Drücken des Hydraulikmediums innerhalb der Ventilausnehmung standgehalten werden.

Ferner ist vorzugsweise mindestens eine Ventilausnehmung derart ausgebildet ist, dass das Pleuel zwischen der Ventilausnehmung und zumindest einer Funktionsfläche der
10 zugehörigen, vormontierten und in die zugehörige Ventilausnehmung eingebrachten Ventilbaugruppe eine Übergangspassung, insbesondere eine H7/j6-Passung, aufweist, insbesondere zwischen einer an eine Dichtfläche angrenzenden Funktionsfläche und der Ventilausnehmung. Hierdurch kann eine vormontierte Ventilbaugruppe durch leichte
15 Schläge und/oder von Hand in der entsprechenden Ventilausnehmung, insbesondere entlang der Längsachse der entsprechenden Ventilausnehmung verschoben und/oder positioniert werden. Eine zugehörige Ventilausnehmung wird dabei besonders bevorzugt als (Sackloch-)Bohrung mit einem Nenn-Durchmesser von im Wesentlichen 5,6 mm gefertigt.

Vorzugsweise ist die Steuerventilausnehmung ferner derart gefertigt, dass die Ventilausnehmung einen, insbesondere kegelstumpffartigen Dichtsitz für die Steuerventilbaugruppe
20 in der Steuerventilausnehmung aufweist, insbesondere einen zur Steuerventillängsachse geneigten Dichtsitz, wobei vorzugsweise wenigstens eine Ventilbaugruppe eine korrespondierend ausgebildete, insbesondere zur Längsachse geneigte, vorzugsweise kegelstumpfförmige, Dichtfläche aufweist, insbesondere an der Außenseite des zugehörigen Ventilgehäuses.
25

In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist wenigstens eine Ventilausnehmung einen solchen Dichtsitz auf und die zugehörige, in die Ventilausnehmung eingebrachte, vormontierte Ventilbaugruppe eine entsprechend und korrespondierend zum Dichtsitz ausgebildete Dichtfläche, wobei die Ventilbaugruppe mittels der Sicherungsmittels in der Ventilausnehmung derart gesichert ist, dass für eine zumindest teilweise Abdichtung der
30 Ventilausnehmung die Dichtfläche der Ventilbaugruppe, insbesondere des Steuerventilgehäuses, in axialer Richtung, d.h. in Richtung der Steuerventillängsachse, gegen den Dichtsitz gepresst wird. Hierdurch kann Hydraulikmedium, dessen Rücklauf, etwa aus

einer Hydraulikkammer heraus, durch die Ventilbaugruppe hindurch gesperrt ist, am Austreten aus der Ventilausnehmung in Längsrichtung, insbesondere über die Ventilausnehmungsöffnung, gehindert werden.

Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft eine Hubkolbenmaschine, insbesondere Hubkolbenbrennkraftmaschine, mit einem längenverstellbaren Pleuel nach dem zweiten Aspekt der Erfindung.

Ein vierter Aspekt der Erfindung betrifft ein Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug, mit einer Hubkolbenmaschine nach dem dritten Aspekt der Erfindung.

Diese und weitere Merkmale und Vorteile gehen außer aus den Ansprüchen und aus der Beschreibung auch aus den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich alleine oder zu mehreren, in Form von Unterkombinationen bei einer Ausgestaltung der Erfindung verwirklicht sein können und eine vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführung darstellen können, sofern diese technisch sinnvoll sind.

Manche der genannten Merkmale bzw. Eigenschaften betreffen sowohl ein erfindungsgemäßes Verfahren sowie ein erfindungsgemäßes längenverstellbares Pleuel und/oder eine erfindungsgemäße Hubkolbenmaschine und/oder ein erfindungsgemäßes Fahrzeug. Einige dieser Merkmale und Eigenschaften werden nur einmal beschrieben, gelten jedoch unabhängig voneinander im Rahmen technisch möglicher Ausgestaltungen sowohl für ein erfindungsgemäßes Verfahren als auch für ein erfindungsgemäßes längenverstellbares Pleuel, eine erfindungsgemäße Hubkolbenmaschine sowie für ein erfindungsgemäßes Fahrzeug.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen, die in den Figuren dargestellt sind, näher erläutert, wobei funktionsgleiche Bauteile und/oder Baugruppen die gleichen Bezugszeichen aufweisen, auch über mehrere Ausführungsbeispiele hinweg. Es zeigen wenigstens teilweise schematisch:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines längenverstellbaren Pleuels in Seitenansicht,

Fig. 2 einen ersten Pleuelteil des längenverstellbaren Pleuels aus Fig. 1, ebenfalls in Seitenansicht, mit teilweiser Darstellung verborgener Konturen,

- Fig. 3 einen Ausschnitt des längenverstellbaren Pleuels aus Fig. 1 in einem ersten Schnitt entlang einer ersten Schnittebene X-X',
- Fig. 4 einen Ausschnitt des längenverstellbaren Pleuels aus Fig. 1 in einem zweiten Schnitt entlang einer zweiten Schnittebene Y-Y',
- 5 Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer vormontierten Steuerventilbaugruppe in einem Längsschnitt, und
- Fig. 6 ein Ablaufdiagramm zu einem ersten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines längenverstellbaren Pleuels 1 in Seitenansicht, wobei das Pleuel 1 einen ersten Pleuelteil 2 bzw. einen ersten Pleuelstangenabschnitt 2 sowie einen zweiten Pleuelteil 4 bzw. einen zweiten Pleuelstangenabschnitt 4 aufweist. Dabei weist der erste Pleuelteil 2 des Pleuels 1 ein großes Pleuelauge 3 zur Verbindung des Pleuels 1 mit einer hier nicht dargestellten Pleuelwelle und der zweite Pleuelteil 4 des Pleuels 1 ein kleines Pleuelauge 5 zu Verbindung des Pleuels 1 mit einem ebenfalls nicht dargestellten Pleuelkolben auf. Der erste Pleuelteil 2 und zweite Pleuelteil 4 sind dabei entlang einer Pleuellängsachse Z relativ zueinander verschiebbar, insbesondere teleskopartig ineinander und auseinander, so dass eine wirksame Pleuelänge L des Pleuels 1 veränderbar, insbesondere einstellbar, ist.

Das Pleuel 1, insbesondere der erste Pleuelteil 2, weist im vorliegenden Beispiel zwei Steuerventilausnehmungen 6 und zwei Rückschlagventilausnehmungen 8 auf, die vorzugsweise oberhalb des großen Pleuelauges 3 und zwischen dem großen Pleuelauge 3 und dem kleinen Pleuelauge 5, insbesondere in einem Bereich des Pleuel 1 am großen Pleuelauge 3, angeordnet sind und in bevorzugter Weise senkrecht zur Pleuellängsachse Z und parallel zu einer Pleuelwellenachse verlaufen, bezogen auf einen funktionsgemäßen Einbautzustand des Pleuels 1 in einer Pleuelkolbenmaschine.

In den Steuerventilausnehmungen 6 ist jeweils eine vormontierte Steuerventilbaugruppe 14 (siehe Fig. 3 und 4) angeordnet und durch ein Sicherungsmittel 9, insbesondere eine in die jeweilige Steuerventilausnehmung 6 eingeschraubte Schraube 9, festgesetzt, und dadurch insbesondere zum einen gegen ein Herausfallen aus der zugehörigen Steuerventilausnehmung 6 gesichert sowie ferner in diesem Fall in axialer Richtung in der Steuerventilausnehmung 6 fixiert.

In den Rückschlagventilausnehmungen 8 ist jeweils eine vormontierte Rückschlagventilbaugruppe 15 (siehe Fig. 3) angeordnet und ebenfalls durch ein Sicherungsmittel 9 festgesetzt und dadurch ebenfalls zum einen gegen ein Herausfallen aus der zugehörigen Rückschlagventilausnehmung 6 gesichert sowie ferner in axialer Richtung in der Rückschlagventilausnehmung 6 fixiert.

Fig. 2 zeigt einen ersten Pleuelteil 2 des längenverstellbaren Pleuels 1 aus Fig. 1, ebenfalls in Seitenansicht, mit teilweiser Darstellung verborgener Konturen, welche durch die gestrichelten Linien angedeutet sind. Anhand dieser ist erkennbar, dass der erste Pleuelteil 2 insbesondere einen sich entlang der Pleuellängsachse Z erstreckenden Führungs- und Hydraulikzylinder 10 aufweist. Der Hydraulikzylinder 10 ist dabei dazu ausgebildet und eingerichtet, den in Figur 1 gezeigten zweiten Pleuelteil 4 des Pleuels 1 zumindest teilweise aufzunehmen und den zweiten Pleuelteil 4 zu führen, welcher innerhalb des Führungs- und Hydraulikzylinders 10 und entlang der Pleuellängsachse Z relativ zum ersten Pleuelteil 2 verschiebbar ist und insbesondere teleskopartig in den ersten Pleuelteil 2 einschiebbar und aus diesem herausziehbar ist zum Verändern der wirksamen Pleuellänge L.

Der vor dem Hydraulikzylinder 10 aufgenommene Teil des zweiten Pleuelteils 2 des Pleuels 1 ist dabei vorzugsweise als Hydraulikkolben, insbesondere als Stufenkolben, ausgebildet und bildet zusammen mit dem Hydraulikzylinder 10 zwei nicht näher bezeichnete Hydraulikkammern bzw. (Hoch-)Druckräume, wobei der Hydraulikkolben und der Hydraulikzylinder 10 Teil einer Längenverstelleinrichtung 7 zur Veränderung, insbesondere Einstellung, der wirksamen Pleuellänge L sind.

Die Hydraulikkammern sind in bevorzugter und aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannter Weise (siehe beispielsweise WO 2015/055582 A1 oder WO 2016/064193 A1) mit einem Hydraulikmedium befüllbar zum Verändern der wirksamen Pleuellänge L und zu diesem Zweck über Hydraulikleitungen 11 sowie über in den Steuerventilausnehmungen 6 bzw. den Rückschlagventilausnehmungen 8 (siehe Fig. 1) eingebrachte Steuerventilbaugruppen 14 und Rückschlagventilbaugruppen 15, mit einer Hydraulikmediumzuleitung 12, über welche der Längenverstelleinrichtung 7 insbesondere Hydraulikmedium aus dem Pleuellager im Bereich des großen Pleuelauge 3 des ersten Pleuelteils 2 zugeführt werden kann, fluidkommunizierend verbindbar.

Die Steuerventilbaugruppen 14 und Rückschlagventilbaugruppen 15 sind bei diesem Ausführungsbeispiel dazu eingerichtet, einen Hydraulikmediumfluss von der Hydraulik-

mediumzuleitung 12 in die Hydraulikkanäle 11 und weiter in die Hydraulikkammern, insbesondere den Hydraulikzylinder 10, der Längenverstelleinrichtung 7 zu steuern und damit die Längenverstellung des Pleuels 1, wobei jeder Hydraulikkammer eine Steuerventilbaugruppe 14 und eine Rückschlagventilbaugruppe 15 zugeordnet ist.

5 Die Rückschlagventilbaugruppen 15 sind dabei insbesondere dazu eingerichtet, einen Hydraulikmediumfluss vom großen Pleuelauge 3 über die Hydraulikmediumzuleitung 12 und die Hydraulikkanäle 11 in mindestens eine Hydraulikkammer der Längenverstelleinrichtung 7 zu ermöglichen, einen Rücklauf bzw. Abfluss in die andere Richtung jedoch zu verhindern.

10 Die Steuerventilbaugruppen 14 sind insbesondere ebenfalls dazu eingerichtet einen Hydraulikmediumfluss vom großen Pleuelauge 3 über die Hydraulikmediumzuleitung 12 und die Hydraulikkanäle 11 in mindestens eine Hydraulikkammer der Längenverstelleinrichtung 7 zu ermöglichen. Im Unterschied zu den Rückschlagventilbaugruppen 15 weisen die Steuerventilbaugruppen 14 jedoch mindestens zwei Betätigungszustände auf,
15 wobei in einem ersten Betätigungszustand ein Rücklauf aus der zugehörigen Hydraulikkammer gesperrt ist und in einem zweiten Betätigungszustand freigegeben ist.

Zum Umschalten der beiden Steuerventilbaugruppen 14, insbesondere jeweils zwischen dem ersten Betätigungszustand und dem zweiten Betätigungszustand, ist ein Betätigungsmittel 16 vorgesehen (siehe Fig. 4), das in einer Betätigungsausnehmung 13 des
20 längenverstellbaren Pleuels 1, insbesondere innerhalb des zweiten Pleuelteils 2, axial beweglich, insbesondere verschiebbar, gelagert ist und bei diesem Ausführungsbeispiel selbst hydraulisch betätigbar ist, die Steuerventilbaugruppen 14 jedoch mechanisch betätigt. Grundsätzlich kann das Betätigungsmittel 16 auch elektromechanisch oder ebenfalls mechanisch oder dergleichen betätigt werden.

25 Das Betätigungsmittel und die Steuerventilbaugruppen 14 sind dabei derart ausgebildet und wirken derart zusammen, dass sich jeweils eine der beiden Steuerventilbaugruppen 14 im ersten Betätigungszustand befindet, d.h. dass ein Hydraulikmediumrücklauf aus der zugehörigen Hydraulikkammer gesperrt ist, während sich die andere Steuerventilbaugruppe 14 im zweiten Betätigungszustand befindet, so dass ein Hydraulikmedium-
30 rücklauf aus der zugehörigen, anderen Hydraulikkammer freigegeben ist.

Ist beispielsweise, bezogen auf die Darstellung ein Rücklauf über den linken Hydraulikkanal 11 gesperrt und ein Rücklauf über den rechten Hydraulikkanal freigegeben, kann

mit jedem Aufwärtshub durch die in Richtung des Hydraulikzylinders jeweils öffnenden Ventilbaugruppen 14 und 15 Hydraulikmedium über die Hydraulikmediumzuleitung 12, durch die Ventilbaugruppen 14 und 15 hindurch sowie über die Hydraulikleitungen 11 in den Hydraulikzylinder 10 eingesaugt werden. Aus der unteren Hydraulikkammer im Bereich des Bodens des Hydraulikzylinders 10 kann jedoch das Hydraulikmedium aufgrund des durch die zugehörige Steuerventilbaugruppe 14 gesperrten Rücklaufs nicht abgeführt werden, wodurch sich diese Hydraulikkammer zunehmend füllt und damit den zweiten Pleuelteil 4 aus dem ersten Pleuelteil 2 herauschiebt und eine Vergrößerung der wirksamen Pleuellänge L bewirkt, insbesondere bis zur maximalen wirksamen Pleuellänge L. In der anderen, oberen Hydraulikkammer kann sich durch den geöffneten Rücklauf aufgrund der anderen, sich im zweiten Betätigungszustand befindenden zugehörigen Steuerventilbaugruppe 14 kein Gegendruck aufbauen.

Werden nun die beiden Steuerventilbaugruppen 14 mittels des Betätigungsmittels 16 betätigt, wobei die erste Steuerventilbaugruppe 14 öffnet, so dass das Hydraulikmedium aus der unteren Hydraulikkammer abfließen kann, und die zweite Steuerventilbaugruppe 14 in den zweiten Zustand überführt, in welchem ein Rücklauf aus der oberen Hydraulikkammer im Bereich des Hydraulikzylinders 10 gesperrt ist, wird bei jedem Abwärtshub Hydraulikmedium aus der unteren Hydraulikkammer gedrückt, während sich die obere Hydraulikkammer füllt, wodurch sich die wirksame Pleuellänge L zunehmend, insbesondere bis zu ihrem Minimum, verringert.

Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt des längenverstellbaren Pleuels aus Fig. 1 in einem ersten Schnitt entlang einer ersten Schnittebene X-X', wobei in dieser Darstellung eine beispielhafte Ausgestaltung der Rückschlagventilbaugruppen 15 sowie einer dazwischen angeordneten Steuerventilbaugruppe 14 jeweils gemäß einem ersten, erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel erkennbar ist.

Die Rückschlagventilbaugruppen 15 und die Steuerventilbaugruppe 14 sind dabei jeweils in einer Rückschlagventilausnehmung 8 bzw. Steuerventilausnehmung 6 des Pleuels 1 angeordnet. Die Ventilausnehmungen 6, 8 sind jeweils als Sacklöcher ausgebildet und durch Bohren in den ersten Pleuelteil 2 eingebracht worden, wobei ferner noch jeweils ein an die jeweilige Öffnung des Sacklochs angrenzendes, hier nicht näher bezeichnetes Innengewinde eingebracht worden ist. Die Ventilausnehmungen 6 bzw. 8 weisen ferner jeweils einen, insbesondere kegelstumpfförmigen, Dichtsitz 6a, 8a auf.

Die Ventilbaugruppen 14 und 15 sind jeweils als vormontierte Ventilbaugruppen in die jeweils zugehörige Ventilausnehmung 6 bzw. 8 eingesetzt worden, insbesondere in Längsrichtung der Ventilausnehmungen 6, 8, und jeweils mittels eines Sicherungsmittels 9, insbesondere jeweils mittels einer in die jeweilige Ventilausnehmung 6, 8 eingeschraubte Sicherungsschraube 9, in axialer Richtung innerhalb der Ventilausnehmungen 6, 8 fixiert, wobei die Ventilbaugruppen 14, 15 jeweils am zugehörigen Dichtsitz 6a, 8a anliegen, insbesondere formschlüssig und damit abdichtend, wobei die Ventilbaugruppen 14, 15 insbesondere mittels des Sicherungsmittels 9 jeweils gegen den zugehörigen Dichtsitz 6a, 8a gepresst werden.

Die Ventilbaugruppen 14, 15 weisen jeweils ein Ventilgehäuse 14b, 15b (Steuerventilgehäuse 14b, Rückschlagventilgehäuse 15b) auf, wobei jeweils eine Dichtfläche des zugehörigen Ventilgehäuses 14b, 15b am Dichtsitz 6a, 8a der jeweiligen Ventilausnehmung 6,8 anliegt, und wobei sich das Sicherungsmittel 9 jeweils in axialer Richtung am zugehörigen Ventilgehäuse 14b, 15b abstützt bzw. über das zugehörige Ventilgehäuse 14b, 15b eine axiale Anpresskraft auf die Ventilbaugruppe 14, 15 aufbringt.

Zudem verschließen die Sicherungsmittel 9 die Ventilausnehmungen 6, 8, insbesondere gegenüber einem Hydraulikmedium, das über einen in die Ventilausnehmungen 6, 8 einmündenden Hydraulikkanal 12 in die Ventilausnehmungen 6,8 eintreten und/oder aus den Ventilausnehmungen 6, 8 austreten kann und dessen Fluss mittels den Steuerventilbaugruppen 14 und/oder den Rückschlagventilbaugruppen 15 zumindest teilweise steuerbar ist.

Dabei steuern die einzelnen Ventilbaugruppen 14, 15 insbesondere einen Hydraulikmediumdurchfluss durch die Ventilbaugruppen 14, 15 hindurch, wobei die Rückschlagventilbaugruppen 15 generell nur einen Hydraulikmediumdurchfluss von dem großen Pleuelauge 3 über die Hydraulikmediumzuleitung 12 durch die Rückschlagventilbaugruppen 15 hindurch weiter über die Hydraulikleitungen 11 ermöglichen, während ein Hydraulikmediumrücklauf in die entgegengesetzte Richtung grundsätzlich gesperrt ist, während die Steuerventilbaugruppen 14 zusätzlich hierzu, jeweils im zweiten Betätigungszustand, auch einen Hydraulikmediumrücklauf in die entgegengesetzte Richtung, d.h. vom Hydraulikzylinder 10 zum großen Pleuelauge 3 und/oder in einen Kurbelwellenraum, ermöglichen und insbesondere auf diese Art und Weise die eigentliche Längenverstellung steuern können.

Dabei ist eine erste der beiden Rückschlagventilbaugruppen 15 (bezogen auf die Darstellung in Fig. 2 die linke, obere Rückschlagventilbaugruppe 15) über einen ersten Hydraulikkanal 11 (bezogen auf die Darstellung in Fig. 2 den linken Hydraulikkanal 11) mit der unteren Hydraulikkammer im Hydraulikzylinder 10 fluidkommunizierend verbunden und die zweite Rückschlagventilbaugruppe 15 (bezogen auf die Darstellung in Fig. 2 die rechte, weiter unten angeordnete Rückschlagventilbaugruppe 15) über einen zweiten Hydraulikkanal 11 (bezogen auf die Darstellung in Fig. 2 den rechten Hydraulikkanal 11) mit der oberen Hydraulikkammer im Hydraulikzylinder 10.

Ferner ist eine erste der beiden Steuerventilbaugruppen 14 (bezogen auf die Darstellung in Fig. 2 die linke, untere Steuerventilbaugruppe 14) über einen ersten Hydraulikkanal 11 (bezogen auf die Darstellung in Fig. 2 den linken Hydraulikkanal 11) mit der unteren Hydraulikkammer im Hydraulikzylinder 10 fluidkommunizierend verbunden und die zweite Steuerventilbaugruppe 14 (bezogen auf die Darstellung in Fig. 2 die rechte, weiter oben angeordnete Steuerventilbaugruppe 14) über einen zweiten Hydraulikkanal 11 (bezogen auf die Darstellung in Fig. 2 den rechten Hydraulikkanal 11) mit der oberen Hydraulikkammer im Hydraulikzylinder 10.

Über einen nicht näher bezeichneten Versorgungskanalabschnitt in den Sicherungsmitteln 9, welcher jeweils mit einem ebenfalls nicht näher bezeichneten Hydraulikkanalabschnitt im jeweiligen Sicherungsmittel 9 sowie jeweils mit einem entsprechenden Hydraulikkanalabschnitt in einem Ventilinnenraum des Ventilgehäuses 14b, 15b fluidverbunden ist, kann jeweils Hydraulikmedium aus der Hydraulikmediumzuleitung 12 dem zugehörigen Ventilinnenraum der jeweiligen Ventilbaugruppe 14, 15 zugeführt werden.

Dabei liegen die Sicherungsmittel 9 in einem gesicherten Zustand der Ventilbaugruppe 14, 15 mit einer sich insbesondere senkrecht zur zugehörigen Ventillängsachse SVA, RVA erstreckenden Kontaktfläche, insbesondere mit ihrem Ende, jeweils am zugehörigen Ventilgehäuse 14b, 15b an, wobei die Sicherungsmittel 9 jeweils einen Schaftabschnitt aufweisen, in welchem jeweils der Versorgungskanalabschnitt und der entsprechende Hydraulikkanalabschnitt angeordnet sind. Die Ventilgehäuse 14b, 15b weisen ebenfalls einen Schaftabschnitt auf, welcher am Schaftabschnitt des jeweiligen, zugehörigen Sicherungsmittels 9 anliegt und in welchem sich jeweils der mit den Kanalabschnitten im zugehörigen Sicherungsmittel 9 fluidkommunizierende Hydraulikkanalabschnitt des Ventilgehäuses 14b, 15b befindet.

Die Versorgungskanalabschnitte der Sicherungsmittel 9 verlaufen dabei in diesem Fall radial im Schaftabschnitt der Sicherungsmittel 9, insbesondere im Wesentlichen senkrecht zur jeweiligen Ventillängsachse SVA, RVA. Der Versorgungskanalabschnitt kann aber auch unter einem Winkel zur Ventillängsachse SVA, RVA verlaufen. Die Versorgungskanalabschnitte münden dabei jeweils mit einer Versorgungsöffnung in den zugehörigen Hydraulikkanalabschnitt und weisen bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel insbesondere einen runden Querschnitt auf.

Zum Öffnen oder Sperren eines Hydraulikmediumdurchflusses durch die jeweilige Ventilbaugruppe 14, 15 weisen bei diesem Ausführungsbeispiel alle Ventilbaugruppen 14, 15, d.h. sowohl die Steuerventilbaugruppen 14 als auch die Rückschlagventilbaugruppen 15 jeweils einen Ventilkörper 14a, 15a sowie einen zugehörigen Ventilsitz 14m, 15m auf, wobei die Ventilkörper 14a, 15a jeweils durch Federelemente 14c, 15c, die sich an einem Federsitz 14d, 15d abstützen, in einem geschlossenen, insbesondere gesperrten Zustand, gegen den jeweiligen Ventilsitz 14m, 15m gepresst werden. Durch Verlagern der Ventilkörper 14a, 15a in axialer Richtung vom Ventilsitz 14m, 15m weg entgegen einer vom zugehörigen Federelement 14c, 15c erzeugten Rückstellkraft, insbesondere durch Abheben vom Ventilsitz 14m, 15m entgegen dieser Rückstellkraft, wird jeweils ein Hydraulikmediumdurchfluss durch die jeweilige Ventilbaugruppe 14, 15 ermöglicht.

Bei den Rückschlagventilbaugruppen 15 heben die Ventilkörper 15a jeweils nur vom Ventilsitz 14m, 15m ab, wenn auf den jeweiligen Ventilkörper 15a jeweils eine resultierende Hydraulikdruckkraft wirkt, mit welcher die Rückstellkraft der jeweiligen Federelemente 15c überwunden werden kann. D.h. die Rückschlagventilbaugruppen 15 öffnen jeweils nur, wenn auf der dem großen Pleuelauge 3 zugewandten Seite ein Hydrauliküberdruck anliegt oder auf der dem Hydraulikzylinder 10 zugewandten Seite ein entsprechender Hydraulikunterdruck, der ausreicht, um die Rückstellkraft der jeweiligen Federelemente 15c zu überwinden.

Gleiches gilt für die Steuerventilbaugruppen 14. D.h. diese öffnen ebenfalls, wenn auf der dem großen Pleuelauge 3 zugewandten Seite ein Hydrauliküberdruck anliegt oder auf der dem Hydraulikzylinder 10 zugewandten Seite ein entsprechender Hydraulikunterdruck, der ausreicht, um die Rückstellkraft der jeweiligen Federelemente 14c zu überwinden.

Die Federsteifigkeit der Federelemente 14c, 15c der Rückschlagventilbaugruppen 15 und der Steuerventilbaugruppen 14 ist dabei jeweils derart gewählt, dass die Ventilbau-

gruppen 14, 15 bei Erreichen und/oder Überschreiten einer definierten resultierenden Hydraulikdruckkraft öffnen.

Darüber hinaus können die Steuerventilbaugruppen 14 auch mithilfe des Betätigungsmittels 16 geöffnet werden, wobei die Ventilkörper 14a dazu jeweils mittels des Betätigungsmittels 16 vom Ventilsitz 14m abgehoben werden, insbesondere gegen die Vorspannung des Federelements 14c, so dass das Hydraulikmedium aus einem Hochdruckbereich 6c der Steuerventilausnehmung 6, welcher jeweils über einen Hydraulikkanal 11 fluidkommunizierend mit dem Hydraulikzylinder 10 verbunden ist, über einen Ventinnenraum der Steuerventilbaugruppe 14, insbesondere durch das Steuerventilgehäuse 14b hindurch, über die Hydraulikmediumzuleitung 12 abgeführt werden kann.

Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel weisen die Steuerventilbaugruppen 14 dazu jeweils zusätzlich noch einen Betätigungskörper 14e auf, der dazu eingerichtet ist, das Betätigungsmittel 16 mit dem jeweiligen Ventilkörper 14a zu koppeln und der insbesondere jeweils dazu dient, eine Distanz vom Betätigungsmittel 16 zum Ventilkörper 14a zu überbrücken. Dieser Betätigungskörper 14e ist nicht zwingend erforderlich, hat jedoch den Vorteil, dass der Ventilkörper 14a kleiner dimensioniert werden kann. Infolgedessen steht mehr Bauraum für das Steuerventilgehäuse 14b, insbesondere im Bereich des Ventilsitzes 14m, zur Verfügung, was in einigen Anwendungsfällen vorteilhaft für die strukturelle Auslegung des Ventilsitzes 14m sein kann, insbesondere im Hinblick auf dessen Festigkeit.

In einer alternativen Ausgestaltung einer Steuerventilbaugruppe 14 kann das Betätigungsmittel 16 aber auch direkt mit dem jeweiligen Ventilkörper 14a gekoppelt sein. Dazu ist der Ventilkörper 14a jedoch in der Regel größer zu dimensionieren, d.h. mit einem größeren Ventilkörperdurchmesser auszubilden, mit der Folge, dass der Ventilsitz 14m anders auszulegen ist, insbesondere mit einem größeren Innendurchmesser, was hinsichtlich der Festigkeit des Ventilsitzes 14m in einigen Anwendungsfällen nachteilig sein kann.

Die Betätigungskörper 14e sind dabei jeweils mittels des Betätigungsmittels 16, das sich durch eine Öffnung (Betätigungsmitteldurchgriff 14f) im Steuerventilgehäuse 14b hindurch erstreckt, entlang der Steuerventillängsachse SVA gegen die Federkraft des zugehörigen Federelements 14c bewegbar, um den Ventilkörper 14a vom Ventilsitz 14m abzuheben.

Die Federsitze 14d, 15d, mit denen die Federelemente 14c, 15c der Steuerventilbaugruppen 14 sowie der Rückschlagventilbaugruppen 15 jeweils derart vorgespannt sind, dass sie in einem geschlossenen Zustand gegen den zugehörigen Ventilkörper 14a, 15a gepresst werden, stützen sich wiederum an einem Boden 6b, 8b der jeweiligen Ventilausnehmung 6, 8 ab.

Dabei verschließen die Federsitze 14d, 15d die Ventilgehäuse 14b, 15b auf einer dem Boden 6b, 8b der jeweiligen Ventilausnehmung 6, 8 zugewandten Seite bevorzugt zumindest teilweise, etwa indem die Federsitze 14d, 15d, wie bei diesem Ausführungsbeispiel, in eine dem Boden 6b, 8b zugewandte Öffnung des jeweiligen Ventilgehäuses 14b, 15b eingeschraubt sind.

Bevorzugt verschließen die Federsitze 14d, 15b das zugehörige Ventilgehäuse 14b, 15b jedoch nicht vollständig, sondern weisen vorzugsweise jeweils mindestens eine Ausnehmung 14g, insbesondere eine Federsitzöffnung 14g, auf (siehe Fig. 5), durch welche Hydraulikmedium aus der bzw. in die jeweilige Steuerventilbaugruppe 14 bzw. Rückschlagventilbaugruppe 15 austreten und/oder eintreten kann. Insbesondere kann dadurch Hydraulikmedium aus einem und/oder in einen durch das jeweilige Ventilgehäuse 14b, 15b begrenzten Ventillinnenraum heraus- bzw. hineinströmen, wobei der Ventillinnenraum vorzugsweise als eine entlang einer Steuerventil- bzw. Rückschlagventillängsachse SVA bzw. RVA verlaufende Ausnehmung, insbesondere Zentralbohrung, ausgebildet ist, und in dem bzw. in welcher jeweils der zugehörige Ventilkörper 14a, 15a sowie jeweils das zugehörige Federelement 14c, 15c angeordnet ist.

Insbesondere kann jeweils Hydraulikmedium durch die Ausnehmung 14g aus dem jeweiligen Ventillinnenraum in einen am Boden 6b, 8b der jeweiligen Ausnehmung 6, 8 angeordneten Hochdruckbereich 6c, 8c strömen, wobei die Hochdruckbereiche 6c, 8c jeweils über den zugehörigen Hydraulikkanal 11 (s.o. sowie Fig. 2) mit dem Hydraulikzylinder 10, insbesondere mit jeweils einer der Hydraulikkammern, der Längenverstelleinrichtung strömungsverbunden sind (s.o. sowie Fig. 2).

Alternativ oder zusätzlich, wie bei diesem Ausführungsbeispiel, können auch die jeweiligen Ventilgehäuse 14b, 15b, insbesondere auf der vom Boden 6b, 8b abgewandten Seite des Ventilsitzes 14m, 15m, eine oder mehrere, hier nicht näher bezeichnete Ausnehmungen aufweisen, insbesondere Nuten, welche insbesondere mit dem zugehörigen Ventillinnenraum fluidkommunizierend verbunden sind, und über welche Hydraulikmedi-

um aus der bzw. in die jeweilige Steuerventilbaugruppe 14 bzw. Rückschlagventilbaugruppe 15 austreten und/oder eintreten kann (siehe Fig. 3 und 4).

Fig. 4 zeigt einen Ausschnitt des längenverstellbaren Pleuels aus Fig. 1 in einem zweiten Schnitt entlang einer zweiten Schnittebene Y-Y', wobei in dieser Darstellung weitere
5 Details der Ausgestaltung der Steuerventilbaugruppen 14 des erfindungsgemäßen Pleuels 1 aus den Fig. 1 bis 3 erkennbar sind.

In dieser Darstellung ist insbesondere erkennbar, dass die Steuerventilbaugruppen 14 jeweils in die zugehörige Steuerventilausnehmung 6 des ersten Pleuelteils 2 eingebracht worden sind und in den Steuerventilausnehmungen 6 jeweils derart ausgerichtet sind,
10 insbesondere in axialer Richtung, d.h. in Richtung der Steuerventillängsachse SVA sowie in Bezug auf eine (Dreh-)Winkelposition um die Steuerventillängsachse SVA, dass die jeweiligen Öffnungen 14f in den Steuerventilgehäusen 14b, die für das Betätigungsmittel 16 vorgesehen sind (die Betätigungselementdurchgriffe 14f) jeweils mit der Betätigungsausnehmung 13, die im Wesentlichen senkrecht zu den Steuerventilausnehmungen 6 verläuft und diese kreuzt, fluchten. Dadurch kann ein in die Betätigungsausnehmung 13 eingeführtes Betätigungsmittel 16 in die Steuerventilgehäuse 14b eingesteckt
15 bzw. durch diese hindurchgesteckt werden bzw. diese durchgreifen.

Das Betätigungsmittel 16 ist dabei vorzugsweise derart in der Betätigungsausnehmung 13 gelagert, dass es entlang seiner Längsachse axial verschiebbar ist zum Betätigen der beiden Steuerventilbaugruppen 14, insbesondere zum Umschalten der beiden
20 Steuerventilbaugruppen 14 jeweils vom ersten Betätigungszustand in den zweiten Betätigungszustand.

Das erfindungsgemäße Pleuel 1 ist dabei insbesondere derart ausgestaltet, insbesondere die Steuerungseinrichtung zur Längenverstellung, welcher unter anderem die beiden
25 Steuerventilbaugruppen 14 sowie das Betätigungsmittel 16 zugeordnet sind, dass die beiden Steuerventilbaugruppen 14 durch axiales Verschieben des Betätigungsmittels 16 jeweils von einem Betätigungszustand in den anderen Betätigungszustand umgeschaltet werden können, wobei sich jeweils eine der beiden Steuerventilbaugruppen 14 im ersten Betätigungszustand befindet, in welchem die Steuerventilbaugruppe 14 geschlossen ist
30 und Hydraulikmediumdurchfluss durch die Steuerventilbaugruppe 14 nur in eine Richtung und nur in Richtung des Hochdruckbereichs 6c und weiter in Richtung des Hydraulikzylinders 10 möglich ist, während die andere Steuerventilbaugruppe 14 geöffnet ist und ein Hydraulikmediumdurchfluss durch die Steuerventilbaugruppe 14 in beide Rich-

tungen, d.h. auch aus dem Hydraulikzylinder 10 sowie aus dem Hochdruckbereich 6c heraus, möglich ist.

Dazu weist das Betätigungsmittel 16 in diesem Fall jeweils für jede Steuerventilbaugruppe 14, insbesondere für jeden Betätigungskörper 14e, eine entsprechende, nicht näher
5 bezeichnete Vertiefung auf, welche auch durch eine Ausnehmung oder Öffnung gebildet sein kann, von welcher der jeweilige Betätigungskörper 14b jeweils zumindest teilweise aufnehmbar ist, wobei die Betätigungskörper 14e bei einer axialen Verschiebung des Betätigungsmittels 16 insbesondere in die jeweils zugehörige Vertiefung hineingleiten und/oder aus dieser herausgleiten können.

10 Die Steuerungseinrichtung, vorzugsweise das Betätigungsmittel 16, insbesondere die Vertiefung, ist dabei insbesondere derart ausgebildet, dass wenn ein Betätigungskörper 14e von der zugehörigen Vertiefung oder Ausnehmung zumindest teilweise aufgenommen ist, der zugehörige Ventilkörper 14a jeweils am zugehörigen Ventilsitz 14m anliegt, so dass sich die zugehörige Steuerventilbaugruppe 14 im ersten Betätigungszu-
15 stand befindet und ein Hydraulikmediumrücklauf aus dem Hydraulikzylinder 10 durch diese Steuerventilbaugruppe 14 hindurch gesperrt ist.

Ist der Betätigungskörper 14e hingegen nicht von der zugehörigen Ausnehmung im Betätigungsmittel 16 aufgenommen, d.h. befindet sich dieser aufgrund der axialen Position des Betätigungsmittels 16 in der Betätigungsausnehmung 13 versetzt zu der Vertiefung
20 bzw. Ausnehmung im Betätigungsmittel 16, wird der Betätigungskörper 14e vom Betätigungsmittel 16 derart gegen den zugehörigen Ventilkörper 14 gedrückt, dass dieser entlang der Steuerventillängsachse SVA in Richtung des Federsitzes 14d vom Ventilsitz 14m abhebt, so dass ein Hydraulikmediumrücklauf aus dem Hydraulikzylinder 10 durch diese Steuerventilbaugruppe 14 hindurch möglich ist und sich die zugehörige Steuerventilbaugruppe 14 im zweiten Betätigungszustand befindet.
25

D.h., die Steuerungseinrichtung zur Steuerung der Längenverstellung, insbesondere das Betätigungsmittel 16 sowie der Betätigungskörper 14e sind vorzugsweise derart ausgebildet, miteinander gekoppelt und im Pleuel 1 angeordnet, dass eine Verlagerung des Betätigungskörpers 14e mittels des Betätigungsmittels 16 in einer Richtung senkrecht
30 zum Betätigungsmittel 16, welche mit einem Herausdrücken des Betätigungskörpers 14e aus der zugehörigen Vertiefung verbunden ist, insbesondere entlang der Steuerventillängsachse SVA in Richtung des Federsitzes 14d, jeweils ein Abheben des Ventilkörpers 14a vom zugehörigen Ventilsitz 14m entgegen der Federkraft des Federele-

ments 14c bewirkt und eine Verlagerung des Betätigungskörpers 14e mittels des Betätigungsmittels 16 in einer Richtung senkrecht zum Betätigungsmittel 16, welche mit einem Hineingleiten des Betätigungskörpers 14e in die zugehörige Vertiefung im Betätigungsmittel 16 verbunden ist, entsprechend, dass der jeweilige Ventilkörper 14a durch die Federkraft des Federelements 14c wieder zurück verlagert wird und (wieder) gegen den Ventilsitz 14m gepresst wird.

Die Vertiefungen im Betätigungsmittel 16 sind dabei bevorzugt, wie bei diesem Ausführungsbeispiel, derart angeordnet, dass sich stets eine der beiden Steuerventilbaugruppen 14 im ersten Betätigungszustand befindet und die Steuerventilbaugruppen 14 im zweiten Betätigungszustand, so dass stets Hydraulikmedium aus einer der beiden Hydraulikkammern im Hydraulikzylinder 10 der Längenverstelleinrichtung 7 abfließen kann, während die andere Hydraulikkammer mit Hydraulikmedium befüllbar ist (siehe Fig. 2).

Statt entsprechende Vertiefungen und/oder Ausnehmungen im Betätigungsmittel 16 vorzusehen um die zur Betätigung der Steuerventilgruppen 14 erforderliche Verlagerung der Betätigungskörper 14e zu bewirken, kann das Betätigungsmittel 16 in einer alternativen Ausgestaltung auch entsprechende Erhöhungen oder Vorsprünge aufweisen, wobei in diesem Fall sich die Steuerventilbaugruppen 14 jeweils im ersten, d.h. geschlossenen, Zustand befinden, wenn die Erhebungen bzw. Vorsprünge versetzt zu den Betätigungskörpern 14e sind.

Das Betätigungsmittel 16 ist bei diesem Ausführungsbeispiel entgegen einer Rückstellkraft in einem hydraulischen Arbeitsraum entlang einer Betätigungsachse verschiebbar, insbesondere entgegen einer mittels einer Rückstellfeder 16a erzeugten, insbesondere definierten, Rückstellkraft, wobei die Federsteifigkeit der Rückstellfeder 16a insbesondere derart gewählt ist, dass sich bei einem ersten, niedrigeren Motoröl-Druckniveau ein erster Steuerungszustand einstellt und das Betätigungsmittel 16 eine erste Stellposition einnimmt und von der Rückstellfeder 16a in der ersten Stellposition gehalten wird, und sich bei einem zweiten, höheren Motoröl-Druckniveau, insbesondere einem Motoröl-Druckniveau, bei welchem ein anderes Verdichtungsverhältnis gewünscht ist, ein zweiter Steuerungszustand einstellt, wobei dazu das Betätigungsmittel 16 insbesondere mithilfe des anliegenden Motoröl-Drucks entgegen der Rückstellkraft entlang der Betätigungsachse innerhalb des hydraulischen Arbeitsraums verschoben wird und die zweite Stellposition einnimmt. Das heißt, dass die Federsteifigkeit der Rückstellfeder 16a insbesondere derart gewählt ist, dass bei einem zweiten, höheren Motoröl-Druckniveau, bei wel-

chem gegenüber einem ersten Motoröl-Druckniveau eine Längenverstellung, insbesondere eine Änderung der wirksamen Pleuellänge herbeigeführt werden soll, überwunden wird.

5 Statt wie vorbeschrieben hydraulisch kann die Steuereinrichtung eines erfindungsgemäßen, längenverstellbaren Pleuels auch auf eine alternative Art und Weise ausgebildet sein und beispielsweise ein mechanisch und/oder (elektro-)magnetisch betätigbares Betätigungsmittel aufweisen.

10 Analog zu den Ventilausnehmungen 6, 8 ist auch die Betätigungsausnehmung 13 mit einem Sicherungsmittel 9 verschlossen, welches vorzugsweise ferner außerdem die Betätigungsausnehmung 13 gegen ein Austreten von Hydraulikmedium abdichtet.

Figur 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Ausgestaltung einer vormontierten und in eine zugehörige Steuerventilausnehmung 6 eingebrachten Steuerventilbaugruppe 14 für ein erfindungsgemäßes, längenverstellbares Pleuel 1 in einem Längsschnitt.

15 Bei diesem zweiten Ausführungsbeispiel einer vormontierten Steuerventilbaugruppe 14 für ein erfindungsgemäßes Pleuel 1 ist das Steuerventilgehäuse 14b ebenfalls hülsenartig ausgebildet und weist eine Längsachse auf, welche eine Steuerventillängsachse SVA definiert. Durch das Steuerventilgehäuse 14b verläuft ebenfalls entlang der Steuerventillängsachse SVA ein Steuerventilinnenraum, durch den Hydraulikmedium in Richtung bzw. aus Richtung einer Hydraulikkammer der Längenverstelleinrichtung 7 hinein- bzw. 20 hinausströmen kann.

Ebenso ist diese vormontierte Steuerventilbaugruppe 14 dazu ausgebildet, insbesondere der Steuerventilinnenraum des Steuerventilgehäuses 14b, einen Hydraulikkanal 11, der in eine Hydraulikkammer eines Hydraulikzylinders 10 einer hydraulischen Längenverstelleinrichtung 7 mündet, mit einer Hydraulikmediumzuleitung 12 fluidkommunizierend zu 25 verbinden (vgl. Fig. 2).

In dem Steuerventilinnenraum sind entlang der Steuerventillängsachse SVA ebenfalls ein Ventilkörper 14a, ein hier nicht erkennbar dargestelltes Federelement sowie ein Betätigungskörper 14e angeordnet. Der Ventilkörper 14a ist dabei ebenfalls, wie bei den vorbeschriebenen Steuerventilbaugruppen 14 zwischen dem Betätigungskörper 14e und dem Federelement 14c, dass sich ebenfalls an einem in das Steuerventilgehäuse 14b 30 eingepressten Federsitz 14d abstützt, angeordnet, insbesondere zwischen einem zuge-

hörigen, in das Steuerventilgehäuse 14b eingebrachten Ventilsitz 14m und dem Federelement.

Das Federelement ist ebenfalls zwischen dem Federsitz 14d und dem Betätigungskörper 14a derart vorgespannt, dass der Ventilkörper 14a abdichtend gegen den Ventilsitz 14m des Steuerventilgehäuses 14b gedrückt bzw. gepresst wird.

Der Federsitz 14d weist ebenfalls eine entsprechende, insbesondere zentral, d.h. insbesondere konzentrisch zur Steuerventillängsachse SVA, angeordnete Federsitzöffnung 14g auf. Die zentrale Position der Federsitzöffnung 14g erlaubt eine gleichmäßige, insbesondere laminare, Strömung des Hydraulikmediums.

Alternativ kann die Federsitzöffnung 14g, insbesondere die Bohrung, aber auch exzentrisch im Federsitz 14d in Bezug auf die Steuerventillängsachse SVA angeordnet sein. Dies gilt auch für die Federsitzöffnungen 14g der Steuerventilbaugruppen 14 aus den Fig. 1 bis 4. Weiterhin können alternativ oder zusätzlich, wie bei den Steuerventilbaugruppen 14 aus den Fig. 1 bis 4, auch ein oder mehrere, gegebenenfalls symmetrisch, insbesondere rotationssymmetrisch und/oder in Umfangsrichtung um die Steuerventillängsachse SVA gleichmäßig verteilt angeordnete Federsitzöffnungen 14g vorgesehen sein.

Im Unterschied zu den vorbeschriebenen Steuerventilbaugruppen 14 aus den Fig. 1 bis 4 ist bei dieser Steuerventilbaugruppe 14 der Federsitz 14d in axialer Richtung (d.h. in Richtung der Steuerventillängsachse SVA) jedoch nicht am Boden der zugehörigen Steuerventilausnehmung 6 ausgerichtet (vgl. Fig. 3 und 4, Boden 6c, Federsitz 14d), sondern am Steuerventilgehäuse 14b, insbesondere an einer entsprechenden, nicht näher bezeichneten Anschlagfläche. Dies hat den Vorteil, dass sich eine erheblich vereinfachte, für die Auslegung des Federelementes 14c in Bezug auf die zum Abheben des Ventilkörpers 14a vom Ventilsitz 14m benötigte Kraft zu berücksichtigende Toleranzkette ergibt, da eine Längentoleranz des Federsitzes sowie eine Längentoleranz der Steuerventilausnehmung 6 nicht mehr zu berücksichtigen sind.

In einer alternativen Ausgestaltung könnte der Federsitz 14d jedoch auch wie bei den Steuerventilbaugruppen 14 aus den Fig. 1 bis 4 ausgestaltet sein und insbesondere am Boden 6c der zugehörigen Steuerventilausnehmung 6 ausgerichtet werden.

Der Steuerventilgehäuse 14b weist ebenfalls, wie die Steuerventilbaugruppen 14 aus den Fig. 1 bis 4, auf einer vom Ventilsitz 14m abgewandten Seite mehrere, insbesondere in Umfangsrichtung um die Steuerventillängsachse SVA gleichmäßig verteilt angeordnete Umgehungskanäle 14h auf (vgl. Fig. 3 und 4, in welchen diese Umgehungskanäle jedoch nicht bezeichnet sind), welche jeweils den Ventillinnenraum mit einem Volumen in der Steuerventilausnehmung 6 außerhalb des Steuerventilgehäuses 14b fluidkommunizierend verbinden, wobei sich die Umgehungskanäle bei der in Fig. 5 dargestellten Steuerventilbaugruppe 14 in radialer Richtung nach außen erstrecken und dadurch besonders einfach zu fertigen sind, während sie bei den Steuerventilbaugruppen 14 aus den Fig. 1 bis 4 schräg durch das Steuerventilgehäuse 14b verlaufen, was alternativ oder zusätzlich auch möglich ist.

Im Unterschied zu den Steuerventilbaugruppen 14 bzw. den Steuerventilgehäusen 14b aus den Fig. 1 bis 4 verjüngt sich zum einen das in Fig. 5 dargestellte Steuerventilgehäuse 14b in einem an das Sicherungsmittel 9 angrenzenden Abschnitt. Zum anderen weist das Sicherungsmittel dieser Steuerungsventilbaugruppe 14 keinen Schaftabschnitt mit einem Versorgungskanalabschnitt und einem Hydraulikkanalabschnitt auf. Der Versorgungskanalabschnitt sowie der Hydraulikkanalabschnitt sind in das Steuerventilgehäuse 14b integriert (Versorgungskanalabschnitt 14i; Hydraulikkanalabschnitt 14l), insbesondere in den Schaftabschnitt 14j des Steuerventilgehäuses 14b, welcher mit einem Schaftende 14k am Sicherungsmittel 9 anliegt.

Über den Hydraulikkanalabschnitt 14l kann die in das große Pleuelauge 3 mündende Hydraulikmediumzuleitung 12 mit einem der Hydraulikkanäle 11, der in eine der Hydraulikkammern im Hydraulikzylinder 10 mündet, strömungsverbunden werden (siehe Fig. 2). Der Hydraulikkanalabschnitt 14l bildet dabei jeweils einen Teil des Steuerventillinnenraums.

Das Schaftende 14k ist dabei dazu eingerichtet, beim Sichern der Steuerventilbaugruppe 14 mittels des Sicherungsmittels 9 in der Steuerventilausnehmung 6 (vgl. Fig. 3 und 4) in einer Ebene senkrecht zur Steuerventillängsachse SVA mit dem Sicherungsmittel 9 in Kontakt zu treten, insbesondere eine durch das Sicherungsmittel 9 ausgeübte Kraft aufzunehmen, so dass das Steuerventilgehäuse 14b gegen Dichtsitz und/oder den Boden der Steuerventilausnehmung 6 gedrückt bzw. gepresst werden kann.

Hierdurch kann ein besonders einfaches Sicherungsmittel 9 verwendet werden, insbesondere ein Standard-Bauteil, beispielsweise eine Standard-Verschlussschraube wie bei

dem gezeigten Ausführungsbeispiel. In diesem Fall ist lediglich das Steuerventilgehäuse 14b aufwendig hinsichtlich seiner Fertigung. Hingegen kann insbesondere ein Sicherungsmittel 9 ohne einen vorbeschriebenen Hydraulikkanalabschnitt verwendet werden.

In einer alternativen Ausführung kann der Schaftabschnitt 14j aber auch Teil des Sicherungsmittels 9 sein, wie bei den (Steuer-)Ventilbaugruppen aus den Fig. 1 bis 4. Der Hydraulikkanalabschnitt 14l geht in diesem Fall dabei vorzugsweise in den Ventillinnenraum über. Insbesondere kann der Hydraulikkanalabschnitt 14l dabei mit einem durch eine Zentralbohrung gebildeten Ventillinnenraum fluchten, um eine Strömungsverbindung zwischen einer der Hydraulikkammern und dem großen Pleuelauge 3 bzw. dem Pleuelager im großen Pleuelauge 3 zu ermöglichen.

Fig. 6 zeigt ein Ablaufdiagramm zu einem ersten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens 100 zum Herstellen, insbesondere zum Zusammenbau, eines erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuels für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, wobei die einzelnen Verfahrensschritte im Folgenden am Beispiel des erfindungsgemäßen Pleuels 1 aus den Fig. 1 bis 4 näher erläutert werden.

In einem ersten Verfahrensschritt S1 des erfindungsgemäßen Verfahrens 100 wird eine längenverstellbare Pleuelstange bereitgestellt, wobei die Pleuelstange insbesondere zur Längenverstellung mit einer Längenverstelleinrichtung 7 ausgebildet ist, welche zwei Hydraulikkammern aufweist, die unter anderem von einem Hydraulikzylinder 10 eines ersten Pleuelteils 2 des längenverstellbaren Pleuels 1 und einem Hydraulikkolben eines zweiten Pleuelteils 4 des längenverstellbaren Pleuels begrenzt werden. Die Hydraulikkammern sind dabei bevorzugt jeweils, insbesondere unabhängig voneinander, mit einem Hydraulikmedium über eine Hydraulikmediumzuleitung 12 sowie einen der Hydraulikkäle 11 befüllbar bzw. drainierbar (siehe Fig. 2).

Um das Befüllen bzw. Drainieren steuern zu können, ist eine Steuereinrichtung vorzusehen, welche insbesondere wenigstens eine Ventilbaugruppe 14, 15 aufweist, insbesondere wenigstens eine Steuerventilbaugruppe 14, vorzugsweise zwei Steuerventilbaugruppen 14 und insbesondere zusätzlich wenigstens eine Rückschlagventilbaugruppe 15, insbesondere zwei Rückschlagventilbaugruppen 15.

Um diese in der längenverstellbaren Pleuelstange 1 anordnen zu können, wird in einem weiteren Verfahrensschritt S2 mindestens eine Ventilausnehmung 6, 8 in die längenver-

stellbare Pleuelstange, insbesondere einen ersten Pleuelteil 2 eingebracht, insbesondere gefertigt, vorzugsweise durch Bohren oder Fräsen, wobei wenigstens eine Ventilausnehmung 6,8 insbesondere als Sackloch gefertigt wird, welches insbesondere einen an die Öffnung angrenzenden Abschnitt mit einem Innengewinde aufweist.

- 5 Wenigstens eine Ventilausnehmung 6,8 wird dabei derart gefertigt, dass sie mit der Hydraulikmediumzuleitung 12 sowie einem der Hydraulikkanäle 11 fluidkommunizierend verbunden ist.

Zudem wird wenigstens eine Ventilausnehmung 6,8 derart gefertigt, dass sie im Wesentlichen senkrecht zu einer Pleuellängsachse Z verläuft, insbesondere parallel zu einer
10 Kurbelwellenachse, bezogen auf einen funktionsgemäßen Einbauzustand des Pleuels 1 bzw. der Pleuelstange in einer Hubkolbenmaschine. Dadurch kann vermieden werden, dass im Betrieb des längenverstellbaren Pleuels 1 auftretende Beschleunigungen entlang einer Längsachse der Ventilausnehmung 6,8 wirken, welche möglicherweise zu einem unerwünschten Abheben der Ventilkörper 14a, 15a vom zugehörigen Ventilsitz
15 und damit zu einem unerwünschten Öffnen der Ventilbaugruppen 14, 15 führen könnten.

Im Verfahrensschritt S2 wird bei diesem Ausführungsbeispiel des Weiteren eine Betätigungsausnehmung 13 gefertigt, insbesondere in die bereitgestellte, längenverstellbare Pleuelstange eingebracht, vorzugsweise ebenfalls durch Bohren und/oder Fräsen. Die Betätigungsausnehmung 13 wird dabei insbesondere derart eingebracht, dass sie im
20 Ergebnis senkrecht zu wenigstens einer der gefertigten Steuerventilausnehmungen 6, insbesondere senkrecht zu sämtlichen Steuerventilausnehmungen 6 verläuft und diese kreuzt, insbesondere derart, dass die Betätigungsausnehmung 13 in jede der Steuerventilausnehmungen 6 mündet.

Alternativ ist es auch möglich, insbesondere im Rahmen des Verfahrensschritts S2, zu
25 nächst die Betätigungsausnehmung 13 und anschließend wenigstens eine Steuerventilausnehmung 6 zu fertigen.

In einem weiteren Verfahrensschritt S3 wird mindestens eine Steuerventilbaugruppe 14 vormontiert und bereitgestellt. In diesem Fall wird dazu ein Betätigungskörper 14e zur Betätigung eines Ventilkörpers 14a, ein entsprechender Ventilkörper 14a sowie ein Federelement 14c entlang einer Steuerventillängsachse SVA in ein Steuerventilgehäuse
30 14b einbracht, wobei vorzugsweise zuerst der Betätigungskörper 14e, dann der Ventilkörper 14a und zuletzt das Federelement 14c in das Steuerventilgehäuse eingebracht

werden, insbesondere jedoch alle von einer gemeinsamen Seite. Danach wird das Steuerventilgehäuse 14b mit einem Federsitz 14d, gegen den sich das Federelement 14c abstützen kann, zumindest teilweise verschlossen. Dabei wird das Federelement 14c zwischen dem Federsitz 14d und dem Ventilkörper vorgespannt, so dass auf den Ventilkörper 14a eine Federkraft wirkt, die ihn gegen einen Ventilsitz des Steuerventilgehäuses 14b presst (siehe Fig. 3 und 4). Im Ergebnis befinden sich das Federelement 14c sowie der Ventilkörper 14a auf einer dem Ventilsitz 14m zugewandten Seite und der Betätigungskörper 14e auf einer anderen, vom Ventilsitz 14m abgewandten Seite, wobei der Betätigungskörper 14e hierfür durch eine Öffnung im Ventilsitz 14m hindurch gebracht worden ist.

Die mindestens eine vormontierte Steuerventilbaugruppe 14 wird in einem weiteren Verfahrensschritt S4 in die zugehörige Ventilausnehmung, in diesem Fall in eine zugehörige Steuerventilausnehmung 6, eingeführt und in der Steuerventilausnehmung 6 sowohl in axialer Richtung in Richtung der Steuerventillängsachse SVA als auch durch Rotation um die Steuerventillängsachse SVA ausgerichtet, insbesondere derart, dass ein Betätigungselementdurchgriff (d.h. eine Öffnung im Steuerventilgehäuse 14b, durch welche ein Betätigungsmittel 16 hindurchsteckbar ist; vgl. Fig. 4) im Steuerventilgehäuse 14b der vormontierten Steuerventilbaugruppe 14 mit der in die Steuerventilausnehmung 6 mündenden Betätigungsausnehmung 13 fluchtet, so dass in einem weiteren Verfahrensschritt S5 ein Ausrichtmittel in die Betätigungsausnehmung 13 eingeführt werden kann und jeweils durch das bzw. die Steuerventilgehäuse 14b der in die Pleuelstange eingebrachten und vormontierten Steuerventilbaugruppen hindurchgesteckt werden kann, so dass das Ausrichtmittel im Ergebnis wenigstens eine Steuerventilausnehmung 6 und insbesondere den zugehörigen Betätigungsmitteldurchgriff des Steuerventilgehäuses der wenigstens einer Steuerventilbaugruppe 14 durchgreift und dadurch die Ausrichtung der mindestens einen vormontierten Steuerventilbaugruppe 14 relativ zur Betätigungsausnehmung 13 fixiert.

In einem weiteren Verfahrensschritt S5 wird die in die Steuerventilausnehmung 6 eingebrachte, vormontierte Steuerventilbaugruppe 6 mittels eines Sicherungsmittels 9 in der Steuerventilausnehmung 6 festgesetzt, insbesondere gegen eine Bewegung entlang der Steuerventillängsachse SVA in axialer Richtung gesichert, wobei das Sicherungsmittel 9 insbesondere in die Ventilausnehmung 6 eingeschraubt wird. Dabei wird die Steuerventilausnehmung 6 durch das Sicherungsmittel 9 zumindest teilweise auch gegenüber einem Austreten von Hydraulikmedium abgedichtet.

Die Fixierung der Steuerventilbaugruppe durch das Ausrichtmittel stellt dabei sicher, dass sich die Ausrichtung der Steuerventilbaugruppe 14 beim Festsetzen bzw. Sichern durch das Sicherungsmittel 9 nicht ändert, sondern dass insbesondere die Ausrichtung des Betätigungsmitteldurchgriffs relativ zur Betätigungsmittelausnehmung 13 erhalten bleibt. Insbesondere verhindert das Ausrichtmittel, dass beim Festsetzen der Steuerventilbaugruppe 14 durch das Sicherungsmittel 9 auf die Steuerventilbaugruppe 14 wirkende Kräfte die Ausrichtung der Steuerventilbaugruppe 14 ändern, insbesondere dass sich die Steuerventilbaugruppe 14 beim Sichern um die Steuerventillängsachse SVA dreht.

Nachdem die mindestens eine Steuerventilbaugruppe 14 in der Steuerventilausnehmung 6 festgesetzt bzw. gesichert ist, wird in einem weiteren Verfahrensschritt S7 insbesondere das Ausrichtmittel wieder aus der Betätigungsmittelausnehmung 13 entfernt und statt diesem das eigentliche Betätigungsmittel 16, welches insbesondere zum Zusammenwirken wenigstens einem Betätigungskörper 14e wenigstens einer Steuerventilbaugruppe 14 eingerichtet ist, in die Betätigungsmittelausnehmung 13 eingeführt. Vorzugsweise wird das Betätigungsmittel 16 anschließend ebenfalls durch ein entsprechendes Sicherungsmittel 9 in der Betätigungsmittelausnehmung 13 festgesetzt bzw. gesichert.

Bezugszeichenliste

1	längenverstellbare Pleuelstange
2	erster Pleuelteil
3	großes Pleuelauge
4	zweiter Pleuelteil
5	kleines Pleuelauge
6	Steuerventilausnehmung
7	Längenverstelleinrichtung
8	Rückschlagventilausnehmung
6a, 8a	Dichtsitz
6b, 8b	Boden
6c, 8c	Hochdruckbereich
9	Sicherungsmittel
10	Hydraulikkammer
11	Hydraulikleitung
12	Hydraulikmediumzuleitung
13	Betätigungsausnehmung
14	Steuerventilbaugruppe
15	Rückschlagventilbaugruppe
14a, 15a	Ventilkörper
14b, 15b	Steuerventilgehäuse
14c, 15c	Federelement
14d, 15d	Federsitz
14e	Betätigungskörper
14f	Betätigungsmitteldurchgriff
14g	Federsitzöffnung
14h	Umgehungskanal
14i	Versorgungskanalabschnitt
14j	Schaftabschnitt
14k	Schaftende
14l	Hydraulikkanalabschnitt
14m, 15m	Ventilsitz
16	Betätigungsmittel
16a	Federelement
100	Verfahren
L	wirksame Pleuellänge
Z	Pleuellängsachse
SVA	Steuerventillängsachse
RVA	Rückschlagventillängsachse
S1 – S7	Verfahrensschritte

Patentansprüche

1. Verfahren (100) zur Herstellung, insbesondere zum Zusammenbau, eines längenverstellbaren Pleuels (1) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, aufweisend die Schritte:
 - Bereitstellen (S1) einer längenverstellbaren Pleuelstange, wobei eine wirksame Pleuellänge (L) der Pleuelstange veränderbar, insbesondere einstellbar ist, wobei die Pleuelstange vorzugsweise eine hydraulische Längenverstelleinrichtung (7) zur Veränderung der wirksamen Pleuellänge (L) aufweist, insbesondere zur Einstellung der wirksamen Pleuellänge (L),
 - Fertigen (S2) mindestens einer Ventilausnehmung (6, 8), insbesondere mindestens einer Steuerventilausnehmung (6) und/oder mindestens einer Rückschlagventilausnehmung (8), wobei die Ventilausnehmung (6, 8) dazu ausgebildet ist, eine zugehörige, vormontierte Ventilbaugruppe (14, 15) mit einer Ventillängsachse (SVA, RVA) aufzunehmen, insbesondere eine Steuerventilbaugruppe (14) mit einer Steuerventillängsachse (SVA), die zur zumindest teilweisen Steuerung der Längenverstelleinrichtung (7) des Pleuels (1) ausgebildet ist, und/oder eine Rückschlagventilbaugruppe (15) mit einer Rückschlagventillängsachse (RVA),
 - Vormontieren (S3) mindestens einer Ventilbaugruppe (14, 15), insbesondere mindestens einer Steuerventilbaugruppe (14) und/oder mindestens einer Rückschlagventilbaugruppe (15),
 - Einbringen (S4) der mindestens einen vormontierten Ventilbaugruppe (14, 15) in die mindestens eine Ventilausnehmung (6, 8), und
 - Sichern (S5) der mindestens einen Ventilbaugruppe (14, 15) in der mindestens einen Ventilausnehmung (6) mit einem Sicherungsmittel (9), vorzugsweise Sichern gegen Herausfallen aus der Ventilausnehmung (6, 8) und/oder Fixieren in einer definierten Position in der Ventilausnehmung (6,8), insbesondere in axialer Richtung der zugehörigen Ventillängsachse (SVA, RVA).

2. Verfahren (100) nach Anspruch 1, wobei mindestens eine Ventilausnehmung (6, 8) als sacklochartige Ausnehmung oder als Sackloch gefertigt wird, insbesondere mit einer Ventilausnehmungsöffnung an einer Seite in Längsrichtung der Ventilausnehmung (6, 8), insbesondere als Ausnehmung (6, 8), die wenigstens einen

Abschnitt mit einem Innengewinde aufweist, insbesondere mit einem an die Ventilausnehmungsöffnung angrenzenden Innengewinde.

3. Verfahren (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei
mindestens eine vormontierte Ventilbaugruppe (14, 15) eine vormontierte Steuerventilbaugruppe (14) ist, wobei die Steuerventilbaugruppe (14) vormontiert wird durch:
 - Einbringen eines Ventilkörpers (14a) und eines Federelements (14c) in ein Steuerventilgehäuse (14b) mit einem Ventilsitz (14m), wobei der Ventilkörper (14a) zwischen dem Federelement (14c) und dem Ventilsitz (14m) angeordnet wird, und
 - axiales Sichern des Federelements (15c) mittels eines Federsitzes (15d) im Steuerventilgehäuse (14b), insbesondere derart, dass sich im Ergebnis das Federelement (14c) parallel zur Steuerventillängsachse (SVA) in einer Richtung gegen den Federsitz (14d) abstützt, und/oder wobei
mindestens eine vormontierte Ventilbaugruppe (14, 15) eine Rückschlagventilbaugruppe (15) ist, wobei die Rückschlagventilbaugruppe (15) vormontiert wird durch:
 - Einbringen eines Ventilkörpers (15a) und eines Federelements (15c) in ein Rückschlagventilgehäuse (15b) mit einem Ventilsitz (15m), wobei der Ventilkörper (15a) zwischen dem Federelement (15c) und dem Ventilsitz (15m) angeordnet wird, und
 - axiales Sichern des Federelements (15c) mittels eines Federsitzes (15d) im Rückschlagventilgehäuse (15b), insbesondere derart, dass sich das Federelement (15c) parallel zur Rückschlagventillängsachse (RVA) in einer Richtung gegen den Federsitz (15d) abstützt.
4. Verfahren (100) nach Anspruch 3, wobei bei der Steuerventilbaugruppe (14) zusätzlich zum Ventilkörper (14a) und zum Federelement (14c) ein Betätigungskörper (14e) in das Steuerventilgehäuse (14b) eingebracht wird, insbesondere derart, dass nach dem Einbringen des Ventilkörpers (14a), des Federelements (14c) und des Betätigungskörpers (14e), der Ventilkörper (14a) und das Federelement (14c) auf einer dem Ventilsitz (14m) zugewandten Seite innerhalb des Steuerventilgehäuses (14b) angeordnet sind und der Betätigungskörper (14e) auf einer vom Ventilsitz (14m) abgewandten Seite.

5. Verfahren (100) nach Anspruch 3 oder 4, wobei mindestens eine vormontierte Ventilbaugruppe (14, 15) derart in die zugehörige Ventilausnehmung (6, 8) eingebracht und in der Ventilausnehmung (6, 8) gesichert wird, dass sich in einem funktionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels (1) der Federsitz (14d, 15d) gegen einen Boden (6b, 8b) der zugehörigen Ventilausnehmung (6, 8) abstützt, insbesondere derart, dass das Federelement (14c, 15c) hierdurch derart vorgespannt wird, dass in wenigstens einem Zustand der Ventilbaugruppe (14, 15) der zugehörige Ventilkörper (14a, 15a) mittels des dadurch vorgespannten Federelements (14c, 15c) gegen den Ventilsitz (14m, 15m) des zugehörigen Ventilgehäuses (14b, 15b) gepresst wird und einen Hydraulikmediumdurchfluss in eine erste Richtung sperrt.
6. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, des Weiteren aufweisend die Schritte:
- Fertigen einer Betätigungsausnehmung (13), wobei die Betätigungsausnehmung (13) derart gefertigt wird, dass die Betätigungsausnehmung (13) in einem funktionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels (1) mindestens eine Steuerventilausnehmung (6, 8) kreuzt, vorzugsweise sämtliche Steuerventilausnehmungen (6), wobei die Betätigungsausnehmung (13) im Wesentlichen senkrecht oder exakt senkrecht zu der mindestens einen Steuerventilausnehmung (6, 8) verläuft und/oder derart in die Pleuelstange (1) eingebracht wird,
 - gegebenenfalls Ausrichten mindestens einer vormontierten und in die Pleuelstange eingebrachten Steuerventilbaugruppe (14), vorzugsweise sämtlicher eingebrachter vormontierter Steuerventilbaugruppen (14), relativ zur Betätigungsausnehmung (13), insbesondere in Bezug auf eine Position in axialer Richtung der Steuerventillängsachse (SVA) und/oder in Bezug auf eine Winkelposition um die Steuerventillängsachse (SVA),
 - gegebenenfalls Fixieren der vormontierten Steuerventilbaugruppe (14) in der ausgerichteten Position durch Einbringen eines Ausrichtmittels in die Betätigungsausnehmung (13), wobei das Ausrichtmittel dazu geeignet ist, zumindest vorübergehend eine Änderung der Ausrichtung der vormontierten Steuerventilbaugruppe (14) relativ zur Betätigungsausnehmung (13) zu verhindern,

- gegebenenfalls Entfernen des Ausrichtmittels aus der Betätigungsausnehmung (13), insbesondere erst nachdem die mindestens eine vormontierte Steuerventilbaugruppe (14) durch das Sicherungselement (9) gesichert worden ist,
 - Einbringen des Betätigungsmittels (16) in die Betätigungsausnehmung (13), das zur Betätigung mindestens einer Ventilbaugruppe (14), insbesondere zur Betätigung mindestens einer Steuerventilbaugruppe (14), ausgebildet ist, insbesondere derart, dass das Betätigungsmittel (16) mit wenigstens einer Steuerventilbaugruppe (14) derart zusammenwirkt, vorzugsweise mit dem Ventilkörper (14a) und/oder dem Betätigungskörper (14e) wenigstens einer Steuerventilbaugruppe (14), dass die Ventilbaugruppe (14) mittels des Betätigungsmittels (16) betätigbar ist, und
 - vorzugsweise Sichern, insbesondere Sichern gegen Herausfallen aus der Betätigungsausnehmung (13), des Betätigungsmittels (16) in der Betätigungsausnehmung (13) mit einem Sicherungsmittel (9), insbesondere in Längsrichtung des Betätigungsmittels (16).
7. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei zum Sichern mindestens einer Ventilbaugruppe (14, 15) und/oder des Betätigungsmittels (16) das zugehörige Sicherungsmittel (9) zumindest teilweise, insbesondere vollständig, in die zugehörige Ventilausnehmung (6, 8) und/oder die zugehörige Betätigungsausnehmung (13), eingebracht wird, insbesondere in Längsrichtung der Ventilausnehmung (6, 8) und/oder in Längsrichtung der Betätigungsausnehmung (13), wobei das Sicherungsmittel (9) vorzugsweise eingeschraubt wird.
8. Verfahren (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens eine Ventilausnehmung (6, 8) und/oder die Betätigungsausnehmung (13) mittels des zugehörigen Sicherungsmittels (9) zumindest teilweise, insbesondere im Bereich des Sicherungsmittels (9), durch das zugehörige Sicherungsmittel (9) gegen ein Austreten von Hydraulikmedium abgedichtet wird.
9. Längenverstellbares Pleuel (1) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, wobei eine wirksame Pleuellänge (L) des Pleuels (1) veränderbar, insbesondere einstellbar ist, wobei das Pleuel (1) vorzugsweise eine Pleuelstange mit einer hydraulischen Längenverstelleinrich-

tung (7) zur Veränderung der wirksamen Pleuellänge (L) aufweist, insbesondere zur Einstellung der wirksamen Pleuellänge (L), weiter aufweisend:

- mindestens eine Ventilausnehmung (6,8), insbesondere mindestens eine Steuerventilausnehmung (6) und/oder mindestens eine Rückschlagventilausnehmung (8),
- mindestens eine zugehörige vormontierte Ventilbaugruppe (14, 15) mit einer Ventillängsachse (SVA, RVA), insbesondere eine Steuerventilbaugruppe (14) mit einer Steuerventillängsachse (SVA), die zur zumindest teilweisen Steuerung der Längenverstelleinrichtung (7) des Pleuels (1) ausgebildet ist, und/oder eine Rückschlagventilbaugruppe (15), und
- mindestens ein zugehöriges Sicherungsmittel (9),

wobei die mindestens eine Ventilbaugruppe (14, 15) von der zugehörigen Ventilausnehmung (6, 8) aufgenommen ist und mittels des zugehörigen Sicherungsmittels (9) in der zugehörigen Ventilausnehmung (6, 8) gesichert ist, vorzugsweise in axialer Richtung der zugehörigen Ventillängsachse (SVA, RVA), wobei die Ventilbaugruppe (14, 15) mittels des zugehörigen Sicherungsmittels (9) insbesondere gegen ein Herausfallen aus der Ventilausnehmung (6, 8) gesichert ist und/oder in einer definierten Position in der Ventilausnehmung (6,8) fixiert ist.

10. Längenverstellbares Pleuel (1) nach Anspruch 9, wobei das Pleuel (1) gemäß einem Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 hergestellt, insbesondere zusammengebaut, ist.
11. Längenverstellbares Pleuel (1) nach Anspruch 9 oder 10, wobei mindestens eine Ventilausnehmung (6, 8) eine Steuerventilausnehmung (6) ist und in die Steuerventilausnehmung (6) eine vormontierte Steuerventilbaugruppe (14) eingebracht ist,
 - wobei die vormontierte Steuerventilbaugruppe (14) einen in ein Steuerventilgehäuse (14b) mit einem Ventilsitz (14m) eingebrachten Ventilkörper (14a) und ein in das Steuerventilgehäuse eingebrachtes Federelement (14c) aufweist,
 - wobei das Federelement (14c) in axialer Richtung mittels eines Federsitzes (15d) im Steuerventilgehäuse (14b) gesichert ist, insbesondere derart, dass sich das Federelement (14c) parallel zur Steuerventillängsachse (SVA) in einer Richtung gegen den Federsitz (14d) abstützt.

12. Längenverstellbares Pleuel (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei die Steuerventilbaugruppe (14) zusätzlich zum Ventilkörper (14a) und zum Federelement (14c) ein im Steuerventilgehäuse (14b) angeordneten Betätigungskörper (14e) aufweist, wobei vorzugsweise der Ventilkörper (14a) und das Federelement (14c) auf einer dem Ventilsitz (14m) zugewandten Seite innerhalb des Steuerventilgehäuses (14b) angeordnet sind und der Betätigungskörper (14e) auf einer vom Ventilsitz (14m) abgewandten Seite.
13. Längenverstellbares Pleuel (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, wobei mindestens eine Ventilausnehmung (6, 8) eine Rückschlagventilausnehmung (8) ist und in die Rückschlagventilausnehmung (8) eine vormontierte Rückschlagventilbaugruppe (15) eingebracht ist,
 - wobei die Rückschlagventilbaugruppe (15) einen in ein Rückschlagventilgehäuse (15b) mit einem Ventilsitz (15m) eingebrachten Ventilkörper (15a) und ein in das Rückschlagventilgehäuse (15b) eingebrachtes Federelement (15c) aufweist,
 - wobei das Federelement (15c) in axialer Richtung mittels eines Federsitzes (15d) im Rückschlagventilgehäuse (15b) gesichert ist, insbesondere derart, dass sich das Federelement (15c) parallel zur Rückschlagventillängsachse (SVA) in einer Richtung gegen den Federsitz (14d) abstützt.
14. Längenverstellbares Pleuel (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, wobei mindestens eine vormontierte Ventilbaugruppe (14, 15) derart in die zugehörige Ventilausnehmung (6, 8) eingebracht ist und/oder derart in der Ventilausnehmung (6, 8) gesichert ist, dass sich in einem funktionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels (1) der Federsitz (14d, 15d) gegen einen Boden (6b, 8b) der zugehörigen Ventilausnehmung (6, 8) abstützt, insbesondere derart, dass das Federelement (14c, 15c) hierdurch derart vorgespannt ist, dass in wenigstens einem Zustand der Ventilbaugruppe (14, 15) der zugehörige Ventilkörper (14a, 15a) mittels des dadurch vorgespannten Federelements (14c, 15c) gegen den Ventilsitz (14m, 15m) des zugehörigen Ventilgehäuses (14b, 15b) gepresst ist.
15. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 14, wobei das mindestens eine Sicherungsmittel (9) in einem gesicherten Zustand der Ven-

tilbaugruppe (14, 15), insbesondere in einem funktionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels (1) mit einer sich insbesondere senkrecht zur zugehörigen Ventillängsachse (SVA, RVA) erstreckenden Kontaktfläche, insbesondere mit seinem Ende, am zugehörigen Ventilgehäuse (14b, 15b) anliegt, wobei das zugehörige Ventilgehäuse (14b) und/oder das Sicherungsmittel (9) einen Schaftabschnitt (14j) aufweist, wobei wenigstens ein Schaftabschnitt (14j) des Ventilgehäuses (14b, 15b) und/oder des Sicherungsmittels (9) einen mit der Längenverstelleinrichtung (7) strömungsverbundenen Hydraulikkanalabschnitt (14l) aufweist und einen in den Hydraulikkanalabschnitt (14l) mündenden Versorgungs kanalabschnitt (14i), durch welchen Hydraulikmedium in den Hydraulikkanalabschnitt (14l) einströmen und ausströmen kann.

16. Längenverstellbares Pleuel (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 15,
wobei das Pleuel (1) eine Betätigungsausnehmung (13) und ein in der Betätigungsausnehmung (13) eingebrachtes Betätigungsmittel (16) aufweist,
wobei die Betätigungsausnehmung (13) in einem funktionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels (1) mindestens eine Steuerventilausnehmung (6) kreuzt, vorzugsweise sämtliche Steuerventilausnehmungen (6), wobei die Betätigungsausnehmung (13) im Wesentlichen senkrecht oder exakt senkrecht zu der mindestens einen Steuerventilausnehmung (6, 8) verläuft und/oder sich derart erstreckt,
wobei das Betätigungsmittel (16) zur Betätigung mindestens einer Ventilbaugruppe (14), insbesondere zur Betätigung mindestens einer Steuerventilbaugruppe (14), ausgebildet ist und insbesondere derart ausgebildet und im Pleuel (1) angeordnet ist, dass es mit wenigstens einer Steuerventilbaugruppe (14) derart zusammenwirkt, vorzugsweise mit dem Ventilkörper (14a) und/oder dem Betätigungskörper (14e) wenigstens einer Steuerventilbaugruppe (14), dass die Ventilbaugruppe (14) mittels des Betätigungsmittels (16) betätigbar ist,
wobei das Betätigungsmittel (16) vorzugsweise mittels eines Sicherungsmittels (9) in der Betätigungsausnehmung (13) gesichert ist, insbesondere gegen Herausfallen aus der Betätigungsausnehmung (13), insbesondere in Längsrichtung des Betätigungsmittels (16).
17. Hubkolbenmaschine, insbesondere Hubkolbenbrennkraftmaschine, mit einem längenverstellbaren Pleuel (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 16.

18. Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug, mit einer Hubkolbenmaschine nach Anspruch 17.

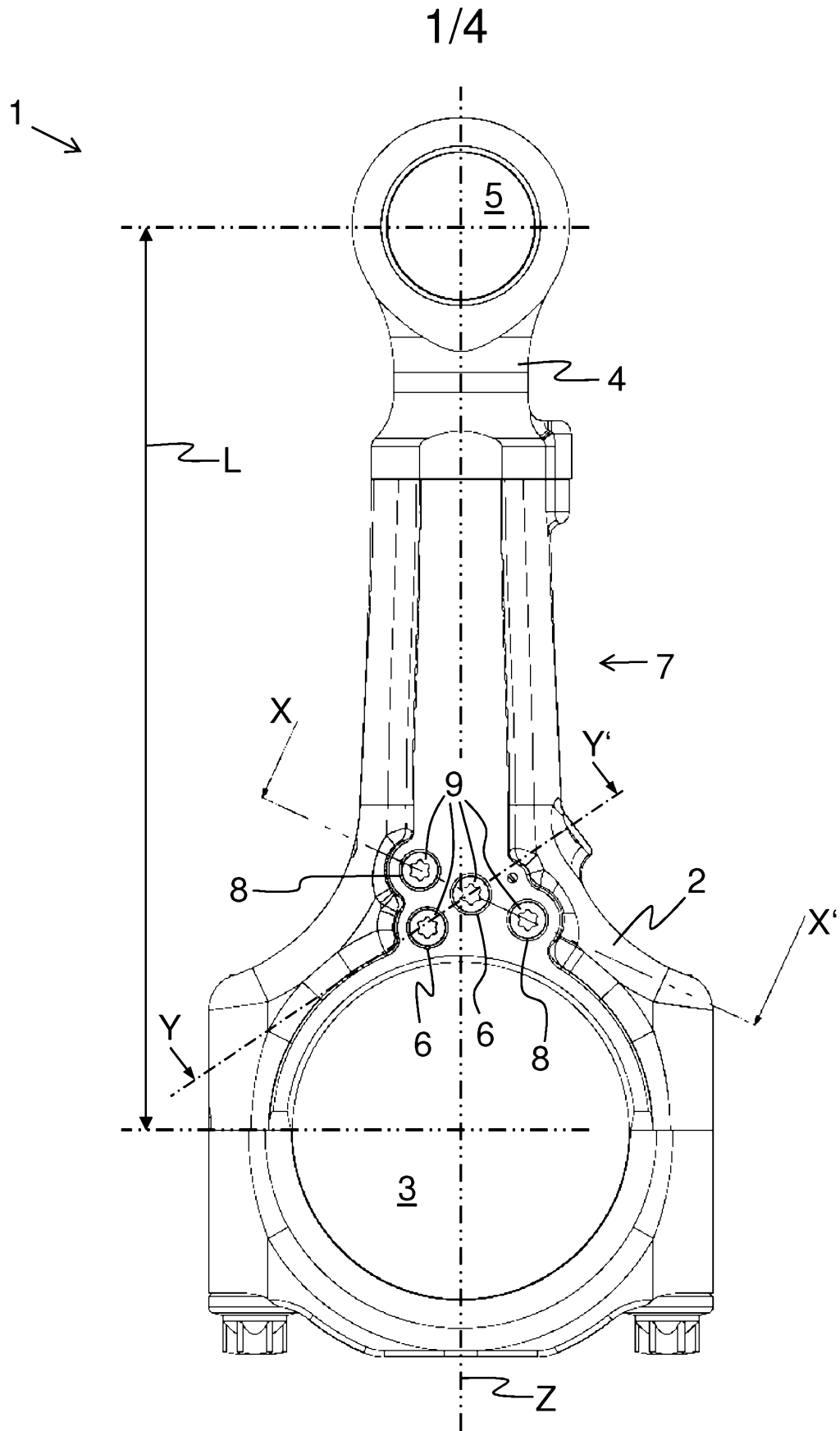


Fig. 1

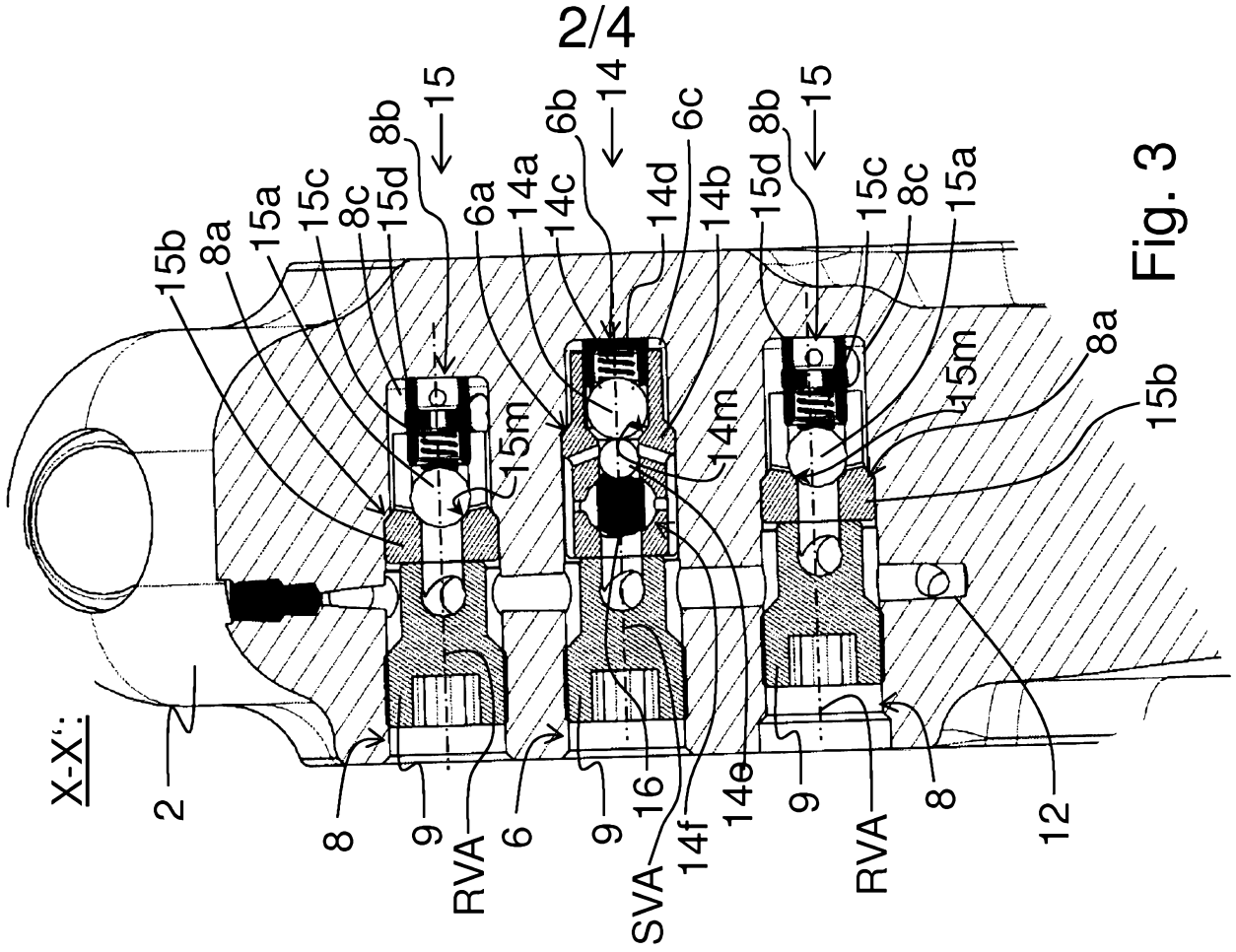


Fig. 2

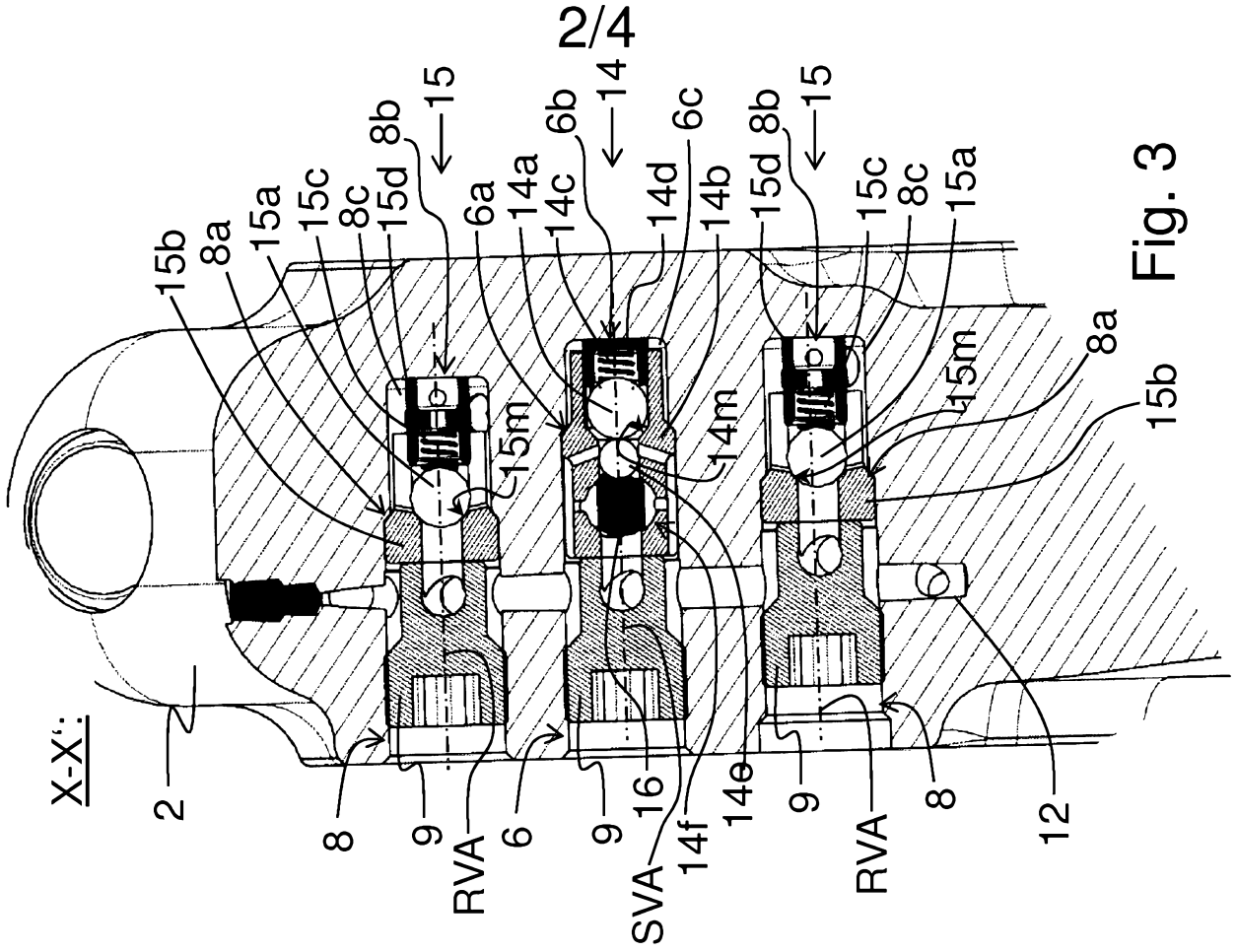


Fig. 3

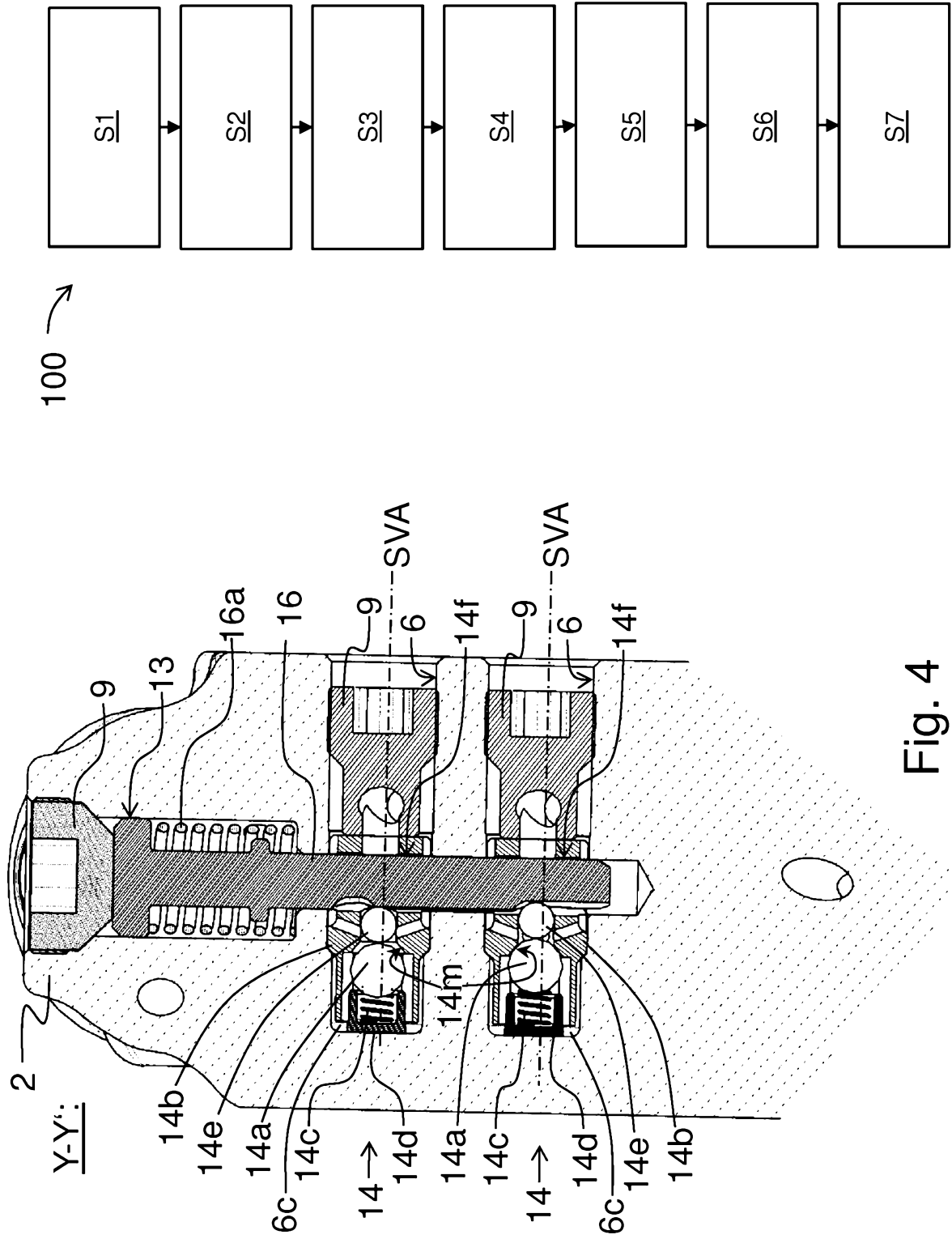


Fig. 6

Fig. 4

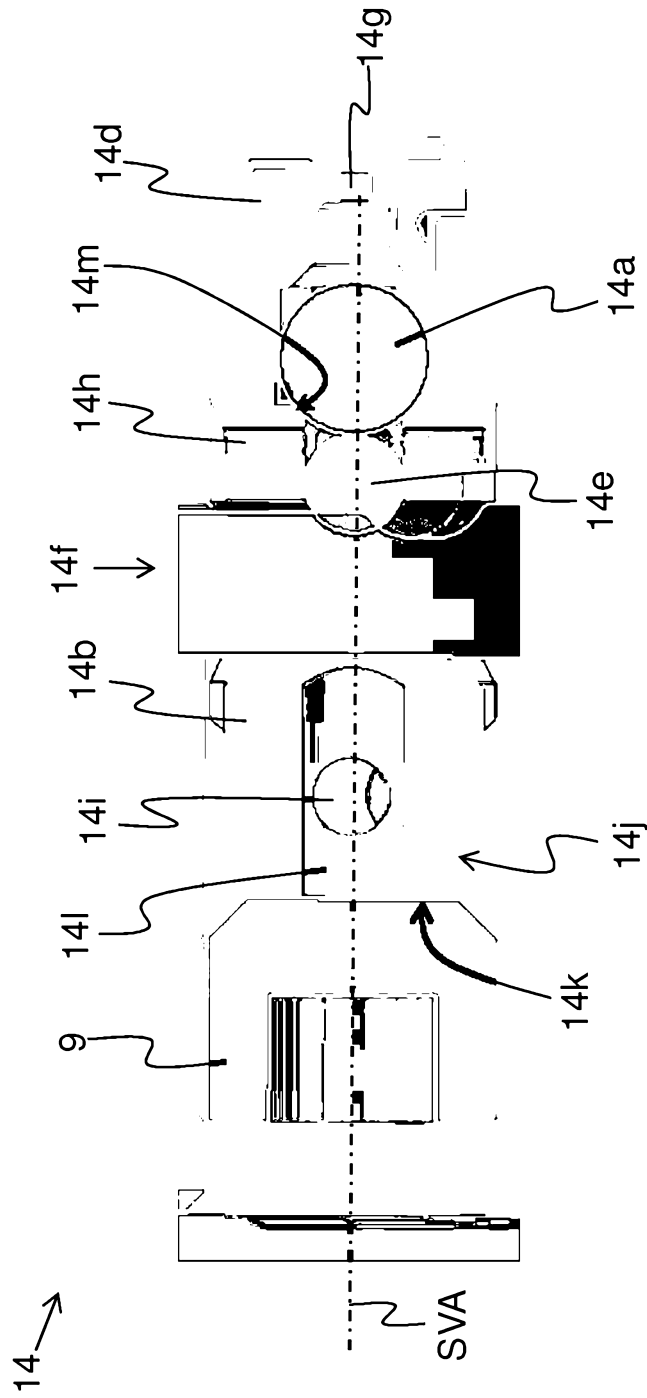


Fig. 5

Patentansprüche

1. Verfahren (100) zur Herstellung, insbesondere zum Zusammenbau, eines längenverstellbaren Pleuels (1) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, aufweisend die Schritte:
 - Bereitstellen (S1) einer längenverstellbaren Pleuelstange, wobei eine wirksame Pleuellänge (L) der Pleuelstange veränderbar, insbesondere einstellbar ist, wobei die Pleuelstange vorzugsweise eine hydraulische Längenverstelleinrichtung (7) zur Veränderung der wirksamen Pleuellänge (L) aufweist, insbesondere zur Einstellung der wirksamen Pleuellänge (L),
 - Fertigen (S2) mindestens einer Ventilausnehmung (6, 8), insbesondere mindestens einer Steuerventilausnehmung (6) und/oder mindestens einer Rückschlagventilausnehmung (8), wobei die Ventilausnehmung (6, 8) dazu ausgebildet ist, eine zugehörige, vormontierte Ventilbaugruppe (14, 15) mit einer Ventillängsachse (SVA, RVA) aufzunehmen, insbesondere eine Steuerventilbaugruppe (14) mit einer Steuerventillängsachse (SVA), die zur zumindest teilweisen Steuerung der Längenverstelleinrichtung (7) des Pleuels (1) ausgebildet ist, und/oder eine Rückschlagventilbaugruppe (15) mit einer Rückschlagventillängsachse (RVA),
 - Vormontieren (S3) mindestens einer Ventilbaugruppe (14, 15), insbesondere mindestens einer Steuerventilbaugruppe (14) und/oder mindestens einer Rückschlagventilbaugruppe (15),
 - Einbringen (S4) der mindestens einen vormontierten Ventilbaugruppe (14, 15) in die mindestens eine Ventilausnehmung (6, 8), und
 - Sichern (S5) der mindestens einen Ventilbaugruppe (14, 15) in der mindestens einen Ventilausnehmung (6) mit einem Sicherungsmittel (9), vorzugsweise Sichern gegen Herausfallen aus der Ventilausnehmung (6, 8) und/oder Fixieren in einer definierten Position in der Ventilausnehmung (6,8), insbesondere in axialer Richtung der zugehörigen Ventillängsachse (SVA, RVA), dadurch gekennzeichnet, dass
mindestens eine vormontierte Ventilbaugruppe (14, 15) eine vormontierte Steuerventilbaugruppe (14) ist, wobei die Steuerventilbaugruppe (14) vormontiert wird durch:
 - Einbringen eines Ventilkörpers (14a), eines Federelements (14c) und eines Betätigungskörpers (14e) in ein Steuerventilgehäuse (14b) mit einem Ven-

tilsitz (14m), wobei der Ventilkörper (14a) zwischen dem Federelement (14c) und dem Ventilsitz (14m) angeordnet wird, und

- axiales Sichern des Federelements (15c) mittels eines Federsitzes (15d) im Steuerventilgehäuse (14b), insbesondere derart, dass sich im Ergebnis das Federelement (14c) parallel zur Steuerventillängsachse (SVA) in einer Richtung gegen den Federsitz (14d) abstützt, und/oder wobei

mindestens eine vormontierte Ventilbaugruppe (14, 15) eine Rückschlagventilbaugruppe (15) ist, wobei die Rückschlagventilbaugruppe (15) vormontiert wird durch:

- Einbringen eines Ventilkörpers (15a) und eines Federelements (15c) in ein Rückschlagventilgehäuse (15b) mit einem Ventilsitz (15m), wobei der Ventilkörper (15a) zwischen dem Federelement (15c) und dem Ventilsitz (15m) angeordnet wird, und
- axiales Sichern des Federelements (15c) mittels eines Federsitzes (15d) im Rückschlagventilgehäuse (15b), insbesondere derart, dass sich das Federelement (15c) parallel zur Rückschlagventillängsachse (RVA) in einer Richtung gegen den Federsitz (15d) abstützt.

2. Verfahren (100) nach Anspruch 1, wobei mindestens eine Ventilausnehmung (6, 8) als sacklochartige Ausnehmung oder als Sackloch gefertigt wird, insbesondere mit einer Ventilausnehmungsöffnung an einer Seite in Längsrichtung der Ventilausnehmung (6, 8), insbesondere als Ausnehmung (6, 8), die wenigstens einen Abschnitt mit einem Innengewinde aufweist, insbesondere mit einem an die Ventilausnehmungsöffnung angrenzenden Innengewinde.
3. Verfahren (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei nach dem Einbringen des Ventilkörpers (14a), des Federelements (14c) und des Betätigungskörpers (14e), der Ventilkörper (14a) und das Federelement (14c) auf einer dem Ventilsitz (14m) zugewandten Seite innerhalb des Steuerventilgehäuses (14b) angeordnet sind und der Betätigungskörper (14e) auf einer vom Ventilsitz (14m) abgewandten Seite.
4. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei mindestens eine vormontierte Ventilbaugruppe (14, 15) derart in die zugehörige Ventilausnehmung (6, 8) eingebracht und in der Ventilausnehmung (6, 8) gesichert wird, dass sich in einem funktionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels (1) der Federsitz (14d,

15d) gegen einen Boden (6b, 8b) der zugehörigen Ventilausnehmung (6, 8) abstützt, insbesondere derart, dass das Federelement (14c, 15c) hierdurch derart vorgespannt wird, dass in wenigstens einem Zustand der Ventilbaugruppe (14, 15) der zugehörige Ventilkörper (14a, 15a) mittels des dadurch vorgespannten Federelements (14c, 15c) gegen den Ventil Sitz (14m, 15m) des zugehörigen Ventilgehäuses (14b, 15b) gepresst wird und einen Hydraulikmediumdurchfluss in eine erste Richtung sperrt.

5. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, des Weiteren aufweisend die Schritte:

- Fertigen einer Betätigungsausnehmung (13), wobei die Betätigungsausnehmung (13) derart gefertigt wird, dass die Betätigungsausnehmung (13) in einem funktionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels (1) mindestens eine Steuerventilausnehmung (6, 8) kreuzt, vorzugsweise sämtliche Steuerventilausnehmungen (6), wobei die Betätigungsausnehmung (13) im Wesentlichen senkrecht oder exakt senkrecht zu der mindestens einen Steuerventilausnehmung (6, 8) verläuft und/oder derart in die Pleuelstange (1) eingebracht wird,
- gegebenenfalls Ausrichten mindestens einer vormontierten und in die Pleuelstange eingebrachten Steuerventilbaugruppe (14), vorzugsweise sämtlicher eingebrachter vormontierter Steuerventilbaugruppen (14), relativ zur Betätigungsausnehmung (13), insbesondere in Bezug auf eine Position in axialer Richtung der Steuerventillängsachse (SVA) und/oder in Bezug auf eine Winkelposition um die Steuerventillängsachse (SVA),
- gegebenenfalls Fixieren der vormontierten Steuerventilbaugruppe (14) in der ausgerichteten Position durch Einbringen eines Ausrichtmittels in die Betätigungsausnehmung (13), wobei das Ausrichtmittel dazu geeignet ist, zumindest vorübergehend eine Änderung der Ausrichtung der vormontierten Steuerventilbaugruppe (14) relativ zur Betätigungsausnehmung (13) zu verhindern,
- gegebenenfalls Entfernen des Ausrichtmittels aus der Betätigungsausnehmung (13), insbesondere erst nachdem die mindestens eine vormontierte Steuerventilbaugruppe (14) durch das Sicherungselement (9) gesichert worden ist,

- Einbringen des Betätigungsmittels (16) in die Betätigungsausnehmung (13), das zur Betätigung mindestens einer Ventilbaugruppe (14), insbesondere zur Betätigung mindestens einer Steuerventilbaugruppe (14), ausgebildet ist, insbesondere derart, dass das Betätigungsmittel (16) mit wenigstens einer Steuerventilbaugruppe (14) derart zusammenwirkt, vorzugsweise mit dem Ventilkörper (14a) und/oder dem Betätigungskörper (14e) wenigstens einer Steuerventilbaugruppe (14), dass die Ventilbaugruppe (14) mittels des Betätigungsmittels (16) betätigbar ist, und
 - vorzugsweise Sichern, insbesondere Sichern gegen Herausfallen aus der Betätigungsausnehmung (13), des Betätigungsmittels (16) in der Betätigungsausnehmung (13) mit einem Sicherungsmittel (9), insbesondere in Längsrichtung des Betätigungsmittels (16).
6. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei zum Sichern mindestens einer Ventilbaugruppe (14, 15) und/oder des Betätigungsmittels (16) das zugehörige Sicherungsmittel (9) zumindest teilweise, insbesondere vollständig, in die zugehörige Ventilausnehmung (6, 8) und/oder die zugehörige Betätigungsausnehmung (13), eingebracht wird, insbesondere in Längsrichtung der Ventilausnehmung (6, 8) und/oder in Längsrichtung der Betätigungsausnehmung (13), wobei das Sicherungsmittel (9) vorzugsweise eingeschraubt wird.
7. Verfahren (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens eine Ventilausnehmung (6, 8) und/oder die Betätigungsausnehmung (13) mittels des zugehörigen Sicherungsmittels (9) zumindest teilweise, insbesondere im Bereich des Sicherungsmittels (9), durch das zugehörige Sicherungsmittel (9) gegen ein Austreten von Hydraulikmedium abgedichtet wird.
8. Längenverstellbares Pleuel (1) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, wobei eine wirksame Pleuellänge (L) des Pleuels (1) veränderbar, insbesondere einstellbar ist, wobei das Pleuel (1) vorzugsweise eine Pleuelstange mit einer hydraulischen Längenverstelleinrichtung (7) zur Veränderung der wirksamen Pleuellänge (L) aufweist, insbesondere zur Einstellung der wirksamen Pleuellänge (L), weiter aufweisend:

- mindestens eine Ventilausnehmung (6,8), insbesondere mindestens eine Steuerventilausnehmung (6) und/oder mindestens eine Rückschlagventilausnehmung (8),
- mindestens eine zugehörige vormontierte Ventilbaugruppe (14, 15) mit einer Ventillängsachse (SVA, RVA), insbesondere eine Steuerventilbaugruppe (14) mit einer Steuerventillängsachse (SVA), die zur zumindest teilweisen Steuerung der Längenverstelleinrichtung (7) des Pleuels (1) ausgebildet ist, und/oder eine Rückschlagventilbaugruppe (15), und
- mindestens ein zugehöriges Sicherungsmittel (9),

wobei die mindestens eine Ventilbaugruppe (14, 15) von der zugehörigen Ventilausnehmung (6, 8) aufgenommen ist und mittels des zugehörigen Sicherungsmittels (9) in der zugehörigen Ventilausnehmung (6, 8) gesichert ist, vorzugsweise in axialer Richtung der zugehörigen Ventillängsachse (SVA, RVA), wobei die Ventilbaugruppe (14, 15) mittels des zugehörigen Sicherungsmittels (9) insbesondere gegen ein Herausfallen aus der Ventilausnehmung (6, 8) gesichert ist und/oder in einer definierten Position in der Ventilausnehmung (6,8) fixiert ist, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Ventilausnehmung (6, 8) eine Steuerventilausnehmung (6) ist und in die Steuerventilausnehmung (6) eine vormontierte Steuerventilbaugruppe (14) eingebracht ist,

wobei die vormontierte Steuerventilbaugruppe (14) einen in ein Steuerventilgehäuse (14b) mit einem Ventilsitz (14m) eingebrachten Ventilkörper (14a), ein in das Steuerventilgehäuse eingebrachtes Federelement (14c) und einen im Steuerventilgehäuse (14b) angeordneten Betätigungskörper (14e) aufweist, wobei das Federelement (14c) in axialer Richtung mittels eines Federsitzes (15d) im Steuerventilgehäuse (14b) gesichert ist, insbesondere derart, dass sich das Federelement (14c) parallel zur Steuerventillängsachse (SVA) in einer Richtung gegen den Federsitz (14d) abstützt.

9. Längenverstellbares Pleuel (1) nach Anspruch 8, wobei das Pleuel (1) gemäß einem Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 hergestellt, insbesondere zusammengebaut, ist.
10. Längenverstellbares Pleuel (1) nach Anspruch 8 oder 9, wobei der Ventilkörper (14a) und das Federelement (14c) auf einer dem Ventilsitz (14m) zugewand-

ten Seite innerhalb des Steuerventilgehäuses (14b) angeordnet sind und der Betätigungskörper (14e) auf einer vom Ventilsitz (14m) abgewandten Seite.

11. Längenverstellbares Pleuel (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei mindestens eine Ventilausnehmung (6, 8) eine Rückschlagventilausnehmung (8) ist und in die Rückschlagventilausnehmung (8) eine vormontierte Rückschlagventilbaugruppe (15) eingebracht ist,
 - wobei die Rückschlagventilbaugruppe (15) einen in ein Rückschlagventilgehäuse (15b) mit einem Ventilsitz (15m) eingebrachten Ventilkörper (15a) und ein in das Rückschlagventilgehäuse (15b) eingebrachtes Federelement (15c) aufweist,
 - wobei das Federelement (15c) in axialer Richtung mittels eines Federsitzes (15d) im Rückschlagventilgehäuse (15b) gesichert ist, insbesondere derart, dass sich das Federelement (15c) parallel zur Rückschlagventillängsachse (SVA) in einer Richtung gegen den Federsitz (14d) abstützt.
12. Längenverstellbares Pleuel (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei mindestens eine vormontierte Ventilbaugruppe (14, 15) derart in die zugehörige Ventilausnehmung (6, 8) eingebracht ist und/oder derart in der Ventilausnehmung (6, 8) gesichert ist, dass sich in einem funktionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels (1) der Federsitz (14d, 15d) gegen einen Boden (6b, 8b) der zugehörigen Ventilausnehmung (6, 8) abstützt, insbesondere derart, dass das Federelement (14c, 15c) hierdurch derart vorgespannt ist, dass in wenigstens einem Zustand der Ventilbaugruppe (14, 15) der zugehörige Ventilkörper (14a, 15a) mittels des dadurch vorgespannten Federelements (14c, 15c) gegen den Ventilsitz (14m, 15m) des zugehörigen Ventilgehäuses (14b, 15b) gepresst ist.
13. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei das mindestens eine Sicherungsmittel (9) in einem gesicherten Zustand der Ventilbaugruppe (14, 15), insbesondere in einem funktionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels (1) mit einer sich insbesondere senkrecht zur zugehörigen Ventillängsachse (SVA, RVA) erstreckenden Kontaktfläche, insbesondere mit seinem Ende, am zugehörigen Ventilgehäuse (14b, 15b) anliegt, wobei das zugehörige Ventilgehäuse (14b) und/oder das Sicherungsmittel (9) einen Schaftabschnitt (14j) aufweist, wobei wenigstens ein Schaftabschnitt (14j) des Ventilge-

häuses (14b, 15b) und/oder des Sicherungsmittels (9) einen mit der Längenverstellereinrichtung (7) strömungsverbundenen Hydraulikkanalabschnitt (14l) aufweist und einen in den Hydraulikkanalabschnitt (14l) mündenden Versorgungskanalabschnitt (14i), durch welchen Hydraulikmedium in den Hydraulikkanalabschnitt (14l) einströmen und ausströmen kann.

14. Längenverstellbares Pleuel (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 13,
wobei das Pleuel (1) eine Betätigungsausnehmung (13) und ein in der Betätigungsausnehmung (13) eingebrachtes Betätigungsmittel (16) aufweist,
wobei die Betätigungsausnehmung (13) in einem funktionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels (1) mindestens eine Steuerventilausnehmung (6) kreuzt, vorzugsweise sämtliche Steuerventilausnehmungen (6), wobei die Betätigungsausnehmung (13) im Wesentlichen senkrecht oder exakt senkrecht zu der mindestens einen Steuerventilausnehmung (6, 8) verläuft und/oder sich derart erstreckt,
wobei das Betätigungsmittel (16) zur Betätigung mindestens einer Ventilbaugruppe (14), insbesondere zur Betätigung mindestens einer Steuerventilbaugruppe (14), ausgebildet ist und insbesondere derart ausgebildet und im Pleuel (1) angeordnet ist, dass es mit wenigstens einer Steuerventilbaugruppe (14) derart zusammenwirkt, vorzugsweise mit dem Ventilkörper (14a) und/oder dem Betätigungskörper (14e) wenigstens einer Steuerventilbaugruppe (14), dass die Ventilbaugruppe (14) mittels des Betätigungsmittels (16) betätigbar ist,
wobei das Betätigungsmittel (16) vorzugsweise mittels eines Sicherungsmittels (9) in der Betätigungsausnehmung (13) gesichert ist, insbesondere gegen Herausfallen aus der Betätigungsausnehmung (13), insbesondere in Längsrichtung des Betätigungsmittels (16).
15. Hubkolbenmaschine, insbesondere Hubkolbenbrennkraftmaschine, mit einem längenverstellbaren Pleuel (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 14.
16. Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug, mit einer Hubkolbenmaschine nach Anspruch 15.