(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 519184 B1 2018-07-15**

(12) # Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50191/2017
(22) Anmeldetag: 10.03.2017
(45) Veröffentlicht am: 15.07.2018

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

(30) Priorität:
30.09.2016 AT A 50889/2016 beansprucht.
30.09.2016 AT A 50890/2016 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
US 988344 A
WO 0210568 A1
WO 2015055582 A2
JP S529703 A
WO 2013092364 A1
DE 102005036701 A1

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

(72) Erfinder:
Ausserhofer Norbert Dipl.Ing.
8045 Graz (AT)
Krobath Andreas Dipl.Ing.
8503 St. Josef/Weststeiermark (AT)
Pramberger Harald Dipl.Ing.
8054 Graz (AT)

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

(54) **Längenverstellbares Pleuel mit Anschlagflächen**

(57) Ein längenverstellbares Pleuel (30) für eine Hubkolbenmaschine weist einen zweiten Pleuelteil (12) mit Führungszylinder (17) und einen ersten Pleuelteil (11) mit Führungsschaft (15) auf, der vom Führungszylinder (17) aufgenommen und zum Verstellen einer wirksamen Pleuellänge relativ zu diesem bewegbar ist, wobei der erste Pleuelteil (11) eine erste (20) und der zweite Pleuelteil (12) eine zweite Anschlagfläche (21) aufweist, wobei beim Anliegen der ersten (20) an der zweiten Anschlagfläche (21) zumindest ein Anteil einer auf das Pleuel (10) entlang der Pleuellängsachse (10) wirkenden Druckkraft (F) am Führungsschaft (15) vorbei über erste (20) und zweite Anschlagfläche (21) vom ersten Pleuelteil (11) in den zweiten Pleuelteil (12) übertragen wird. Erfindungsgemäß ist eine Länge des Führungsschaftes (15) relativ zu einer Tiefe (T) des Führungszylinders (17) derart bemessen, dass beim Verkürzen der wirksamen Pleuellänge zunächst ein dem zweiten Pleuelteil (12) zugewandtes Ende des Führungsschaftes (15) mit dem Führungszylinder (17) auf Block geht, bevor die erste (20) an der zweiten Anschlagfläche (21) anliegt.

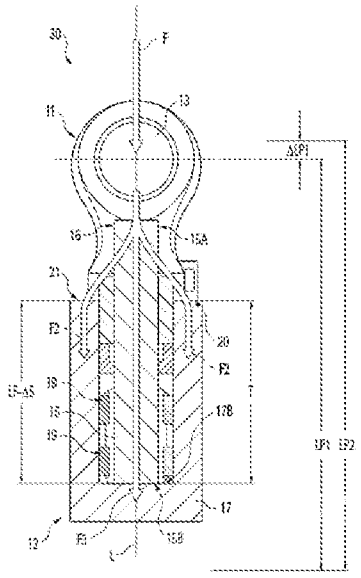


Fig. 3b

AT 519184 B1 2018-07-15

Beschreibung

LÄNGENVERSTELLBARES PLEUEL MIT ANSCHLAGFLÄCHEN

[0001] Die Erfindung betrifft ein längenverstellbares Pleuel für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, wobei das Pleuel zumindest einen ersten Pleuelteil und einen zweiten Pleuelteil aufweist, wobei der zweite Pleuelteil an seinem dem ersten Pleuelteil zugewandten Ende einen Abschnitt mit einem Führungszylinder aufweist, wobei der erste Pleuelteil an seinem dem zweiten Pleuelteil zugewandten Ende einen korrespondierend zum Führungszylinder ausgebildeten Führungsschaft aufweist, wobei der Führungsschaft des ersten Pleuelteils in einem funktionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels zumindest teilweise vom Führungszylinder aufgenommen ist und zum Verstellen einer wirksamen Pleuellänge relativ zu diesem bewegbar ist, insbesondere entlang einer Längsachse des Pleuels. Dabei weist der erste Pleuelteil eine erste Anschlagfläche und der zweite Pleuelteil eine zweite Anschlagfläche auf, wobei ein Anliegen der ersten Anschlagfläche an der zweiten Anschlagfläche eine Relativbewegung in eine erste Richtung begrenzt. Insbesondere ist das Pleuel derart ausgestaltet, dass beim Anliegen der ersten Anschlagfläche an der zweiten Anschlagfläche zumindest ein Anteil einer auf das Pleuel entlang der Längsachse des Pleuels wirkenden Druckkraft am Führungsschaft vorbei über die erste Anschlagfläche und die zweite Anschlagfläche vom ersten Pleuelteil in den zweiten Pleuelteil übertragen wird und/oder umgekehrt.

[0002] Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung eine Hubkolbenmaschine, insbesondere eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, mit wenigstens einem längenverstellbaren Pleuel sowie ein Fahrzeug mit einer Hubkolbenmaschine, insbesondere mit einer Hubkolbenbrennkraftmaschine.

[0003] Als Pleuel wird üblicherweise und auch im Sinne der Erfindung das stangenartige Verbindungselement bezeichnet, welches bei einer Hubkolbenmaschine zur Verbindung der Kurbelwelle mit einem Hubkolben dient. Das Pleuel dient dabei dazu, eine lineare Bewegung des Hubkolbens, insbesondere eine linear-oszillierende Axialbewegung des Hubkolbens, bei dem es sich in der Regel um einen Kraft- oder Arbeitskolben handelt, in eine kreisförmige Bewegung der Kurbelwelle umzuwandeln, oder umgekehrt eine kreisförmige Bewegung der Kurbelwelle in eine lineare Bewegung des Hubkolbens umzusetzen.

[0004] Als Kurbelwelle im Sinne der Erfindung wird eine Welle bezeichnet, welche dazu ausgebildet ist, vorzugsweise in einer Hubkolbenmaschine die linear-oszillierende Bewegung, insbesondere die translatorische Bewegung, eines oder mehrerer Hubkolben, insbesondere mit Hilfe von Pleueln, in eine Drehbewegung umzusetzen oder umgekehrt, eine Drehbewegung in eine translatorische Bewegung umzuwandeln.

[0005] Zur Verbindung mit dem Hubkolben und der Kurbelwelle weist ein Pleuel in der Regel an seinen beiden Enden jeweils ein Pleuellager auf, üblicherweise in Form eines Pleuelauges, wobei das Pleuel in der Regel ein kleineres Pleuelauge am kolbenseitigen Ende und ein größeres Pleuelauge am kurbelwellenseitigen Ende aufweist, bezogen auf einen funktionsgemäßen Einbauzustand eines Pleuels in einer Hubkolbenmaschine. Mithilfe eines im kleinen Pleuelauge gelagerten Kolbenbolzen kann am kolbenseitigen Ende des Pleuels ein Hubkolben angebunden werden. Über das größere Pleuelauge kann das Pleuel an der Kurbelwelle angebunden werden, wobei im größeren Pleuelauge üblicherweise ein als Gleitlager ausgebildetes Pleuellager angeordnet ist, welches mit Hydraulikmedium, insbesondere mit dem Motoröl einer Hubkolbenmaschine, geschmiert werden kann.

[0006] Das Pleuel ist dabei in der Regel jeweils um eine Drehachse drehbar um die Kurbelwelle und den Kolbenbolzen gelagert, wobei der Abstand zwischen den beiden Drehachsen eine wirksame bzw. effektive Pleuellänge definiert. Durch eine Änderung der wirksamen Pleuellänge, insbesondere durch ein Verstellen der wirksamen Pleuellänge, kann in einer Hubkolbenmaschine das Verdichtungsverhältnis verändert werden, da die Änderung der wirksamen Pleuellänge eine Verschiebung des oberen Totpunkts der Kolbenbewegung bewirkt.

[0007] Längenverstellbare Pleuel werden daher insbesondere bei Hubkolbenmaschinen mit variablem Verdichtungsverhältnis zum Einstellen des Verdichtungsverhältnisses eingesetzt. Das Ändern des Verdichtungsverhältnisses durch Verändern der wirksamen Pleuellänge ist aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannt, beispielsweise aus der DE 10 2012 020 999 A1 oder der WO 2015/055582 A2.

[0008] Das in der DE 10 2012 020 999 A1 beschriebene längenverstellbare Pleuel weist einen im kleineren Pleuelauge angeordneten Exzenter auf, wobei zum Verstellen des Exzenters zwei zumindest teilweise außerhalb des Pleuelschaftes angeordnete Hydraulikzylinder vorgesehen sind, die mit Motoröl aus der Hubkolbenmaschine mit Hydraulikmedium versorgt werden können. Zur Steuerung der beiden Hydraulikzylinder und damit zur Längenverstellung des Pleuels ist eine Steuerungseinrichtung mit zwei Ventilen vorgesehen, mittels welcher die beiden Hydraulikzylinder jeweils derart mit Hydraulikmedium beaufschlagt werden können, dass sich die gewünschte Änderung der Pleuellänge einstellt.

[0009] Aus der WO 2015/055582 A2 ist ein längenverstellbares Pleuel mit einer hydraulischen Längenverstelleinrichtung mit einem innerhalb des Pleuels angeordneten Hydraulikzylinder bekannt, wobei das Pleuel einen ersten Pleuelschaftabschnitt und einen zweiten Pleuelschaftabschnitt aufweist, welche entlang einer Längsachse des Pleuels relativ zueinander verschiebbar sind und insbesondere teleskopartig ineinander und auseinander geschoben werden können. Einer der beiden Pleuelschaftabschnitte bildet dabei den Hydraulikzylinder der Längenverstelleinrichtung und der andere Pleuelschaftabschnitt einen zugehörigen Hydraulikkolben. Zur Steuerung der Längenverstelleinrichtung ist eine hydraulisch betätigbare Steuerungseinrichtung mit einem senkrecht zur Kurbelwellenachse in einer Längsmittelebene des Pleuels axial verschiebbaren, einfach wirkenden Stellkolben als Stellelement vorgesehen. Der Stellkolben kann in einem funktionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels in einer Hubkolbenmaschine mithilfe des in einer zugehörigen Hubkolbenmaschine anliegenden Motoröldrucks entgegen einer mittels einer Rückstellfeder erzeugten Rückstellkraft von einer ersten Stellposition in eine zweite Stellposition axial verschoben werden, wobei je nach Stellposition des Stellkolbens ein oder mehrere Hydraulikzuflüsse bzw. Hydraulikabflüsse der hydraulischen Längenverstelleinrichtung freigegeben oder gesperrt sind. Über die Federsteifigkeit der Rückstellfeder kann eingestellt werden, ab welchem Motoröldruck eine Verschiebung des Stellkolbens von der ersten Stellposition in die zweite Stellposition bewirkt werden soll.

[0010] Aus dem Stand der Technik sind diverse Konzepte zur Längenverstellung einer Pleuelstange bekannt, insbesondere verschiedene Konzepte zur Steuerung einer solchen Längenverstelleinrichtung bekannt sowie verschiedene Konzepte hinsichtlich der Konstruktion des Pleuels an sich.

[0011] Eine Herausforderung bei längenverstellbaren Pleueln besteht unter anderem darin, die für einen Betrieb in einer Hubkolbenmaschine, insbesondere in einer Hubkolbenbrennkraftmaschine für ein Fahrzeug, erforderliche Pleuelfestigkeit zu erreichen.

[0012] Eine weitere Herausforderung ist ferner, eine eingestellte wirksame Pleuellänge über einen definierten Zeitraum konstant aufrechtzuerhalten, um über den definierten Zeitraum ein konstantes Verdichtungsverhältnis einstellen zu können.

[0013] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, ein alternatives, längenverstellbares Pleuel für eine Hubkolbenmaschine bereitzustellen, vorzugsweise ein verbessertes längenverstellbares Pleuel, insbesondere ein Pleuel, mit dem ohne eine nennenswerte Gewichtserhöhung die erforderliche Pleuelfestigkeit erreicht werden kann und/oder dessen wirksame Pleuellänge über einen längeren definierten Zeitraum konstant gehalten werden kann. Darüber hinaus ist es eine Aufgabe der Erfindung, eine alternative Hubkolbenmaschine bereitzustellen, insbesondere eine verbesserte Hubkolbenmaschine, sowie ein alternatives Fahrzeug mit einer Hubkolbenmaschine, insbesondere ein verbessertes Fahrzeug.

[0014] Diese Aufgaben werden erfindungsgemäß durch die Lehre der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprü-

che und werden im Folgenden näher erläutert. Der Wortlaut der Ansprüche wird zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

[0015] Bei einem erfindungsgemäßen Pleuel ist eine wirksame Länge des Führungsschaftes relativ zu einer Tiefe des Führungszylinders derart bemessen, dass beim Verkürzen der wirksamen Pleuellänge zunächst ein dem zweiten Pleuelteil zugewandtes Ende des Führungsschaftes mit dem Führungszylinder auf Block geht, bevor die erste Anschlagfläche an der zweiten Anschlagfläche anliegt.

[0016] Als wirksame Länge des Führungsschaftes wird im Sinne der Erfindung der Abstand zwischen der ersten Anschlagfläche, insbesondere deren Flächenschwerpunkt, sowie einer zuerst mit dem Führungszylinder auf Block gehenden Fläche, insbesondere deren Flächenschwerpunkt, projiziert auf die Verschiebeachse des Führungsschaftes relativ zum Führungszylinder verstanden, d.h. parallel zur Verschiebeachse des Führungsschaftes gemessen, wobei die zuerst mit dem Führungszylinder auf Block gehende Fläche vorzugsweise ein unterstes Ende des Führungsschaftes bildet.

[0017] Als Tiefe des Führungszylinders im Sinne der Erfindung wird der Abstand zwischen der zweiten Anschlagfläche, insbesondere deren Flächenschwerpunkt, und einer zuerst mit dem Führungsschaft auf Block gehenden Fläche, insbesondere deren Flächenschwerpunkt, projiziert auf die Verschiebeachse des Führungszylinders relativ zum Führungsschaft, verstanden, wobei die zuerst mit dem Führungsschaft auf Block gehende Fläche vorzugsweise zumindest teilweise einen Boden des Führungszylinders bildet.

[0018] Das heißt mit anderen Worten, dass bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Pleuels der Führungsschaft vorzugsweise geringfügig länger bemessen ist als der Führungszylinder tief ist, so dass beim Verkürzen der wirksamen Pleuellänge der Führungsschaft zunächst mit dem Führungszylinder auf Block geht, bevor die erste Anschlagfläche des ersten Pleuelteils an der zweiten Anschlagfläche des Führungszylinders anliegt und/oder mit dieser auf Block geht, wobei die zweite Anschlagfläche insbesondere durch einen oberen Rand des Führungszylinders gebildet ist.

[0019] Durch die beiden erfindungsgemäß vorhandenen Anschlagflächen hat ein erfindungsgemäßes Pleuel außerdem den Vorteil, dass zumindest ein Anteil einer auf das Pleuel entlang der Längsachse des Pleuels wirkenden Druckkraft vom ersten Pleuelteil in den zweiten Pleuelteil und/oder umgekehrt am Führungsschaft vorbei übertragen werden kann. Dadurch kann eine auf den Führungsschaft wirkende Druckkraft reduziert werden und der Führungsschaft kann entlastet werden. Insbesondere kann die Gefahr des Knickens des Führungsschaftes reduziert werden, in einigen Fällen sogar vollständig vermieden werden.

[0020] Infolgedessen kann der Führungsschaft geringer dimensioniert werden. Insbesondere kann ein Querschnitt des Führungsschaftes zumindest über einen Teil seiner Länge kleiner gewählt werden, so dass der Führungsschaft in diesem Bereich weniger Bauraum benötigt, wodurch sich eine vorteilhaftere Ausgestaltung einer hydraulischen Längenverstelleinrichtung realisieren lässt.

[0021] Der Führungszylinder eines erfindungsgemäßen, längenverstellbaren Pleuels kann als senkrechter Kreiszylinder ausgebildet sein oder alternativ als allgemeiner Zylinder. Das heißt mit anderen Worten, der Führungszylinder eines erfindungsgemäßen, längenverstellbaren Pleuels kann einen kreisrunden oder einen von einer kreisrunden Form abweichenden Querschnitt über seine axiale Länge aufweisen, insbesondere jede beliebige Querschnittsform, und als schiefer oder senkrechter Zylinder ausgebildet sein. Wichtig ist lediglich, dass der Führungszylinder und der Führungsschaft derart ausgebildet sind, insbesondere derart korrespondierend zueinander, dass die zum Verstellen der wirksamen Pleuellänge erforderliche Funktionalität erreicht werden kann.

[0022] Vorzugsweise ist der Führungszylinder eines erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuels als allgemeiner Hohlzylinder mit wenigstens einer Bodenfläche ausgebildet, insbesondere als senkrechter Hohlzylinder mit einer normal zu einer Längsachse des Hohlzylinders

angeordneten Bodenfläche. Vorzugsweise fällt die Längsachse des Führungszylinders dabei mit der Längsachse des Pleuels zusammen. Besonders bevorzugt ist die Bodenfläche des Hohlzylinders kreisförmig oder rechteckig ausgebildet. Grundsätzlich ist jedoch jede beliebige Geometrie für die Bodenfläche möglich. Der Hohlzylinder ist vorzugsweise offen oder zumindest teilweise geschlossen ausgebildet. Besonders bevorzugt ist der Führungszylinder zumindest teilweise becherglasförmig oder sacklochförmig ausgebildet.

[0023] Vorzugsweise ist der erste Pleuelteil, insbesondere der Führungsschaft des ersten Pleuelteils, verschiebbar im zweiten Pleuelteil gelagert, insbesondere im Führungszylinder, wobei zum Verstellen der wirksamen Pleuellänge bevorzugt der Führungsschaft des ersten Pleuelteils zumindest teilweise in den Führungszylinder des zweiten Pleuelteils eingeschoben und/oder aus diesem herausgezogen werden kann. Vorzugsweise sind der erste Pleuelteil und der zweite Pleuelteil zum Verstellen der wirksamen Pleuellänge teleskopartig relativ zueinander verschiebbar, wobei im Sinne der Erfindung unter einem teleskopartigen, relativen Verschieben zueinander ein Ineinanderschieben und/oder Auseinanderziehen entlang einer gemeinsamen Verschiebeachse verstanden wird, insbesondere ohne eine Rotation eines oder mehrerer der zugehörigen Bauteile um die Verschiebeachse. In einigen Fällen ist es vorteilhaft, wenn der Führungsschaft und der Führungszylinder teleskopartig ineinandergeschoben oder auseinandergezogen werden können.

[0024] In einigen Fällen kann es auch vorteilhaft sein, wenn der Führungsschaft und der Führungszylinder spindelartig ineinandergeschoben oder auseinandergezogen werden können, insbesondere relativ zueinander entlang einer gemeinsamen Verschiebeachse mit einer Rotation von Führungsschaft und/oder Führungszylinder um die Verschiebeachse herum. In diesem Fall ist das Pleuel vorzugsweise jedoch derart ausgebildet, dass sich der erste Pleuelteil und der zweite Pleuelteil dabei nicht um die Verschiebeachse drehen, sondern lediglich entlang dieser relativ zueinander bewegen, d.h. lediglich translatorisch. Dies kann über eine entsprechende Lagerung von Führungsschaft und/oder Führungszylinder im jeweils zugehörigen Pleuelteil erreicht werden.

[0025] In einer vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels ist das Pleuel derart ausgestaltet, dass ein Anliegen der ersten Anschlagfläche an der zweiten Anschlagfläche eine eine Verkürzung der wirksamen Pleuellänge bewirkende Relativbewegung zwischen dem ersten Pleuelteil und dem zweiten Pleuelteil begrenzt. Insbesondere ist ein erfindungsgemäßes Pleuel derart ausgestaltet, dass ein Anliegen der ersten Anschlagfläche an der zweiten Anschlagfläche ein Ineinanderschieben des ersten Pleuelteils und des zweiten Pleuelteils begrenzt und damit eine Verringerung, insbesondere eine (weitere) Verkürzung, der wirksamen Pleuellänge begrenzt.

[0026] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels weist der erste Pleuelteil und/oder der zweite Pleuelteil wenigstens ein Element eines Pleuellagers auf, vorzugsweise ein Pleuelauge, wobei der erste Pleuelteil insbesondere dazu eingerichtet ist, mit einem Hubkolben einer Hubkolbenbrennkraftmaschine verbunden zu werden. Der zweite Pleuelteil ist insbesondere dazu eingerichtet, mit einer Kurbelwelle einer Hubkolbenbrennkraftmaschine verbunden zu werden. Vorzugsweise weist der erste Pleuelteil ein kleineres Pleuelauge auf, welches insbesondere ein Kolbenbolzenlager bildet. Der zweite Pleuelteil weist vorzugsweise ein größeres Pleuelauge auf, welches insbesondere als Kurbelwellenlager dient.

[0027] Zur Verbindung mit einem Hubkolben einer Hubkolbenmaschine, insbesondere einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, kann der erste Pleuelteil, insbesondere mittels eines 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 Pleuelteil 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 gelagert werden kann.

[0028] Der zweite Pleuelteil 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.

[0029] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels weist das Pleuel eine hydraulische Längenverstelleinrichtung zum Verstellen der wirksamen Pleuellänge auf, wobei die Längenverstelleinrichtung vorzugsweise wenigstens einen Hydraulikzylinder mit einem Kolben, einem ersten hydraulischen Arbeitsraum und einem zweiten hydraulischen Arbeitsraum aufweist, wobei der Kolben der Längenverstelleinrichtung insbesondere Teil des ersten Pleuelteils ist und der Hydraulikzylinder insbesondere Teil des zweiten Pleuelteils.

[0030] Die Längenverstelleinrichtung eines erfindungsgemäßen Pleuels kann grundsätzlich auf verschiedenste Arten und Weisen ausgebildet sein, beispielsweise wie die in der WO 2015/055582 A2 beschriebenen Längenverstelleinrichtungen, wobei für nähere Details bezüglich der Ausgestaltungsmöglichkeiten sowie der Funktionsweise von für ein erfindungsgemäßes Pleuel geeigneten Längenverstelleinrichtungen auf das vorgenannte Dokument verwiesen wird.

[0031] Vorzugsweise bildet bei einem erfindungsgemäßen Pleuel der Führungszylinder den Hydraulikzylinder der Längenverstelleinrichtung und der Führungsschaft den Kolben, wobei der Führungsschaft vorzugsweise als zweiseitig wirkender Kolben ausgebildet ist, insbesondere als zweiseitig wirkender Stufenkolben. Bevorzugt teilt der Kolben der Längenverstelleinrichtung, insbesondere der Führungsschaft, den Hydraulikzylinder der Längenverstelleinrichtung dabei in den ersten hydraulischen Arbeitsraum und den zweiten hydraulischen Arbeitsraum.

[0032] Während des Betriebs in einer Hubkolbenmaschine, insbesondere in einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, entstehen während eines Arbeitshubs hohe, hydraulische Arbeitsdrücke in den beiden hydraulischen Arbeitsräumen der Längenverstelleinrichtung, welche hohe Anforderungen an die Abdichtung der hydraulischen Arbeitsräume der Längenverstelleinrichtung stellen. Je kleiner die zur Verfügung stehende hydraulische Arbeitsfläche ist, desto größer sind die infolge von Druck- und/oder Zugkräften entstehenden Drücke. Bereits kleine Leckagen, d.h. bereits ein Austritt kleiner Mengen an Hydraulikmedium, können zu einem Druckabbau im jeweiligen Arbeitsraum der hydraulischen Längenverstellvorrichtung und damit zu einem Ein- bzw. Ausfedern und/oder einer unerwünschten Längenverstellung des Pleuels führen. Diese Problematik kann sich insbesondere bei hohen Drehzahlen erhöhen.

[0033] Durch die aufgrund der Erfindung mögliche, geringere Dimensionierung des Führungsschaftes kann bei einem erfindungsgemäßen Pleuel eine größere hydraulische Arbeitsfläche am Kolben bereitgestellt werden, insbesondere auf der dem ersten Pleuelteil zugewandten Seite des Kolbens. Dadurch können die bei der Verwendung eines erfindungsgemäßen Pleuels in einer Hubkolbenmaschine in der hydraulischen Längenverstelleinrichtung am Kolben entstehenden hydraulischen Druckverhältnisse verbessert werden, insbesondere die entstehenden hydraulischen Drücke reduziert werden. Infolgedessen wiederum kann die Gefahr einer unerwünschten Veränderung der eingestellten, wirksamen Pleuellänge reduziert bzw. sogar ganz vermieden werden. Insbesondere kann eine unerwünschte Veränderung der eingestellten, wirksamen Pleuellänge infolge von Ein- und/oder Ausfedereffekten, die durch hohe, bei einem Verbrennungsvorgang im Brennraum eines Zylinders einer Hubkolbenbrennkraftmaschine entstehende Kräfte und infolgedessen entstehenden hohen Drücke verursacht werden, reduziert und/oder sogar ganz vermieden werden.

[0034] Bei einem erfindungsgemäßen Pleuel befindet sich der Hydraulikzylinder der Längenverstelleinrichtung vorzugsweise vollständig innerhalb des Pleuels, insbesondere innerhalb eines Pleuelschaftes, wobei als Pleuelschaft im Sinne der Erfindung ein stangenartiger Abschnitt zwischen dem kolbenseitigen Pleuelende und dem kurbelwellenseitigen Pleuelende verstanden wird.

[0035] Die für die Längenverstelleinrichtung erforderliche Hydraulikversorgung erfolgt vorzugsweise über eine Hydraulikmediumzuleitung, wobei die Hydraulikmediumzuleitung insbesondere über das kurbelwellenseitige Pleuellager mit Hydraulikmedium versorgt werden kann.

[0036] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels ist die zweite Anschlagfläche eine sich vom Führungszylinder nach außen erstreckende Fläche, vorzugsweise eine sich vom Führungszylinder in radialer Richtung nach außen erstreckende Fläche, insbesondere eine umlaufend ausgebildete Fläche.

[0037] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels ist die zweite Anschlagfläche zumindest teilweise durch eine, dem ersten Pleuelteil zugewandte Randfläche der Wandung des Führungszylinders gebildet. Die Randfläche erstreckt sich dabei vorzugsweise senkrecht zu einer Mantelfläche des Führungszylinders, insbesondere normal zur Längsachse des Pleuels. Dadurch lässt sich die zweite Anschlagfläche auf besonders einfache Art und Weise ausbilden. D.h. vorzugsweise bildet die Fläche eines dem ersten Pleuelteil zugewandten Randes des Führungszylinders zumindest teilweise die zweite Anschlagfläche.

[0038] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels ist die erste Anschlagsfläche eine sich vom Führungsschaft nach außen erstreckende Fläche, vorzugsweise eine sich vom Führungsschaft in radialer Richtung nach außen erstreckende Fläche, insbesondere eine umlaufend ausgebildete Fläche. Die erste Anschlagfläche erstreckt sich vorzugsweise parallel zur zweiten Anschlagfläche, insbesondere normal zu einer Längsachse des Führungsschafts, besonders bevorzugt normal zur Längsachse des Pleuels.

[0039] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels ist der erste Pleuelteil wenigstens zweiteilig ausgebildet, wobei der erste Pleuelteil vorzugsweise aus wenigstens einem ersten Abschnitt und dem Führungsschaft zusammengesetzt ist, und wobei der Führungsschaft im Bereich seines vom zweiten Pleuelteil abgewandten Endes insbesondere mit dem ersten Abschnitt verbunden ist. Insbesondere ist der Führungsschaft dabei vom ersten Abschnitt aufgenommen. Vorzugsweise ist dabei das wenigstens eine Element des Pleuellagers des ersten Pleuelteils, insbesondere das kleinere Pleuelauge, Teil des ersten Abschnitts des ersten Pleuelteils.

[0040] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels ist der Führungsschaft im Bereich seines vom zweiten Pleuelteil abgewandten Endes mit dem ersten Abschnitt verschraubt. Vorzugsweise ist der Führungsschaft dabei in den ersten Abschnitt des ersten Pleuelteils eingeschraubt, insbesondere mit seinem vom zweiten Pleuelteil abgewandten Ende. Dadurch kann auf besonders einfache Art und Weise ein erster Pleuelteil mit einem Führungsschaft ausgebildet werden. Insbesondere lässt sich dadurch auf besonders einfache Art und Weise ein Führungsschaft mit geringen Toleranzen fertigen, da dieser unabhängig vom ersten Abschnitt des ersten Pleuelteils hergestellt werden kann.

[0041] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels ist die erste Anschlagfläche des ersten Pleuelteils zumindest teilweise durch eine dem zweiten Pleuelteil zugewandte Randfläche der Wandung einer Bohrung des ersten Abschnitts des ersten Pleuelteils gebildet. Vorzugsweise weist die Bohrung im ersten Abschnitt des ersten Pleuelteils ein Innengewinde zur Aufnahme des Führungsschaftes auf, insbesondere ein Innengewinde zum Verschrauben des ersten Abschnitts mit dem Führungsschaft.

[0042] In einigen Fällen kann es vorteilhaft sein, wenn der zweite Pleuelteil mehrteilig ausgebildet ist, wobei es besonders vorteilhaft sein kann, wenn der Führungszylinder in einen Abschnitt des zweiten Pleuelteils eingeschraubt ist.

[0043] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels ist das Pleuel derart ausgestaltet, dass die erste Anschlagfläche mit der zweiten Anschlagfläche erst bei Erreichen einer definierten, entlang der Längsachse auf das Pleuel wirkenden Druckkraft auf Block geht.

[0044] Dazu sind vorzugsweise die wirksame Länge des Führungsschaftes relativ zur Tiefe des Führungszylinders sowie ein Durchmesser des Führungsschaftes derart bemessen und die Werkstoffeigenschaften des Führungsschaftes derart gewählt, dass nachdem der Führungsschaft mit dem Führungszylinder auf Block gegangen ist, eine zum in Kontakt bringen der ersten Anschlagfläche mit der zweiten Anschlagfläche erforderliche Deformation des Führungs-

schaftes erst, insbesondere im Wesentlichen, bei Erreichen der definierten Druckkraft erreicht wird. Dabei ist das Pleuel vorzugsweise derart ausgelegt, insbesondere ist die definierte Druckkraft derart gewählt, dass nachdem der Führungsschaft mit dem Führungszylinder auf Block gegangen ist, die erste Anschlagfläche mit der zweiten Anschlagfläche durch eine elastische Verformung des Führungsschaftes mit der zweiten Anschlagfläche in Kontakt gebracht werden kann.

[0045] Insbesondere ab dem Erreichen der definierten Druckkraft, d.h. insbesondere bei Überschreiten der definierten Druckkraft, kann ein Anteil der auf das Pleuel entlang der Längsachse des Pleuels wirkenden Druckkraft am Führungsschaft vorbei über die erste Anschlagfläche und die zweite Anschlagfläche vom ersten Pleuelteil in den zweiten Pleuelteil übertragen werden kann und/oder umgekehrt.

[0046] Mit einer derartigen Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels können die auftretenden Druckkräfte vorteilhaft auf mehrere Bauteile des Pleuels verteilt werden, insbesondere je nach Bedarf. Durch die nur teilweise Entlastung des Führungsschaftes ist die Zusatzbelastung der übrigen Bauteile geringer.

[0047] In einer alternativen, vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels wird beim Anliegen der ersten Anschlagfläche an der zweiten Anschlagfläche eine auf das Pleuel aufgebrachte Druckkraft vollständig am Führungsschaft vorbei über die erste Anschlagfläche und die zweite Anschlagfläche vom ersten Pleuelteil in den zweiten Pleuelteil übertragen und/oder umgekehrt.

[0048] Sind der Führungsschaft und/oder der Führungszylinder jeweils eingeschraubt, lässt sich auf besonders einfache Art und Weise die wirksame Länge des Führungsschaftes und/oder die minimale und/oder maximale wirksame Pleuellänge einstellen, insbesondere wenn der Führungsschaft und/oder der Führungszylinder rotationssymmetrisch ausgebildet sind, nämlich durch bloßes mehr oder weniger Einschrauben in den Abschnitt des zugehörigen Pleuelteils.

[0049] Eine erfindungsgemäße Hubkolbenmaschine ist dadurch gekennzeichnet, dass sie ein erfindungsgemäß ausgebildetes Pleuel aufweist.

[0050] Ein erfindungsgemäßes Fahrzeug mit einer Hubkolbenmaschine ist dadurch gekennzeichnet, dass es eine erfindungsgemäße Hubkolbenmaschine aufweist.

[0051] Diese und weitere Merkmale gehen außer aus den Ansprüchen und aus der Beschreibung auch aus den Figuren hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren, in Form von Unterkombinationen bei einer Ausgestaltung der Erfindung verwirklicht sein können, sofern sie technisch sinnvoll ist.

[0052] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen, die in den Figuren dargestellt sind, näher erläutert, wobei bei Bauteile mit gleicher Funktion die gleichen Bezugszeichen aufweisen. In den Figuren zeigen wenigstens teilweise schematisch:

[0053] Fig. 1a ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Pleuels in perspektivischer Darstellung,

[0054] Fig. 1b das erfindungsgemäße Pleuel aus Fig. 1a in Schnittdarstellung,

[0055] Fig.2 einen vergrößerten Ausschnitt des erfindungsgemäßen Pleuels aus den Fig. 1a und 1b, ebenfalls in Schnittdarstellung,

[0056] Fig. 3a einen Ausschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Pleuels in einem ersten Zustand, ebenfalls in Schnittdarstellung, und

[0057] Fig. 3b den Ausschnitt des Pleuels aus Fig. 3a in einem zweiten Zustand.

[0058] Fig. 1 a zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen, längenverstellbaren Pleuels 10 mit einem ersten Pleuelteil 11 sowie einem zweiten Pleuelteil 12, wobei der

erste Pleuelteil 11 an einem ersten, kolbenseitigen Ende ein kleines Pleuelauge 13 zur Verbindung des Pleuels 10 mit einem Hubkolben einer Hubkolbenbrennkraftmaschine aufweist. Am anderen, kurbelwellenseitigen Ende des Pleuels 10 weist das Pleuel 10 ein größeres Pleuelauge 23 zur Anbindung des Pleuels 10 an einer Kurbelwelle der Hubkolbenmaschine auf.

[0059] Wie anhand von Fig. 1b erkennbar ist, weist der zweite Pleuelteil 12 an seinem dem ersten Pleuelteil 11 zugewandten Ende einen Abschnitt mit einem Führungszylinder 17 auf. Der erste Pleuelteil 11 weist an seinem dem zweiten Pleuelteil 12 zugewandten Ende einen korrespondierend zum Führungszylinder 17 ausgebildeten Führungsschaft 15 auf.

[0060] Der Führungsschaft 15 ist dabei zumindest teilweise vom Führungszylinder 17 aufgenommen und kann zum Verstellen einer wirksamen Pleuellänge LP relativ zum Führungszylinder 17 entlang einer Längsachse L des Pleuels 10 relativ zum Führungszylinder 17 bzw. dem zweiten Pleuelteil 12 verschoben werden, was in Fig. 1 b durch den nicht näher bezeichneten Doppelpfeil angedeutet ist. Insbesondere kann der Führungsschaft 15 in den Führungszylinder 17 hineingeschoben bzw. aus diesem herausgezogen werden. Ein Ineinanderschieben von Führungsschaft 15 und Führungszylinder 17 bewirkt dabei eine Verkürzung einer wirksamen Pleuellänge LP, während ein Auseinanderziehen bzw. ein Herausziehen des Führungsschaftes 15 aus dem Führungszylinder 17 zu einer Verlängerung der wirksamen Pleuellänge LP führt.

[0061] Die wirksame Pleuellänge LP kann dabei zwischen einer minimalen wirksamen Pleuellänge LP1 sowie einer maximalen wirksamen Pleuellänge LP2, welche sich um einen Betrag LP unterscheiden (siehe z.B. Fig. 2), eingestellt werden. Die wirksame Pleuellänge LP ist dabei durch den Abstand zwischen den beiden Drehachsen des Pleuels 10 definiert, um welche sich das Pleuel 10 in einem funktionsgemäßen Verwendungszustand kolbenseitig und kurbelwellenseitig drehen kann.

[0062] Fig. 2 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt eines Pleuels 10 aus den Fig. 1a und 1b, anhand derer insbesondere gut zu erkennen ist, wie der Führungsschaft 15 des ersten Pleuelteils 11 vom Führungszylinder 17 des zweiten Pleuelteils 12 aufgenommen ist.

[0063] Bei diesem Ausführungsbeispiel eines Pleuels 10 ist der erste Pleuelteil 11 mehrteilig ausgebildet und insbesondere aus einem ersten Abschnitt 14, welcher das kleinere Pleuelauge 13 umfasst, sowie dem Führungsschaft 15 zusammengesetzt, wobei der erste Abschnitt 14 des ersten Pleuelteils 11 eine Bohrung 16 mit einem hier nicht näher bezeichneten Innengewinde aufweist, in welche der Führungsschaft 15 mit einem ersten Ende 15A eingeschraubt ist, wobei der Führungsschaft 15 dazu in diesem Bereich 15A ein entsprechend ausgebildetes, nicht näher bezeichnetes Außengewinde aufweist. In einer alternativen Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels kann der Führungsschaft 15 mittels eines Querschrumpfsitzes, d.h. mittels einer Presspassung, mit dem ersten Pleuelteil 11 verbunden sein, wobei der Führungsschaft 15 und/oder der erste Abschnitt 14 des ersten Pleuelteils 11, insbesondere die Bohrung 16 im ersten Pleuelteil 11, dazu insbesondere ein entsprechendes Übermaß aufweisen.

[0064] Zum Verstellen der wirksamen Pleuellänge weist das erfindungsgemäße Pleuel 10 eine nicht näher bezeichnete hydraulische Längenverstelleinrichtung auf, welche einen Hydraulikzylinder und einen Kolben umfasst, die zum Verstellen der wirksamen Pleuellänge relativ zueinander entlang einer Verschiebeachse bewegt werden können, wobei bei diesem Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Pleuels 10 die Verschiebeachse mit der Längsachse L des Pleuels zusammenfällt und der Führungszylinder 17 den Hydraulikzylinder der Längenverstelleinrichtung bildet und der Führungsschaft 15 den Kolben der Längenverstelleinrichtung. Die Längenverstelleinrichtung funktioniert dabei nach dem gleichen Prinzip, wie in der vorstehend bereits mehrfach erwähnten WO 2015/055582 A2 beschrieben. Nachfolgend wird das Bezugszeichen „15“ für die Begriffe Führungsschaft und Kolben verwendet und das Bezugszeichen „17“ für die Begriffe Führungs- und Hydraulikzylinder.

[0065] Der Führungsschaft 15 ist als doppelseitig wirkender Stufenkolben ausgebildet und teilt einen hydraulischen Arbeitsraum im Führungszylinder 17 in einen ersten, in diesem Fall unteren, Hydraulikraum H1 sowie in einen zweiten, in diesem Fall oberen, Hydraulikraum H2, wobei

zur Abdichtung der beiden Hydraulikräume H1 und H2 gegeneinander und gegenüber dem Führungszylinder 17 am Führungsschaft 15 entsprechende Dichtungen 19 vorgesehen sind.

[0066] Erfindungsgemäß weist der erste Pleuelteil 11 eine Anschlagfläche 20 auf und der zweite Pleuelteil 12 eine zweite Anschlagfläche 21, wobei ein Anliegen der ersten Anschlagfläche 20 an der zweiten Anschlagfläche 21 ein Ineinanderschieben von erstem Pleuelteil 11 und zweitem Pleuelteil 12 bzw. von Führungsschaft 15 und Führungszylinder 17 und somit eine (weitere) Verkürzung der wirksamen Pleuellänge begrenzt, wobei dieses Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Pleuels 10 derart ausgestaltet ist, dass die erste Anschlagfläche 20 an der zweiten Anschlagfläche 21 anliegt bzw. aufliegt, wenn die minimale wirksame Pleuellänge LP1 erreicht ist.

[0067] Bei diesem Pleuel 10 wird beim Anliegen der ersten Anschlagfläche 20 an der zweiten Anschlagfläche 21 eine auf das Pleuel 10 entlang der Längsachse L des Pleuels 10 wirkende Druckkraft F, welche hier durch den mit „F“ bezeichneten Pfeil symbolisch dargestellt ist, vollständig am Führungsschaft 15 vorbei über die erste Anschlagfläche 20 und die zweite Anschlagfläche 21 vom ersten Pleuelteil 11 in den zweiten Pleuelteil 12 übertragen bzw. umgekehrt.

[0068] Dazu ist eine Länge LF des Führungsschaftes 15 gegenüber einer Tiefe T des Führungszylinders 17 derart bemessen, dass bevor beim Verkürzen der wirksamen Pleuellänge LP (durch Ineinanderschieben von Führungsschaft 15 und Führungszylinder 17) das dem zweiten Pleuelteil 12 zugewandte Ende des Führungsschaftes 15B einen Boden 17B des Führungszylinders 17 erreicht, die erste Anschlagfläche 20 an der zweiten Anschlagfläche 21 anliegt.

[0069] Insbesondere ist das Pleuel 10 derart ausgebildet, dass zwischen dem Führungsschaft 15, insbesondere dessen unterem Ende 15B und dem Boden 17B des Führungszylinders 17 stets ein kleiner Spalt 18 verbleibt, so dass eine auf das Pleuel 10 aufgebrachte Druckkraft F nach Erreichen der minimalen, wirksamen Pleuellänge LP1 stets vollständig über die erste Anschlagfläche 20 und die zweite Anschlagfläche 21 am Führungsschaft 15 vorbei vom ersten Pleuelteil 11 in den zweiten Pleuelteil 12 übertragen werden kann und/oder umgekehrt, was in Fig. 2 durch die mit F1 bezeichneten Pfeile symbolisiert ist. D.h. vorzugsweise ist ein gemäß des ersten Ausführungsbeispiels 10 ausgebildetes Pleuel derart ausgebildet, dass auch bei einer möglicherweise, aufgrund einer äußert hohen Druckkraft F entstehenden, elastischen Verformung des Führungszylinders 17, das untere Ende 15B des Führungsschaftes 15 nicht mit dem Boden 17B des Führungszylinders 17 auf Block geht und/oder an diesen anstößt. Dies ist allerdings nicht zwingend erforderlich. Wichtig ist lediglich, dass der Führungsschaft 15 ausreichend entlastet wird.

[0070] Da die auf das Pleuel 10 wirkende Druckkraft F, welche durch den Verbrennungsdruck im zugehörigen Brennraum der Hubkolbenmaschine entsteht, bei eingestellter minimaler wirksamer Pleuellänge LP1 im Abwärtshub am größten ist und bei dem erfindungsgemäßen Pleuel 10 bei eingestellter, minimaler wirksamer Pleuellänge LP1 über den Führungszylinder 17 abgeführt wird und nicht über den Führungsschaft 15, kann eine maximale, auf den Führungsschaft 15 während des Betriebs der Hubkolbenmaschine wirkende Druckkraftbelastung, insbesondere eine während des Betriebs der Hubkolbenmaschine auf den Führungsschaft 15 maximal wirkende Druckkraft F, reduziert werden.

[0071] Infolgedessen kann der Führungsschaft 15 geringer dimensioniert werden, wobei die aufgrund der Erfindung mögliche Entlastung des Führungsschaftes 15 insbesondere eine Reduzierung des Querschnitts des Führungsschafts 15 ermöglicht. Dadurch kann eine größere hydraulische Arbeitsfläche vor allem im oberen Hydraulikraum H2 am durch den Führungsschaft 15 gebildeten Kolben 15 bereitgestellt werden, insbesondere auf der dem ersten Pleuelteil 11 zugewandten Seite des Kolbens 15. Dadurch können die im Betrieb in der hydraulischen Längenverstelleinrichtung am Kolben 15 entstehenden hydraulischen Druckverhältnisse verbessert werden. Infolgedessen wiederum kann die Gefahr einer unerwünschten Veränderung der eingestellten, wirksamen Pleuellänge LP, insbesondere ein unerwünschtes Ausfedern, reduziert bzw. sogar ganz vermieden werden.

[0072] Der geringeren Dimensionierung des Führungsschaftes 15 sind, insbesondere in Bezug auf Knicken und Betriebsfestigkeit (HCF = high cycle fatigue), allerdings Grenzen gesetzt, welche insbesondere durch die bei größeren, wirksamen Pleuellängen LP auftretenden Druckbelastungen definiert sind. Die bei größeren, wirksamen Pleuellängen LP auftretenden Druckbelastungen sind zwar insgesamt geringer als bei minimaler, wirksamer Pleuellänge LP1 im Abwärtshub. Bei größeren, wirksamen Pleuellängen LP liegt die erste Anschlagfläche 20 jedoch nicht auf der zweiten Anschlagfläche 21 auf, so dass eine auf das Pleuel 10 wirkende Druckkraft F nicht über den Führungszylinder 15 abgeführt werden kann, sondern vollständig über den Führungsschaft 15 und das Hydraulikmedium im unteren Hydraulikraum H1 abgestützt wird. D.h. in diesen Fällen wird keine Entlastung des Führungsschaftes 15 erreicht.

[0073] Fig. 3a zeigt einen Ausschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Pleuels 30, wobei das Pleuel 30 prinzipiell genauso aufgebaut ist wie das anhand der Fig. 1a bis 2 beschriebene Pleuel 10. Funktionsgleiche Bauteile sind entsprechend mit gleichen Bezugszeichen versehen. Bei dem in Fig. 3a dargestellten erfindungsgemäßen Pleuel 30 ist die Länge LF des Führungsschafts 15 gegenüber der Tiefe T des Führungszylinders 17 jedoch anders relativ zu diesem bemessen.

[0074] Bei dem in Fig. 3a dargestellten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Pleuels 30 ist die Länge LF des Führungsschaftes 15 dabei um einen Toleranzbetrag ΔS größer gewählt als die Tiefe T des Führungszylinders 17.

[0075] Beim Verkürzen der wirksamen Pleuellänge LP durch Ineinanderschieben von Führungsschaft 15 und Führungszylinder 17, geht das untere Ende 15B des Führungsschaftes 15 somit zunächst mit dem Boden 17B des Führungszylinders 17 auf Block, d.h. stößt an diesen an, bevor die erste Anschlagfläche 20 an der zweiten Anschlagfläche 21 aufliegt. In diesem Zustand wird eine gesamte auf das Pleuel 30 aufgebrachte Druckkraft F vom ersten Pleuelteil 11 über den Führungsschaft 15, insbesondere in den Boden 17B des Führungszylinders 17, übertragen.

[0076] Liegt das untere Ende 15B des Führungsschaftes 15 am Boden 17B des Führungszylinders 17 an, führt das Aufbringen einer ausreichend großen Druckkraft F zu einer elastischen Deformation des Führungsschaftes 15, insbesondere zu einem Zusammendrücken des Führungsschaftes 15 entlang der Längsachse L des Pleuels 30 und dadurch zu einer elastischen Verkürzung des Führungsschaftes 15 (Länge verkürzt = LF minus elastische Deformation infolge Druckkraft). Infolgedessen kommt es zu einer weiteren, elastisch bedingten Verkürzung der wirksamen Pleuellänge LP, wobei beim elastisch bedingten Verkürzen der wirksamen Pleuellänge LP immer ein Spalt 22 verbleibt zwischen den Anschlagflächen 20 und 21, so dass die gesamte Druckkraft F weiterhin über den Führungsschaft 15 geleitet wird.

[0077] Das erfindungsgemäße Pleuel 30 ist dabei derart ausgelegt, insbesondere der Führungsschaft 15, dass nachdem der Führungsschaft 15 mit dem Führungszylinder 17 auf Block gegangen ist, bei Erreichen einer definierten, entlang der Längsachse auf das Pleuel 30 wirkenden Druckkraft F die erste Anschlagfläche 20 mit der zweiten Anschlagfläche 21 in Kontakt kommt und/oder auf Block geht, was insbesondere durch eine Deformation des Führungsschaftes 15, verursacht durch die aufgebrachte Druckkraft F um den Betrag ΔS entlang der Längsachse L erreicht wird. Dieser Zustand ist in Fig. 3b dargestellt.

[0078] Durch eine entsprechende Ausgestaltung des Führungsschaftes 15, insbesondere durch eine entsprechend bemessene Länge LF sowie einen entsprechend bemessenen Querschnitt und einen entsprechend gewählten Werkstoff, kann die durch Aufbringen der definierten Druckkraft F bewirkte Verformung derart eingestellt werden, dass sich eine Verkürzung des Führungsschaftes um den Betrag ΔS ergibt, insbesondere aufgrund einer rein elastischen Verformung, vgl. Fig. 3a mit Fig. 3b.

[0079] In dem Moment, in dem eine auf das Pleuel 30 aufgebrachte Druckkraft F die definierte Druckkraft erreicht und die erste Anschlagfläche 20 an der zweiten Anschlagfläche 21 anstößt, wird erfindungsgemäß eine auf das Pleuel 30 aufgebrachte Druckkraft F zumindest teilweise,

d.h. zumindest ein Anteil einer auf das Pleuel entlang der Längsachse des Pleuels 30 wirkenden Druckkraft F, am Führungsschaft 15 vorbei über die erste Anschlagfläche 20 und die zweite Anschlagfläche 21 vom ersten Pleuelteil 11 in den zweiten Pleuelteil 12 übertragen, siehe Fig. 3b.

[0080] Der über die Anschlagflächen 20 und 21 übertragene Anteil der Druckkraft F ist in Fig. 3b dabei symbolisch durch die mit F2 bezeichneten Pfeile dargestellt und der über den Führungsschaft 15 vom ersten Pleuelteil 11 in den zweiten Pleuelteil 12 übertragene, restliche Anteil der Druckkraft F ist durch den mit F3 bezeichneten Pfeil symbolisiert.

[0081] Dadurch, dass der Führungsschaft 15 in den Abschnitt 14 des ersten Pleuelteils 11 eingeschraubt ist und rotationssymmetrisch ausgebildet ist, lässt sich auf besonders einfache Art und Weise die wirksame Länge LF des Führungsschaftes 15 einstellen und an den Führungszylinder 17 anpassen und die definierte Druckkraft F einstellen bzw. die zum auf Block gehen der Anschlagflächen 20 und 21 erforderliche Deformation ΔS des Führungsschaftes einstellen.

[0082] Bei entsprechender Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Pleuels, insbesondere bei einer entsprechend großen Bandbreite einer zulässigen Einschraubtiefe des Führungsschaftes, kann auf diese Weise je nach Bedarf wahlweise ein erfindungsgemäßes Pleuel mit den Eigenschaften des anhand von Fig. 1 beschriebenen Pleuels 10 bereitgestellt werden oder ein Pleuel mit den Eigenschaften des anhand von Fig. 2a und 2b beschriebenen Pleuels 30.

[0083] Selbstverständlich ist eine Vielzahl von Abwandlungen, insbesondere von konstruktiven Abwandlungen, möglich, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen.

BEZUGSZEICHENLISTE:

10, 30	erfindungsgemäßes, längenverstellbares Pleuel
11	erster Pleuelteil
12	zweiter Pleuelteil
13	kleines Pleuelauge
14	erster Abschnitt des ersten Pleuelteils
15	Führungsschaft
15A	erstes Ende des Führungsschaftes
15B	zweites Ende des Führungsschaftes
16	Bohrung
17	Führungszylinder
17B	Boden des Führungszylinders
18	Spalt
19	Dichtungen
20	erste Anschlagfläche
21	zweite Anschlagfläche
22	Spalt zwischen erster und zweiter Anschlagfläche bei Anschlag des Führungsschafts am Führungszylinder
23	großes Pleuelauge
F	Druckkraft
F1, F2, F3	Druckkraftanteil
H1	erster Hydraulikraum
H2	zweiter Hydraulikraum
L	Längsachse des Pleuels
LF	wirksame Länge des Führungsschafts
PL	wirksame Pleuellänge
LP1	minimale wirksame Pleuellänge
LP2	maximale wirksame Pleuellänge
ΔS	Spalthöhe des Spalts zwischen erster und zweiter Anschlagfläche bei Anschlag des Führungsschafts am Führungszylinder
T	Tiefe des Führungszylinders

Patentansprüche

1. Längenverstellbares Pleuel (30) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, wobei das Pleuel (30) zumindest einen ersten Pleuelteil (11) und einen zweiten Pleuelteil (12) aufweist, wobei der zweite Pleuelteil (12) an seinem dem ersten Pleuelteil (11) zugewandten Ende einen Abschnitt mit einem Führungszylinder (17) aufweist, wobei der erste Pleuelteil (11) an seinem dem zweiten Pleuelteil (12) zugewandten Ende einen korrespondierend zum Führungszylinder (17) ausgebildeten Führungsschaft (15) aufweist, wobei der Führungsschaft (15) des ersten Pleuelteils (11) in einem funktionsgemäßen Verwendungszustand des Pleuels (30) zumindest teilweise vom Führungszylinder (17) aufgenommen ist und zum Verstellen einer wirksamen Pleuellänge relativ zu diesem bewegbar ist, insbesondere entlang einer Längsachse des Pleuels (L), wobei der erste Pleuelteil (11) eine erste Anschlagfläche (20) aufweist und der zweite Pleuelteil (12) eine zweite Anschlagfläche (21), und wobei ein Anliegen der ersten Anschlagfläche (20) an der zweiten Anschlagfläche (21) eine eine Verkürzung der wirksamen Pleuellänge bewirkende Relativbewegung zwischen dem ersten Pleuelteil (11) und dem zweiten Pleuelteil (12) in eine erste Richtung begrenzt,
   wobei das Pleuel (30) derart ausgestaltet ist, dass beim Anliegen der ersten Anschlagfläche (20) an der zweiten Anschlagfläche (21) zumindest ein Anteil einer auf das Pleuel (30) entlang der Längsachse des Pleuels (L) wirkenden Druckkraft (F) am Führungsschaft (15) vorbei über die erste Anschlagfläche (20) und die zweite Anschlagfläche (21) vom ersten Pleuelteil (11) in den zweiten Pleuelteil (12) übertragen wird und/oder umgekehrt,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   eine Länge des Führungsschaftes (15) relativ zu einer Tiefe (T) des Führungszylinders (17) derart bemessen ist, dass beim Verkürzen der wirksamen Pleuellänge zunächst ein dem zweiten Pleuelteil (12) zugewandtes Ende des Führungsschaftes (15) mit dem Führungszylinder (17) auf Block geht, bevor die erste Anschlagfläche (20) an der zweiten Anschlagfläche (21) anliegt.

2. Pleuel (30) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Pleuelteil (11) und/oder der zweite Pleuelteil (12) wenigstens ein Element eines Pleuellagers (13, 14) aufweist, vorzugsweise ein Pleuelauge (13, 14), wobei der erste Pleuelteil (11) dazu eingerichtet ist, mit einem Hubkolben einer Hubkolbenbrennkraftmaschine verbunden zu werden, und wobei der zweite Pleuelteil (12) dazu eingerichtet ist, mit einer Kurbelwelle einer Hubkolbenbrennkraftmaschine verbunden zu werden.

3. Pleuel (30) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Pleuel (30) eine hydraulische Längenverstelleinrichtung zum Verstellen der wirksamen Pleuellänge aufweist, wobei die Längenverstelleinrichtung wenigstens einen durch den Führungszylinder (17) gebildeten Hydraulikzylinder (17) mit einem ersten hydraulischen Arbeitsraum (H1) und mit einem zweiten hydraulischen Arbeitsraum (H2) sowie einen durch den Führungsschaft (15) gebildeten Kolben (15) aufweist, wobei der Kolben (15) der Längenverstelleinrichtung Teil des ersten Pleuelteils (11) ist und der Hydraulikzylinder (17) Teil des zweiten Pleuelteils (12).

4. Pleuel (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Anschlagfläche (21) eine sich vom Führungszylinder (17) nach außen erstreckende Fläche ist.

5. Pleuel (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Anschlagfläche (21) zumindest teilweise durch eine dem ersten Pleuelteil (11) zugewandte Randfläche der Wandung des Führungszylinders (17) gebildet ist.

6. Pleuel (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Anschlagfläche (20) eine sich vom Führungsschaft (15) nach außen erstreckende Fläche ist.

7. Pleuel (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Pleuelteil (11) wenigstens zweiteilig ausgebildet ist, wobei der erste Pleuelteil (11) aus wenigstens einem ersten Abschnitt (14) und dem Führungsschaft (15) zusammengesetzt ist, wobei der Führungsschaft (15) im Bereich seines vom zweiten Pleuelteil (12) abgewandten Endes mit dem ersten Abschnitt (14) verbunden ist.

8. Pleuel (30) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Führungsschaft (15) im Bereich seines vom zweiten Pleuelteil (12) abgewandten Endes mit dem ersten Abschnitt (14) verschraubt ist.

9. Pleuel (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Anschlagfläche (20) des ersten Pleuelteils (11) durch eine dem zweiten Pleuelteil (12) zugewandte Randfläche der Wandung einer Bohrung des ersten Abschnitts (14) des ersten Pleuelteils (11) gebildet ist.

10. Pleuel (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Pleuel (30) derart ausgestaltet ist, dass die erste Anschlagfläche (20) mit der zweiten Anschlagfläche (21) erst bei Erreichen einer definierten, entlang der Längsachse auf das Pleuel (30) wirkenden Druckkraft (F) auf Block geht.

11. Hubkolbenmaschine, insbesondere Hubkolbenbrennkraftmaschine, mit wenigstens einem Pleuel (30), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Pleuel (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 ausgebildet ist.

12. Fahrzeug mit einer Hubkolbenmaschine, insbesondere mit einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hubkolbenmaschine, insbesondere die Hubkolbenbrennkraftmaschine, nach Anspruch 11 ausgebildet ist.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

1/5

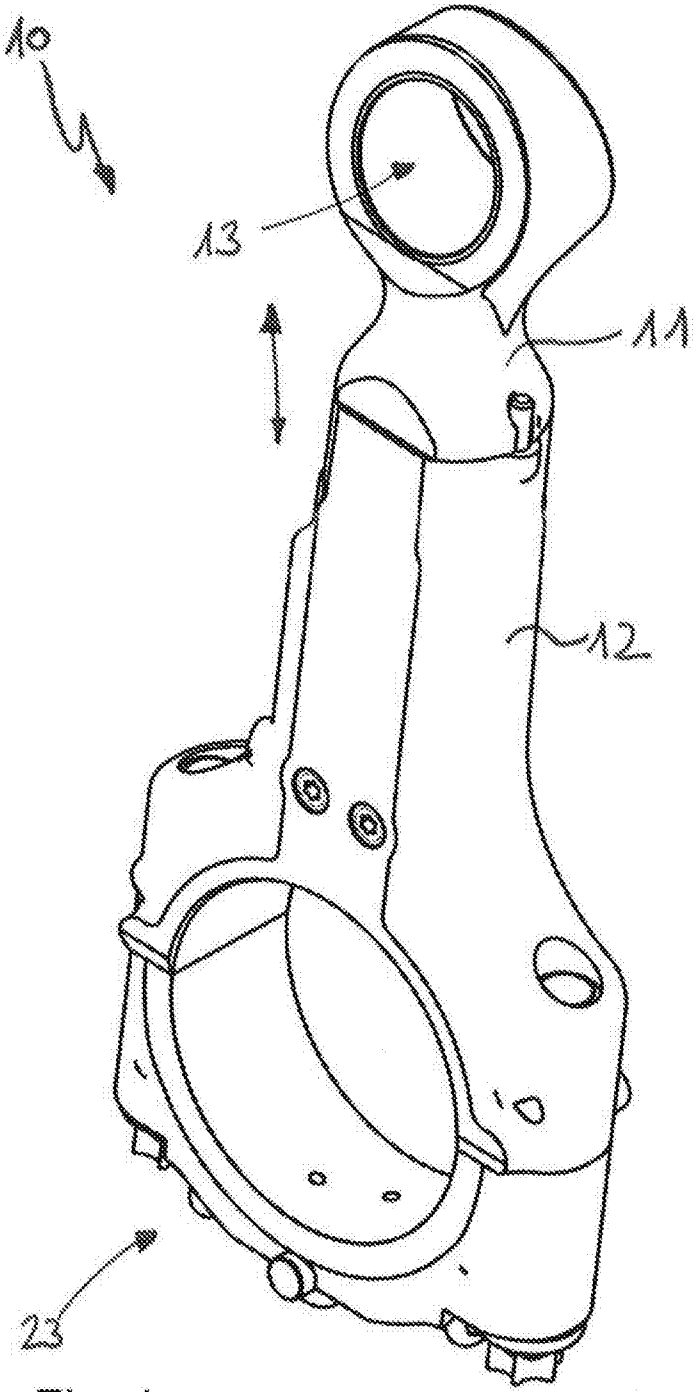


Fig. 1a

2/5

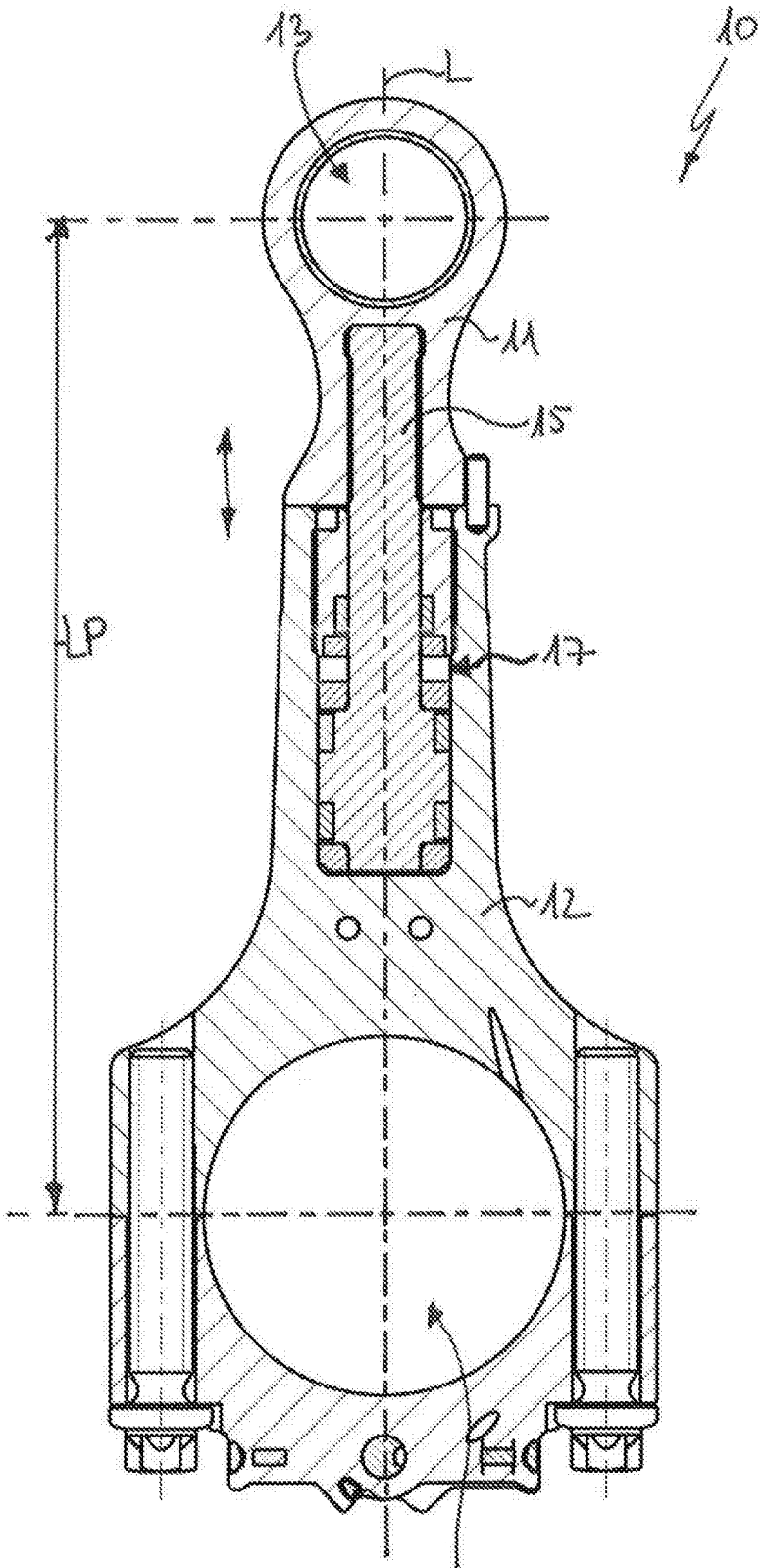


Fig. 1b

3/5

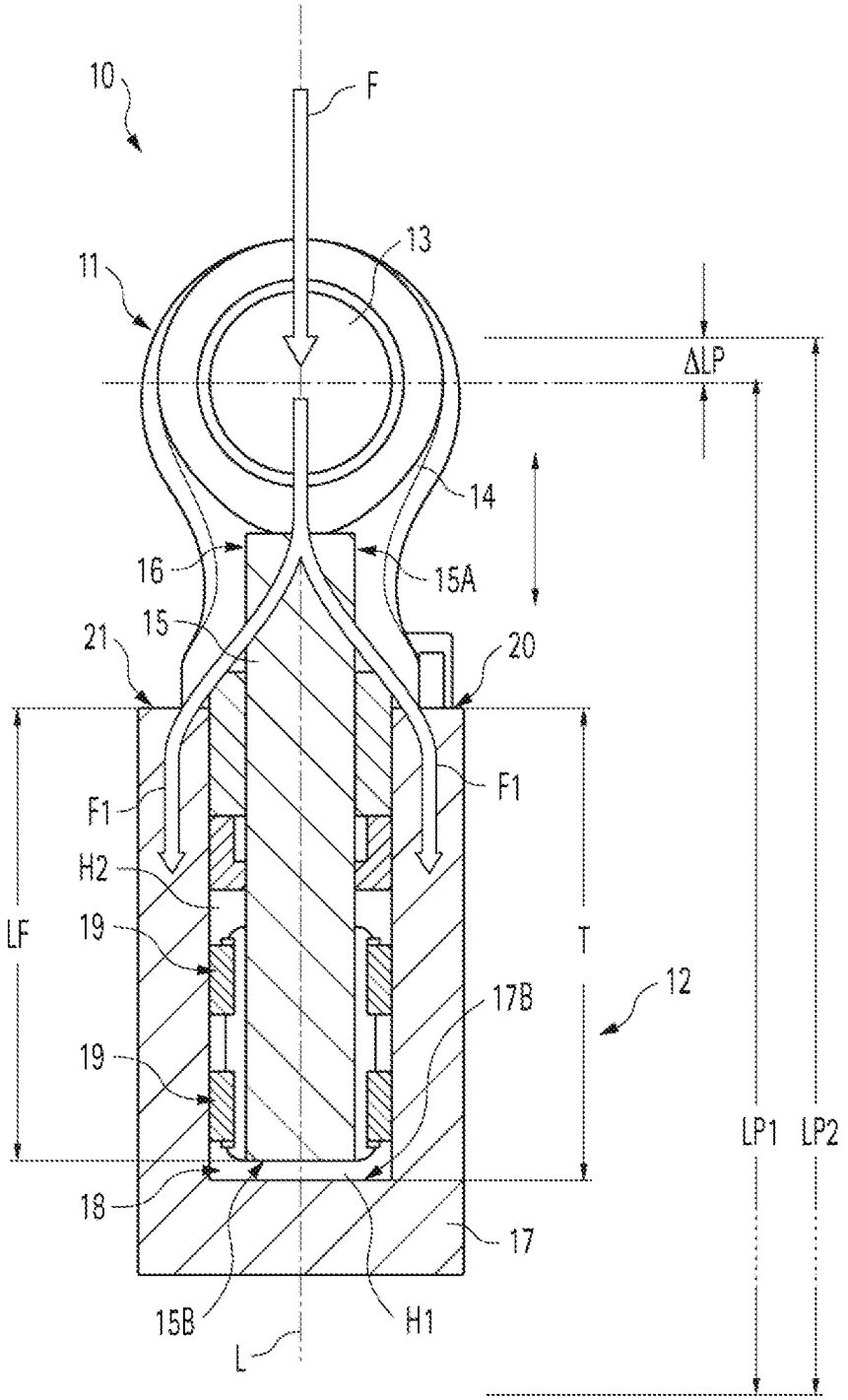

10
F
11
13
ΔLP
14
16
15A
15
21
20
F1
F1
H2
LF
19
T
12
17B
19
LP1
LP2
18
17
15B
H1
L

Fig. 2

4/5

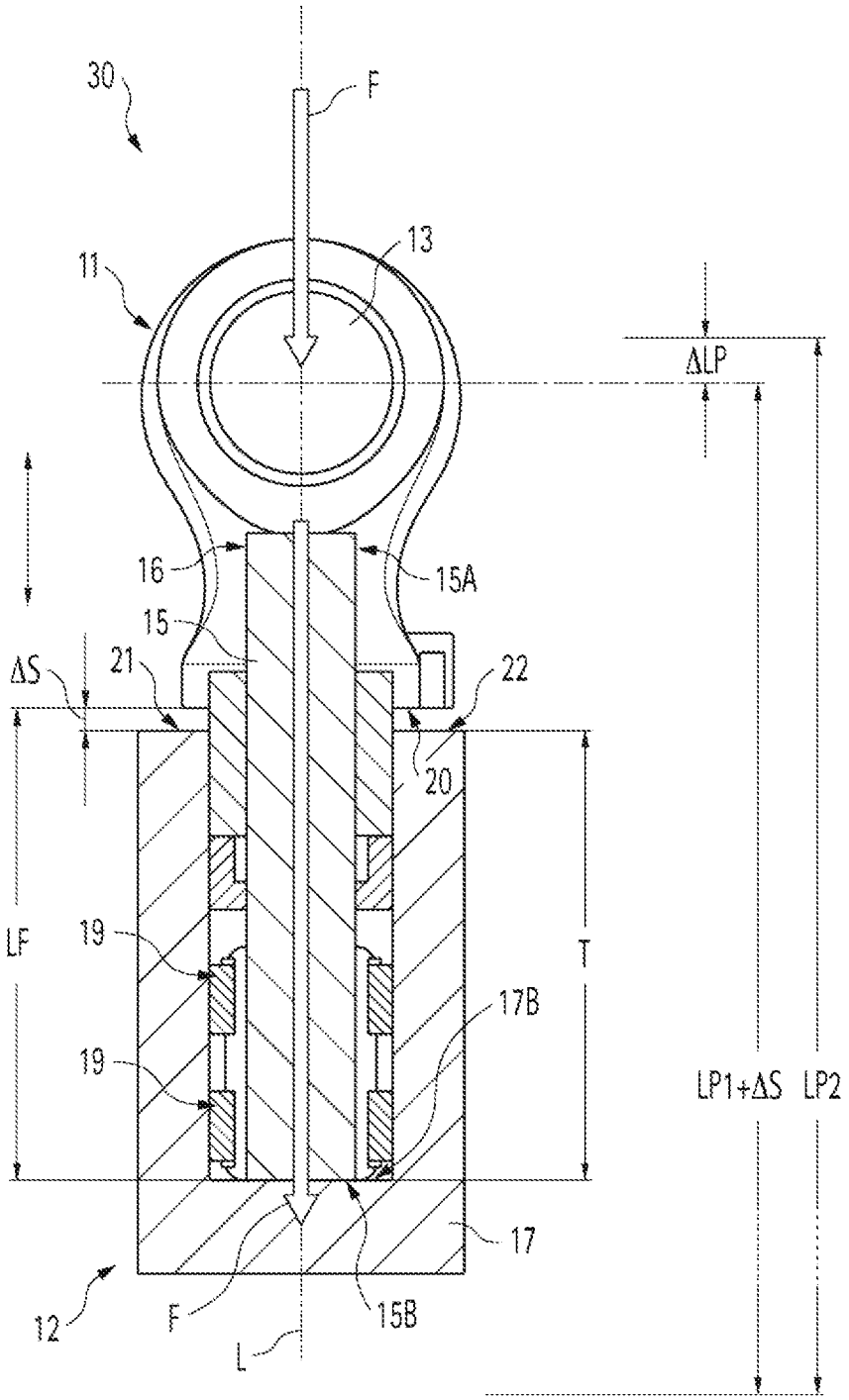

30
F
11
13
ΔLP
16
15A
15
ΔS
21
22
20
LF
19
T
17B
19
LP1+ΔS
LP2
17
12
F
15B
L

Fig. 3a

5/5

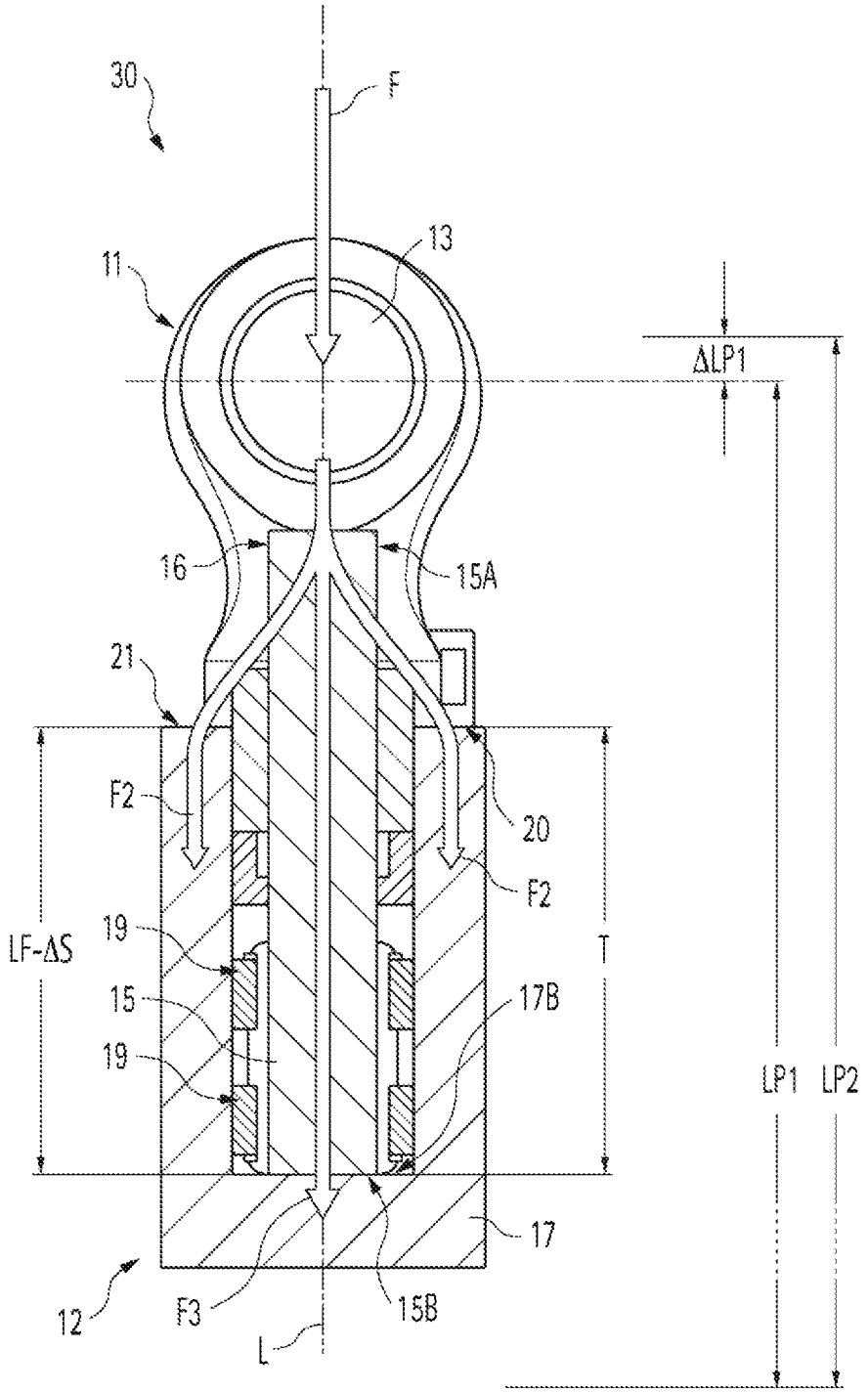

30
F
11
13
ΔLP1
16
15A
21
F2
20
F2
LF-ΔS
19
T
15
17B
19
LP1
LP2
17
12
F3
15B
L

Fig. 3b