(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 518679 A1 2017-12-15**

(12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50492/2016
(22) Anmeldetag: 31.05.2016
(43) Veröffentlicht am: 15.12.2017

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

(56) Entgegenhaltungen:
AT 512928 B1
US 747900 A
EP 2687707 A2
DE 102005020261 A1
GB 190419076 A
US 2014238526 A1
US 179781 A
CN 103538281 A

(71) Patentanmelder:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

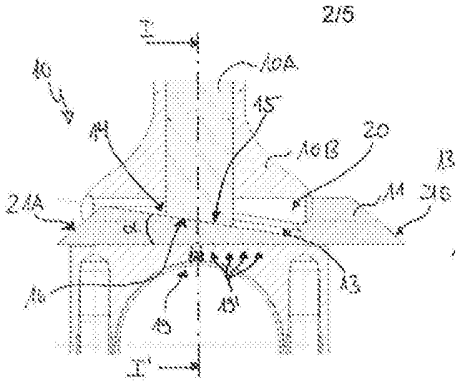
(72) Erfinder:
Pramberger Harald Dipl.Ing.
8054 Graz (AT)

(74) Vertreter:
Kopetz Heinrich
8020 Graz (AT)

AT 518679 A1 2017-12-15

(54) **Pleuelstange mit Schiebekeil für eine Hubkolbenmaschine, Hubkolbenmaschine und Fahrzeug mit einer Hubkolbenmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft eine längenverstellbare Pleuelstange (10) für eine Hubkolbenmaschine, eine Hubkolbenmaschine sowie ein Fahrzeug mit einer Hubkolbenmaschine, wobei die Pleuelstange (10) einen ersten Pleuelstangenabschnitt (10A) und einen zweiten Pleuelstangenabschnitt (10B) aufweist, wobei die beiden Pleuelstangenabschnitte (10A, 10B) zum Verstellen einer Pleuelstangenlänge entlang einer Längsachse (L) der Pleuelstange (10, 30) relativ zueinander verschiebbar sind, wobei die Pleuelstange (10, 30) einen entlang einer Schiebeachse (S) verschiebbaren Schiebekeil (11) aufweist, wobei durch ein Verschieben des Schiebekeils (11) entlang der Schiebeachse (S) eine Änderung der Pleuelstangenlänge bewirkbar ist, und wobei der Schiebekeil (11) mit dem ersten Pleuelstangenabschnitt (10A) und mit dem zweiten Pleuelstangenabschnitt (10B) derart mechanisch gekoppelt ist, dass durch ein Verschieben des Schiebekeils (11) entlang der Schiebeachse (S) von einer ersten Position in eine zweite Position eine Verlängerung der Pleuelstangenlänge bewirkt wird und durch eine Verschiebung des Schiebekeils (11) von der zweiten Position in die erste Position eine Verkürzung der Pleuelstangenlänge.



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine längenverstellbare Pleuelstange (10) für eine Hubkolbenmaschine, eine Hubkolbenmaschine sowie ein Fahrzeug mit einer Hubkolbenmaschine, wobei die Pleuelstange (10) einen ersten Pleuelstangenabschnitt (10A) und einen zweiten Pleuelstangenabschnitt (10B) aufweist, wobei die beiden Pleuelstangenabschnitte (10A, 10B) zum Verstellen einer Pleuelstangenlänge entlang einer Längsachse (L) der Pleuelstange (10, 30) relativ zueinander verschiebbar sind, wobei die Pleuelstange (10, 30) einen entlang einer Schiebeachse (S) verschiebbaren Schiebekeil (11) aufweist, wobei durch ein Verschieben des Schiebekeils (11) entlang der Schiebeachse (S) eine Änderung der Pleuelstangenlänge bewirkbar ist, und wobei der Schiebekeil (11) mit dem ersten Pleuelstangenabschnitt (10A) und mit dem zweiten Pleuelstangenabschnitt (10B) derart mechanisch gekoppelt ist, dass durch ein Verschieben des Schiebekeils (11) entlang der Schiebeachse (S) von einer ersten Position in eine zweite Position eine Verlängerung der Pleuelstangenlänge bewirkt wird und durch eine Verschiebung des Schiebekeils (11) von der zweiten Position in die erste Position eine Verkürzung der Pleuelstangenlänge.

(Fig. 1a)

Pleuelstange mit Schiebekeil für eine Hubkolbenmaschine, Hubkolbenmaschine und Fahrzeug mit einer Hubkolbenmaschine

Die Erfindung betrifft eine längenverstellbare Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, wobei die Pleuelstange einen ersten Pleuelstangenabschnitt und einen zweiten Pleuelstangenabschnitt aufweist, die zum Verstellen einer Pleuelstangenlänge entlang einer Längsachse der Pleuelstange relativ zueinander verschiebbar sind. Die Pleuelstange weist ferner einen entlang einer Schiebeachse verschiebbaren Schiebekeil auf.

Längenverstellbare Pleuelstangen werden insbesondere bei Hubkolbenmaschinen mit variablem Verdichtungsverhältnis zum Einstellen des Verdichtungsverhältnisses eingesetzt, denn durch eine Verstellung der Pleuelstangenlänge kann das Verdichtungsverhältnis verändert werden, wobei längenverstellbare Pleuelstangen aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannt sind, beispielsweise aus der WO 2015/055582 A2, der AT 512 334 A1 oder der DE 10 2012 020 999 A1.

Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der Erfindung eine alternative, längenverstellbare Pleuelstange bereitzustellen, insbesondere eine Pleuelstange mit einem besonders einfachen Verstellmechanismus, sowie eine Hubkolbenmaschine mit einer solchen Pleuelstange und ein Fahrzeug mit einer entsprechenden Hubkolbenmaschine.

Diese Aufgaben werden erfindungsgemäß durch die Lehre der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche und werden im Folgenden näher erläutert. Der Wortlaut der Ansprüche wird zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

Eine erfindungsgemäße Pleuelstange ist dadurch gekennzeichnet, dass durch ein Verschieben des Schiebekeils entlang der Schiebeachse eine Änderung der Pleuelstangenlänge bewirkbar ist, wobei der Schiebekeil mit dem ersten Pleuelstangenabschnitt und mit dem zweiten Pleuelstangenabschnitt derart mechanisch gekoppelt ist, dass durch ein Verschieben des Schiebekeils entlang der Schiebachse von

einer ersten Position in eine zweite Position eine Verlängerung der Pleuelstangenlänge bewirkt wird und durch eine Verschiebung des Schiebekeils von der zweiten Position in die erste Position eine Verkürzung der Pleuelstangenlänge. Dadurch lässt sich auf besonders einfache Art und Weise, insbesondere ohne eine aufwendige Hydraulik, eine längenverstellbare Pleuelstange realisieren, insbesondere eine Pleuelstange, bei der zum Verstellen der Pleuelstangenlänge nur ein Verschieben des Schiebekeils entlang der Schiebeachse erforderlich ist.

Als Pleuelstange wird dabei im Sinne der Erfindung das üblicherweise bei Hubkolbenmaschinen vorhandene, stangenartig ausgebildete und zwischen Kolben und Kurbelwelle angeordnete Verbindungselement bezeichnet, über welches der Kolben mechanisch mit der Kurbelwelle verbunden ist.

Eine Hubkolbenmaschine im Sinne der 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 Erfindung ist eine Hubkolbenmaschine, bei der die Linearbewegung des Kolbens durch eine Volumenänderung eines Gases erzeugt wird, wobei die Volumenänderung des Gases durch einen Verbrennungsvorgang bewirkt wird.

Als Pleuelstangenabschnitt im Sinne der Erfindung wird ein Abschnitt der Pleuelstange verstanden, wobei der erste Pleuelstangenabschnitt vorzugsweise der Pleuelstangenabschnitt ist, der in einem funktionsgemäßen Einbauzustand einer erfindungsgemäßen Pleuelstange in einer Hubkolbenmaschine dem Kolben zugewandt ist, und der zweite Pleuelstangenabschnitt der der Kurbelwelle zugewandte Pleuelstangenabschnitt.

Vorzugsweise weist der erste Pleuelstangenabschnitt zur mechanischen Kopplung mit dem Kolben ein kleines Pleuelauge auf und der zweite Pleuelstangenabschnitt zur Verbindung mit

einer Kurbelwelle, insbesondere zur Verbindung mit einem Hubzapfen einer Kurbelwelle einer Hubkolbenmaschine, ein großes Pleuelauge.

Vorzugsweise ist die Pleuelstange teleskopartig ausgebildet, wobei der erste Pleuelstangenabschnitt und der zweite Pleuelstangenabschnitt bevorzugt ineinander und entlang einer Längsachse der Pleuelstange relativ zueinander verschiebbar angeordnet sind. Dabei ist vorzugsweise der erste Pleuelstangenabschnitt zumindest teilweise innerhalb des zweiten Pleuelstangenabschnitts verschiebbar angeordnet, welcher dazu vorzugsweise einen hohlzylinderförmigen, als Führungszylinder für den ersten Pleuelabschnitt dienenden Bereich aufweist, so dass eine Änderung der Pleuelstangenlänge insbesondere durch ein Ineinanderschieben bzw. durch ein Auseinanderziehen des ersten Pleuelstangenabschnitts und des zweiten Pleuelstangenabschnitts entlang der Längsachse der Pleuelstange bewirkt werden kann.

Vorzugsweise verläuft die Schiebeachse des Schiebekeils in einem Winkel zur Längsachse der Pleuelstange, insbesondere senkrecht zur Längsachse, wobei die Schiebeachse außerdem vorzugsweise parallel zu einer Radialebene wenigstens eines Pleuelauges der Pleuelstange verläuft. Dadurch lässt sich eine besonders einfache, konstruktive Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Längenverstellmechanismus der Pleuelstange realisieren. Vorzugsweise ist die Pleuelstange, insbesondere der Schiebekeil, dabei derart ausgebildet, dass der Schiebekeil mittels einer Aktuatorvorrichtung entlang der Schiebeachse verschoben werden kann.

Die Pleuelstange, insbesondere der Schiebekeil ist vorzugsweise derart ausgebildet und mit dem ersten Pleuelstangenabschnitt und dem zweiten Pleuelstangenabschnitt gekoppelt, dass durch ein Verschieben des Schiebekeils von der ersten Position in die zweite Position ein Abstand zwischen einer Fläche an einer Unterseite des ersten Pleuelstangenabschnitts und einer Fläche an einer Oberseite des zweiten Pleuelstangenabschnitts vergrößert wird und durch eine Verschiebung des Schiebekeils von der zweiten Position in die erste Position dieser Abstand verringert wird. Dazu befindet sich der Schiebekeil zumindest teilweise in Längsrichtung der Pleuelstange zwischen einer Fläche an der Unterseite des ersten Pleuelstangenabschnitts und einer Fläche an der Oberseite des zweiten

Pleuelstangenabschnitts. Dadurch ist auf besonders einfache Art und Weise eine Änderung der Pleuelstangenlänge erreichbar.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Pleuelstange ist der Schiebekeil mit dem ersten Pleuelstangenabschnitt und/oder dem zweiten Pleuelstangenabschnitt mechanisch zwangsgekoppelt, vorzugsweise durch eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Schiebekeil und dem ersten Pleuelstangenabschnitt und/oder dem zweiten Pleuelstangenabschnitt, insbesondere durch eine in Längsrichtung der Pleuelstange wirkende formschlüssige Verbindung, wobei der Schiebekeil insbesondere wenigstens mit dem ersten Pleuelstangenabschnitt mechanisch zwangsgekoppelt ist.

Die mechanische Zwangskopplung, insbesondere eine entsprechende formschlüssige Verbindung, zwischen dem Schiebekeil und dem ersten Pleuelstangenabschnitt und/oder dem zweiten Pleuelstangenabschnitt ist dabei insbesondere derart ausgebildet, dass, bezogen auf einen funktionsgemäßen Einbauzustand einer erfindungsgemäßen Pleuelstange in einer Hubkolbenmaschine, eine ungewollte Längenänderung der Pleuelstange während eines Arbeitshubs, insbesondere aufgrund der während eines Arbeitshubs wirkenden Kräfte, vorzugsweise aufgrund in Längsrichtung wirkender Zugkräfte, vermieden wird. Dazu weist die formschlüssige Verbindung ein möglichst geringes Spiel in Längsrichtung der Pleuelstange auf, wobei das Spiel vorzugsweise jedoch wenigstens so groß gewählt ist, dass das Verschieben des Schiebekeils möglichst nicht behindert wird.

Durch die mechanische Zwangskopplung kann außerdem auf einfache Art und Weise erreicht werden, dass jeder Schiebekeilposition eine definierte Pleuelstangenlänge zugeordnet ist. Dadurch kann durch ein definiertes Verschieben des Schiebekeils entlang der Schiebeachse gezielt eine definierte Pleuelstangenlänge eingestellt werden und damit ein definiertes Verdichtungsverhältnis.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Schiebekeil mittels wenigstens eines in einer Führungsnut geführten Führungselementes mit dem ersten Pleuelstangenabschnitt und/oder dem zweiten Pleuelstangenabschnitt mechanisch zwangsgekoppelt. Auf diese Weise lässt sich eine besonders einfache formschlüssige Verbindung zwischen dem

Schiebekeil und dem ersten Pleuelstangenabschnitt und/oder dem zweiten Pleuelstangenabschnitt realisieren, insbesondere eine einfache, in Längsrichtung der Pleuelstange wirkende formschlüssigen Verbindung. Dazu weist vorzugsweise entweder der Schiebekeil und/oder der zugehörige Pleuelstangenabschnitt wenigstens ein Führungselement auf, insbesondere wenigstens einen Führungszapfen und/oder wenigstens eine Führungsleiste und das jeweils andere Bauteil, d.h. der zugehörige Pleuelstangenabschnitt und/oder der Schiebekeil eine korrespondierend dazu ausgebildete Führungsnut, in welcher das Führungselement geführt ist, wobei die Führungsnut vorzugsweise parallel zur Keilfläche des Schiebekeils verläuft.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Pleuelstange weist der Schiebekeil wenigstens eine Keilfläche auf, wobei die Keilfläche vorzugsweise mit einem definierten Keilwinkel zur Schiebeachse geneigt ist und sich insbesondere senkrecht zur Radialebene wenigstens eines Pleuelauges erstreckt, und wobei der erste Pleuelstangenabschnitt und/oder der zweite Pleuelstangenabschnitt an der Keilfläche abgestützt ist. Der sich an der Keilfläche abstützende Pleuelstangenabschnitt muss sich dabei nicht direkt an der Keilfläche abstützen, er kann auch indirekt, über ein weiteres, dazwischen angeordnetes Bauteil abgestützt sein.

Der sich an der Keilfläche abstützende Pleuelstangenabschnitt weist dazu vorzugsweise eine dieser Keilfläche zugewandte und korrespondierend zu dieser Keilfläche ausgebildete Stützfläche auf, mit welcher der Pleuelstangenabschnitt insbesondere an der Keilfläche des Schiebekeils anliegt. D.h., vorzugsweise stützt sich eine der beiden Pleuelstangenabschnitte mit einer insbesondere korrespondierend zur Keilfläche geneigten Stützfläche an der Keilfläche des Schiebekeils ab. Insbesondere stützt sich dabei der erste Pleuelstangenabschnitt an der Keilfläche des Schiebekeils ab.

Vorzugsweise weist der Schiebekeil auf einer von der Keilfläche abgewandten Seite eine Stütz-Gleitfläche auf, über welche der Schiebekeil insbesondere am anderen, von der Keilfläche abgewandten Pleuelstangenabschnitt verschiebbar abgestützt ist, direkt oder indirekt. Dazu weist der von der Keilfläche abgewandte Pleuelstangenabschnitt vorzugsweise ebenfalls eine der Stütz-Gleitfläche des Schiebekeils zugewandte und insbesondere korrespondierend zur Stütz-Gleitfläche des Schiebekeils ausgebildete Stütz-Gleitfläche auf.

Durch die Ausbildung der von der Keilfläche abgewandten Flächen, über welche der Schiebekeil am anderen Pleuelstangenabschnitt abgestützt ist, als Stütz-Gleitflächen, d.h. nicht nur als reine Stützflächen, sondern auch als Gleitflächen, was insbesondere durch eine entsprechende Oberflächenbeschaffenheit dieser Flächen erreicht werden kann, können die zum Verschieben des Schiebekeils erforderlichen Verschiebekräfte erheblich reduziert werden.

Um eine ungewollte Verschiebung des Schiebekeils entlang der Schiebeachse während eines Arbeitshubs zu vermeiden, ist in einer vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Pleuelstange der Keilwinkel der Keilfläche des Schiebekeils derart gewählt, dass eine Selbsthemmung zwischen dem zugehörigen, sich an der Keilfläche abstützenden Pleuelstangenabschnitt und der Keilfläche wenigstens so groß ist, dass die Verschiebung des Schiebekeils entlang der Schiebeachse aufgrund der während eines Arbeitshubs wirkenden Kräfte, insbesondere aufgrund in Längsrichtung wirkender Druckkräfte, vermieden wird und der Schiebekeil insbesondere in seiner Position entlang der Schiebeachse gehalten wird. D.h., in einer vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Pleuelstange ist der Keilwinkel α (Winkel zwischen Keilfläche und Schiebeachse) des Schiebekeils , kleiner als der Arcus Tangens der Haftreibungszahl μ zwischen der Keilfläche und der Fläche, über welche sich der zugehörige Pleuelstangenabschnitt an der Keilfläche abstützt. D.h. vorzugsweise gilt

$$\alpha < arc\tan(\mu).$$

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Pleuelstange ist alternativ oder zusätzlich, um den Schiebekeil insbesondere während eines Arbeitshubs in seiner Position zu halten, eine Arretiervorrichtung vorgesehen, mittels welcher der Schiebekeil insbesondere in wenigstens einer Position entlang der Schiebeachse arretiert werden kann, wobei der Schiebekeil mittels der Arretiervorrichtung vorzugsweise wenigstens in der ersten Position und/oder in der zweiten Position arretiert werden kann. Vorzugsweise ist die Arretiervorrichtung dabei derart ausgebildet, dass die Arretierung zum Verschieben des Schiebekeils gelöst werden kann oder aber die Arretierungskräfte derart gering sind,

dass sie beim gezielten Verschieben des Schiebekeils, insbesondere mittels einer Aktuatorvorrichtung, problemlos überwunden werden können.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Pleuelstange ist der Schiebekeil in einer sich entlang der Schiebeachse erstreckenden Durchgangsöffnung geführt, vorzugsweise in einer im zweiten Pleuelstangenabschnitts oberhalb des großen Pleuelauges eingebrachten Durchgangsöffnung, wobei der Schiebekeil insbesondere zumindest über einen Teil seines Verschiebewegs wenigstens mit einem Ende seitlich aus der Durchgangsöffnung herausragt. Dadurch kann der Schiebekeil auf einfache Art und Weise mittels einer Aktuatorvorrichtung entlang der Schiebeachse verschoben werden, insbesondere beispielsweise mittels einer Kulissenführung und/oder eines verstellbaren Stellelementes, wie beispielsweise mittels eines verstellbaren Steuerkolbens, der an einer Steuerfläche des Schiebekeils abgleiten kann.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Pleuelstange weist der Schiebekeil dazu an wenigstens einem Ende eine Steuerfläche auf, vorzugsweise an jeweils beiden Enden, wobei die Steuerfläche insbesondere derart ausgebildet ist, dass der Schiebekeil durch Vorbeiführen der Pleuelstange an einem, vorzugsweise gegenüber der Pleuelstange ortsfest angeordneten, auf der Steuerfläche mit einem ausreichenden Stelldruck abgleitenden Stellelement entlang der Schiebeachse verschoben werden kann, insbesondere in einer ersten Schieberichtung in Richtung der zweiten Position und/oder umgekehrt in einer zweiten Schieberichtung in Richtung der ersten Position.

Das Stellelement ist dabei vorzugsweise Teil einer Hubkolbenmaschine, insbesondere einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine mit einer erfindungsgemäßen Pleuelstange. Vorzugsweise ist das Stellelement ein in axialer Richtung, bezogen auf das Stellelement selbst, aus- und einfahrbarer Stellkolben als Teil einer Aktuatorvorrichtung, wobei das Stellelement als separates Stellelement ausgebildet sein kann oder aber auch Teil einer Kulissenführung sein kann.

Wenigstens eine Steuerfläche des Schiebekeils, insbesondere sämtliche Steuerflächen des Schiebekeils, ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass mittels einer Aktuatorvorrichtung eine definierte Pleuelstangenänderung eingestellt werden kann, insbesondere eine pro Arbeitshub

gewünschte definierte Pleuelstangenlängenänderung. Insbesondere ist wenigstens eine Steuerfläche derart ausgebildet, dass sich beim Vorbeiführen der Pleuelstange am Stellelement jeweils eine definierte Änderung der Pleuelstangenlänge ergibt und damit eine definierte Änderung eines Verdichtungsverhältnisses einstellbar ist.

Besonders bevorzugt ist der Schiebekeil derart ausgebildet, insbesondere die Steuerflächen des Schiebekeils, dass der Schiebekeil mittels einer Aktuatorvorrichtung in einer ersten Schieberichtung von der ersten Position bis in die zweite Position verschoben werden kann und/oder in einer zweiten Schieberichtung von der zweiten Position in die erste Position, wobei der Abstand zwischen der ersten Position und der zweiten Position entlang der Schiebeachse vorzugsweise einen maximalen Verschiebeweg des Schiebekeils definiert und damit eine maximale Pleuelstangenlängenänderung. Dabei ist vorzugsweise die maximale Pleuelstangenlänge eingestellt, wenn sich der Schiebekeil in der zweiten Position befindet und die minimale Pleuelstangenlänge, wenn sich der Schiebekeil in der ersten Position befindet.

In einigen Fällen kann es vorteilhaft sein, insbesondere wenn die mögliche Pleuelstangenlängenänderung größer ist bzw. wenn ein maximaler Verschiebeweg länger ist, wenn der Schiebekeil in mehreren Schritten entlang der Schiebeachse zum Einstellen einer gewünschten Pleuelstangenlängenänderung verschiebbar ist, wobei der Schiebekeil dazu vorzugsweise mehrmals nacheinander jeweils um einen definierten Betrag entlang der Schiebeachse verschoben werden kann, wobei der Schiebekeil vorzugsweise jeweils pro Arbeitshub um einen definierten Betrag entlang der Schiebeachse verschiebbar ist.

Dazu weist der Schiebekeil vorzugsweise wenigstens eine erste Steuerfläche und eine zweite Steuerfläche auf, wobei die erste Steuerfläche insbesondere derart ausgebildet ist, dass durch ein Vorbeiführen der Pleuelstange an einem auf der ersten Steuerfläche mit einem ausreichenden Stelldruck abgleitenden, vorzugsweise ortsfesten, ersten Stellelement der Schiebekeil entlang der Schiebeachse in der ersten Schieberichtung verschiebbar ist, und wobei die zweite Steuerfläche derart ausgebildet ist, dass durch ein Vorbeiführen der Pleuelstange an einem auf der zweiten Steuerfläche mit einem ausreichenden Stelldruck abgleitenden, vorzugsweise ortsfesten, zweiten Stellelement der Schiebekeil entlang der Schiebeachse in der zweiten Schieberichtung verschiebbar ist.

Die erste Steuerfläche und das erste Stellelement können dann beispielsweise dazu benutzt werden, insbesondere in einem oder mehreren Aufwärtshüben, eine Verschiebung des Schiebekeils in die erste Schieberichtung zu bewirken, wobei das erste Stellelement jeweils entsprechend derart positioniert werden muss, dass es durch Abgleiten auf der ersten Steuerfläche die entsprechende Verschiebung des Schiebekeils in die erste Schieberichtung bewirkt. Entsprechend können die zweite Steuerfläche und das zweite Stellelement dazu benutzt werden, jeweils eine Verschiebung des Schiebekeils, insbesondere in einem oder mehreren Abwärtshüben, in die entgegengesetzte, zweite Schieberichtung zu bewirken, wobei in dazu das zweite Stellelement jeweils entsprechend positioniert werden muss.

Eine erfindungsgemäße Hubkolbenmaschine, insbesondere eine erfindungsgemäße Hubkolbenbrennkraftmaschine, ist dadurch gekennzeichnet, dass sie eine erfindungsgemäße Pleuelstange aufweist.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine weist die Hubkolbenmaschine eine Aktuatorvorrichtung zum Verschieben des Schiebekeils entlang der Schiebeachse auf, insbesondere zum Verschieben des Schiebekeils von der ersten Position bis in die zweite Position und umgekehrt, wobei der Abstand zwischen der ersten Position und der zweiten Position vorzugsweise einen maximalen Verschiebeweg des Schiebekeils definiert und damit insbesondere eine maximale Pleuelstangenlängenänderung.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine wirkt die Aktuatorvorrichtung derart mit dem Schiebekeil der Pleuelstange zusammen und ist derart ausgebildet, insbesondere derart steuerbar, dass der Schiebekeil mittels der Aktuatorvorrichtung jeweils, insbesondere während eines Arbeitshubs, entweder nicht, oder mit einem definierten Schiebhub in einer ersten Schieberichtung oder mit einem definierten Schiebehub in einer zweiten Schieberichtung entlang der Schiebeachse verschiebbar ist. Dadurch kann der Hub des Schiebekeils entlang der Schiebeachse gezielt eingestellt werden, wobei insbesondere auch eingestellt werden kann, dass keine Verschiebung des Schiebekeils entlang der Schiebeachse erfolgt, so dass die Pleuelstangenlänge konstant gehalten werden kann und damit ein eingestelltes Verdichtungsverhältnis.

Vorzugsweise kann die Verschiebung des Schiebekeils dabei pro Arbeitshub eingestellt werden, so dass eine Aufteilung der insgesamt gewünschten Längenänderung der Pleuelstange auf mehrere Arbeitshübe verteilt werden kann und damit ebenfalls eine Änderung des Verdichtungsverhältnisses auf mehrere Arbeitshübe verteilt werden kann.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine, wobei der Schiebekeil vorzugsweise in einer sich entlang der Schiebeachse erstreckenden Durchgangsöffnung geführt ist und an wenigstens einem Ende eine Steuerfläche aufweist, weist die Aktuatorvorrichtung wenigsten ein, insbesondere ortsfest angeordnetes, verstellbares Stellelement auf, wobei das Stellelement vorzugsweise dazu ausgebildet ist, in wenigstens einer Stellposition mit einem ausreichenden Stelldruck auf der Steuerfläche des Schiebekeils abzugleiten und eine Verschiebung des Schiebekeils entlang der Schiebeachse zu bewirken und insbesondere in wenigstens einer Stellposition keine Verschiebung des Schiebekeils zu bewirken.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine ist die Aktuatorvorrichtung derart ausgebildet, dass bei einem Aufwärtszug der Pleuelstange der Schiebekeil entweder nicht oder mit einem definierten Schiebehub in der ersten Schieberichtung entlang der Schiebeachse verschiebbar ist und bei einem Abwärtszug der Pleuelstange entweder nicht oder mit einem definierten Schiebehub in die zweite Schieberichtung, wobei die Aktuatorvorrichtung dazu vorzugsweise zwei, insbesondere ortsfest angeordnete, verstellbare Stellelemente aufweist, wobei ein erstes Stellelement vorzugsweise zum Verschieben des Schiebekeils während eines Aufwärtszuges, insbesondere in der ersten Schieberichtung, vorgesehen ist und ein zweites Stellelement vorzugsweise zum Verschieben des Schiebekeils während eines Abwärtszuges, insbesondere in der zweiten Schieberichtung.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine weist die Aktuatorvorrichtung wenigstens ein hydraulisch oder elektromagnetisch betätigbares Stellelement auf, vorzugsweise wenigstens ein als Stellkolben ausgebildetes Stellelement, insbesondere wenigstens ein als Stellkolben ausgebildetes und hydraulisch oder elektromagnetisch betätigbares Stellelement.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine, weist die Aktuatorvorrichtung eine mit dem Schiebekeil zusammenwirkende Kulissenführung auf, vorzugsweise eine verstellbare Kulissenführung.

Vorzugsweise ist die Hubkolbenmaschine, insbesondere die Aktuatorvorrichtung, derart ausgebildet, dass der Schiebekeil nur in einem möglichst unbelasteten Zustand verschiebbar ist, wobei die Aktuatorvorrichtung bzw. die Hubkolbenmaschine vorzugsweise derart ausgebildet ist, dass der Schiebekeil nur in einem definierten Hubbereich der Pleuelstange verschoben wird, insbesondere nur um einen oberen Totpunkt und/oder um einen unteren Totpunkt herum, wobei es sich jedoch als besonders vorteilhaft herausgestellt hat den Schiebekeil nur um einen oberen Totpunkt herum zu verschieben. In einer weiteren Variante der Erfindung erfolgt die Verschiebung des Schiebekeils in einem Hubbereich bei 70° Kurbelwinkel vor dem oberen Totpunkt und 70° Kurbelwinkel nach dem oberen Totpunkt.

Weist die Aktuatorvorrichtung eine Kulissenführung bzw. ortsfest angeordnete Stellelemente auf, sind diese vorzugsweise insbesondere derart angeordnet und ausgebildet, dass sie nur in diesem Bereich, insbesondere in einem Bereich um einen Totpunkt, insbesondere im Bereich um den oberen Totpunkt herum, auf die Steuerflächen des Schiebekeils wirken bzw. auf diesen abgleiten, so dass nur in diesem Hubbereich eine Verschiebung des Schiebekeils bewirkt wird, wenn die entlang der Längsachse der Pleuelstange auf den Schiebekeil wirkenden Längskräfte möglichst gering sind. Beim genannten Bereich um den oberen Totpunkt handelt es sich insbesondere um 70° Kurbelwinkel vor und 70° Kurbelwinkel nach dem oberen Totpunkt.

Ein erfindungsgemäßes Fahrzeug ist dadurch gekennzeichnet, dass es eine erfindungsgemäße Hubkolbenmaschine aufweist.

Diese und weitere Merkmale gehen außer aus den Ansprüchen und aus der Beschreibung auch aus den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein 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, für die ebenfalls Schutz beansprucht wird, sofern sie technisch sinnvoll ist.

Manche der nachfolgend genannten Merkmale bzw. Eigenschaften betreffen sowohl eine erfindungsgemäße Verbrennungskraftmaschine als auch ein erfindungsgemäßes Fahrzeug. Einige dieser Merkmale und Eigenschaften werden nur einmal beschrieben, gelten jedoch unabhängig voneinander im Rahmen technisch möglicher Ausgestaltungen sowohl für eine erfindungsgemäße Verbrennungskraftmaschine als auch für ein erfindungsgemäßes Fahrzeug.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels weiter erläutert, wobei die Erfindung dazu in den beigefügten Zeichnungen schematisch dargestellt ist. Dabei zeigt:

Fig. 1a ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Pleuelstange in Ansicht von vorne mit dem Schiebekeil in einer ersten Position zur Einstellung einer minimalen Pleuelstangenlänge,

Fig. 1b die erfindungsgemäße Pleuelstange aus Fig. 1a, ebenfalls in Ansicht von vorne, mit dem Schiebekeil in einer zweiten Position zur Einstellung einer maximalen Pleuelstangenlänge,

Fig. 2a einen Ausschnitt der erfindungsgemäßen Pleuelstange aus den Fig. 1a und 1b im Querschnitt mit dem Schiebekeil in der zweiten Position,

Fig. 2b den Ausschnitt der erfindungsgemäßen Pleuelstange aus Fig. 2a im Längsschnitt,

Fig. 2c den Ausschnitt der erfindungsgemäßen Pleuelstange aus den Fig. 2a und 2b im Querschnitt mit dem Schiebekeil in der ersten Position,

Fig. 3a einen Ausschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Pleuelstange in Ansicht von vorne,

Fig. 3b einen Ausschnitt der erfindungsgemäßen Pleuelstange aus Fig. 3a im Längsschnitt,

Fig. 4 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine in Schnittdarstellung mit visualisierter Pleuelstangenbewegung während eines kompletten Arbeitshubs und

Fig. 5 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine, ebenfalls mit visualisierter Pleuelstangenbewegung während eines kompletten Arbeitshubs.

Die Fig. 1a und 1b zeigen jeweils ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Pleuelstange 10 in Ansicht von vorne mit einem kleinen Pleuelauge 12A zur Anbindung an einen Kolben einer Hubkolbenmaschine und einem großen Pleuelauge 12B zur Anbindung an einen Hubzapfen einer Kurbelwelle einer Hubkolbenmaschine.

Das kleine Pleuelauge 12A ist dabei Teil eines ersten Pleuelstangenabschnitts 10A und das große Pleuelauge 12B Teil eines zweiten Pleuelstangenabschnitts 10B, wobei die Pleuelstange 10 teleskopartig ausgebildet ist und die beiden Pleuelstangenabschnitte 10A und 10B derart ineinander und entlang einer Längsachse L relativ zueinander verschiebbar angeordnet sind, dass ein Abstand zwischen dem Mittelpunkt des kleinen Pleuelauges 12A und dem Mittelpunkt des großen Pleuelauges 12B verändert werden kann und somit die Pleuelstangenlänge.

Dazu weist der zweite Pleuelabschnitt 10B oberhalb des großen Pleuelauges 12B einen hohlzylinderförmig ausgebildeten Bereich auf, welcher als Führungszylinder für den unteren Teil des ersten Pleuelstangenabschnitts 10A dient und in welchem der erste Pleuelstangenabschnitt 10A teleskopartig, entlang der Längsachse L verschiebbar gegenüber dem zweiten Pleuelstangenabschnitt 10B angeordnet ist.

Dabei ist der erste Pleuelstangenabschnitt 10A in Längsrichtung der Pleuelstange 10 mit seiner in Richtung des großen Pleuelauges 12B orientierten Unterseite 16 auf einem, in einer Durchgangsöffnung 20, entlang einer Schiebeachse S verschiebbar gelagerten Schiebekeil 11 abgestützt, wobei der Schiebekeil 11 wiederum mit seiner Unterseite 17 über die Fläche 18 der Durchgangsöffnung 20 am zweiten Pleuelstangenabschnitt 10B abgestützt ist.

Die Pleuelstange 10 ist derart ausgebildet, dass durch ein Verschieben des Schiebekeils 11 entlang der Schiebeachse S erfindungsgemäß eine Änderung der Pleuelstangenlänge bewirkt wird, wobei der Schiebekeil 11 mit dem ersten Pleuelstangenabschnitt 10A und mit dem zweiten Pleuelstangenabschnitt 10B derart mechanisch gekoppelt ist, dass durch ein Verschieben des Schiebekeils 11 entlang der Schiebeachse S von einer ersten, in Fig. 1a dargestellten Position, in eine zweite, in Fig., 1b dargestellte, Position eine Verlängerung der Pleuelstangenlänge L1 um $+\Delta L$ auf eine Pleuelstangenlänge L2 bewirkt wird, bei diesem Beispiel von 141 mm um +3 mm auf 144 mm, und durch eine Verschiebung des Schiebekeils 11 von der zweiten Position (Fig. 1b) in die erste Position (Fig. 1a) eine Verkürzung der Pleuelstangenlänge von L2 um $-\Delta L$ auf die Pleuelstangenlänge L1, also von 144 mm um -3 mm auf 141 mm.

Damit erfindungsgemäß ein Verschieben des Schiebekeils 11 entlang der Schiebeachse S eine Veränderung der Pleuelstangenlänge bewirkt, weist der Schiebekeil 11 eine mit einem definierten Keilwinkel α zur Schiebeachse S geneigte und sich senkrecht zu einer Radialebene der beiden Pleuelaugen 12A und 12B erstreckende Keilfläche 15 auf, auf welcher die Unterseite 16 des ersten Pleuelstangenabschnitts 10A direkt abgestützt ist.

Fig. 1a zeigt die erfindungsgemäße Pleuelstange 10 in einer ersten Position des Schiebekeils 11 entlang der Schiebeachse S, wobei die Pleuelstange 10 in dieser Position ihre kleinstmögliche Pleuelstangenlänge L1 aufweist. Fig. 1b zeigt die erfindungsgemäße Pleuelstange 10 in einer zweiten Position des Schiebekeils 11 entlang der Schiebeachse S, wobei die Pleuelstange 10 in dieser Position ihre größtmögliche Pleuelstangenlänge L2 aufweist.

Aufgrund der um den Keilwinkel α zur Schiebeachse geneigten Keilfläche 15 des Schiebekeils 11 bewirkt ein Verschieben des Schiebekeils 11 entlang der Schiebeachse S von der ersten, in Fig. 1a dargestellten Position in einer ersten Schieberichtung S1 bis in die in Fig. 1b dargestellte zweite Position ein Auseinanderschieben des ersten Pleuelstangenabschnitts 10A und des zweiten Pleuelstangenabschnitts 10B um $+\Delta L$ und damit eine Zunahme der Pleuelstangenlänge um $+\Delta L$.

Um insbesondere eine ungewollte Verschiebung des Schiebekeils 11 in die zweite Schieberichtung S2 durch die während eines Arbeitshubs in einer Hubkolbenmaschine auf die Pleuelstange 10 parallel zur Längsachse L der Pleuelstange 10 wirkenden Druckkräfte und damit eine ungewollte Verkürzung der Pleuelstangenlänge zu vermeiden, ist der Keilwinkel α des Schiebekeils 11 so gewählt, dass eine Selbsthemmung zwischen der Keilfläche 15 und der Unterseite 16 des ersten Pleuelstangenabschnitts 10A wenigstens so groß ist, dass der Schiebekeil 11 in seiner Position gehalten wird.

Um sicherzustellen, dass der Schiebekeil 11 in seiner Position gehalten wird, insbesondere, bezogen auf einen Einbauzustand in einer Hubkolbenmaschine, auch in einem Hubbereich um einen oberen Totpunkt (speziell 70° vor und 70° nach dem oberen Totpunkt) und einen unteren Totpunkt herum, in welchem aufgrund der Richtungsumkehr der Pleuelstange 10 keine oder nur geringe Druckkraft in Längsrichtung der Pleuelstange 10 wirkt und somit keine Selbsthemmung, ist zusätzlich noch eine Arretiervorrichtung 19 vorgesehen, welche in diesem Fall durch eine mittels einer Feder unter Spannung gehaltenen Kugel gebildet ist, welche in an definierten Positionen entlang der Schiebeachse S in vorhandene Ausnehmungen 19` einrasten kann, siehe Fig. 2a, 2b und 2c, und infolgedessen der Schiebekeil 11, zumindest solange keine zusätzlichen, in Richtung der Schiebeachse S wirkenden Verschiebekräfte auf den Schiebekeil 11 aufgebracht werden, in seiner Position gehalten werden kann. Die Vorspannkraft der Feder ist dabei derart gewählt, dass die Arretierungskräfte derart gering sind, dass sie beim gezielten Verschieben des Schiebekeils 11, insbesondere mittels einer Aktuatorvorrichtung, problemlos überwunden werden können.

Um die zum Verschieben des Schiebekeils 11 erforderlichen Schiebekräfte möglichst gering zu halten, ist die Fläche 17 an der Unterseite des Schiebekeils 11 nicht nur als Stützfläche ausgebildet, sondern auch als Gleitfläche, insbesondere als Stütz-Gleitfläche 17, mit einer Oberfläche mit möglichst geringer Reibung. Entsprechend ist die zugehörige Fläche 18 in der Durchgangsöffnung 20, in welcher der Schiebekeil 11 im zweiten Pleuelstangenabschnitt 10B geführt ist, ebenfalls nicht nur als Stützfläche, sondern auch als Gleitfläche, insbesondere als Stütz-Gleitfläche 18, ausgebildet.

Um jeweils auch eine Pleuelstangenlängenänderung, insbesondere eine Verkürzung der Pleuelstangenlänge, zu bewirken, wenn der Schiebekeil 11 in der zweiten Schieberichtung S2 entlang der Schiebeachse S verschoben wird, ist der Schiebekeil 11 derart mit dem ersten Pleuelstangenabschnitt 10A und dem zweiten Pleuelstangenabschnitt 10B mechanisch gekoppelt, dass ein Verschieben des Schiebekeils 11 in die zweite Schieberichtung S2 unmittelbar eine Verkürzung der Pleuelstangenlänge bewirkt, bei einem Verschieben des Schiebekeils 11 von der zweiten Position (Fig. 1b) bis in die erste Position (Fig. 1a) insbesondere eine Verkürzung der Pleuelstangenlänge um den Betrag $-\Delta L$ von L2 auf L1.

Dazu und um während eines Arbeitshubs in einem funktionsgemäßen Einbauzustand der erfindungsgemäßen Pleuelstange 10 in einer Hubkolbenmaschine ein Abheben des ersten Pleuelstangenabschnitts 10A und damit eine ungewollte Verlängerung der Pleuelstangenlänge zu vermeiden, ist der erste Pleuelstangenabschnitt 10A bei diesem Ausführungsbeispiel mittels mehrerer, in Längsrichtung der Pleuelstange 10 wirkenden formschlüssigen Verbindungen mit dem Schiebekeil 11 und dem zweiten Pleuelstangenabschnitt 10B mechanisch zwangsgekoppelt.

Zum einen ist der erste Pleuelstangenabschnitt 10A mittels einer in Längsrichtung der Pleuelstange 10 wirkenden formschlüssigen Verbindung mit dem Schiebekeil 11 verbunden, welche bei diesem Ausführungsbeispiel durch eine Führungsnut 13 im Schiebekeil 11 und ein entsprechend korrespondierend ausgebildetes, am unteren Ende des ersten Pleuelstangenabschnitts 10A angeordnetes, in den Fig. 1a und 1b nur angedeutetes Führungselement 14 in Form von einer Führungsleiste 14 gebildet ist. Zum anderen ist der Schiebekeil 11 über die Durchgangsöffnung 20 in Längsrichtung der Pleuelstange 10 formschlüssig mit dem zweiten Pleuelstangenabschnitt 10B verbunden.

Anhand der Fig. 2a bis 2c wird die Ausgestaltung der formschlüssigen Verbindungen zur mechanischen Zwangskopplung der beiden Pleuelstangenabschnitte 10A und 10B miteinander über den Schiebekeil 11 deutlich, insbesondere anhand des Längsschnittes entlang der Schnittebene I-I‘ in Fig. 2b. Das untere Ende des ersten Pleuelstangenabschnitts 10A ist T-förmig ausgebildet, wobei die seitlichen Arme des T als Führungselemente 14 in Form von Führungsleisten 14 dienen, welche jeweils in einer entsprechend korrespondierend

ausgebildeten Führungsnut 13 des Schiebekeils 11 geführt sind, welcher wiederum durch einen Formschluss mit der Durchgangsöffnung 20 mit dem zweiten Pleuelstangenabschnitt 10B in Längsrichtung der Pleuelstange 10 in seiner Position gehalten wird.

Der Schiebekeil 11 ist ferner derart ausgebildet, dass er mittels einer Aktuatorvorrichtung entlang der Schiebeachse S verschoben werden kann. Dazu weist der Schiebekeil 11 an seinen beiden Enden jeweils eine, in diesem Fall jeweils ebenfalls keilförmig ausgebildete Steuerfläche 21A bzw. 21B auf und ist derart ausgebildet, dass jeweils immer mindestens eine der Steuerflächen 21A und 21B seitlich aus dem zweiten Pleuelstangenabschnitt 10B herausragt, insbesondere aus der Durchgangsöffnung 20, so dass der Schiebekeil 11 durch Vorbeiführen der Pleuelstange 10 an einem, vorzugsweise gegenüber der Pleuelstange 10 ortsfest angeordneten, jeweils auf der Steuerfläche 21A bzw. 21B mit einem ausreichenden Stelldruck abgleitenden Stellelement, beispielsweise als Teil einer Kulissenführung oder in Form eines Stellkolbens, entlang der Schiebeachse S verschoben werden kann, insbesondere in der ersten Schieberichtung S1 in Richtung der zweiten Position (vgl. Fig. 1b) und/oder umgekehrt in einer zweiten Schieberichtung S2 in Richtung der ersten Position (vgl. Fig. 1a).

Fig. 3a zeigt einen Ausschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Pleuelstange 30, wobei Bauteile mit gleicher Funktion, sofern sie nicht wesentlich anders ausgestaltet sind, mit den gleichen Bezugszeichen wie in den vorangegangen Figuren bezeichnet sind.

Auch bei diesem Ausführungsbeispiel ist der erste Pleuelstangenabschnitt 10A ebenfalls teleskopartig, zumindest teilweise innerhalb des zweiten Pleuelstangenabschnitts 10B entlang der Längsachse L der Pleuelstange 30 und relativ zu diesem verschiebbar angeordnet ist und stützt sich ebenfalls mit seiner hier nicht näher bezeichneten Unterseite auf der Keilfläche 35 des Schiebekeils 31 ab.

Wie bei dem zuvor erläuterten Ausführungsbeispiel ist zur mechanischen Zwangskopplung der erste Pleuelstangenabschnitt 10A ebenfalls mittels mehrerer formschlüssiger Verbindungen über den Schiebekeil 31 mit dem zweiten Pleuelstangenabschnitt 10B verbunden, allerdings mittels einer alternativen, konstruktiven Ausgestaltung.

Im Unterschied zu dem anhand der Fig. 1a bis 2c erläuterten Ausführungsbeispiel ist der Schiebekeil 31 bei diesem Ausführungsbeispiel nicht direkt mit seiner ebenfalls nicht näher bezeichneten Unterseite am zweiten Pleuelstangenabschnitt 10B abgestützt und über eine Durchgangsöffnung formschlüssig in Längsrichtung der Pleuelstange 30 im zweiten Pleuelstangenabschnitt 10B gehalten, sondern über eine im Boden des Hohlzylinders des zweiten Pleuelstangenabschnitts 10B angeordnete Führungsauflage 26, welche mittels einer als Führungszylinder für den ersten Pleuelstangenabschnitt 10A ausgebildeten und in den zweiten Pleuelstangenabschnitt 10B eingeschraubten Fixierhülse 25 in Längsrichtung der Pleuelstange 30 fixiert ist.

In diesem Fall weist der Schiebekeil 31 außerdem jeweils zwei, sich parallel zur Keilfläche 35 erstreckende Führungsleisten 34A und 34B auf, welche jeweils in eine korrespondierend dazu ausgebildete Führungsnut 13A bzw. 13B eingreifen, wobei die Führungsnut 13A in das untere Ende des ersten Pleuelstangenabschnitts 10A eingebracht ist und die andere Führungsnut 13B in die mittels der Fixierhülse 25 am Boden des hohlzylinderförmigen Bereichs des zweiten Pleuelstangenabschnitts 10B fixierte Führungsauflage 26.

Fig. 4 zeigt einen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine 100 in Form eines Verbrennungsmotors 100 mit einer erfindungsgemäßen Pleuelstange 10 bzw. 30, wobei die erfindungsgemäße Hubkolbenmaschine 100 eine hier nur durch das Bezugszeichen und die zugehörige Bezugszeichenlinie angedeutete Aktuatorvorrichtung 110 aufweist, welche zum Verschieben des Schiebekeils 11, 31 der erfindungsgemäßen Pleuelstange 10 bzw. 30 und damit zum Verstellen der Pleuelstangenlänge und infolgedessen zum Ändern eines Verdichtungsverhältnisses der Hubkolbenmaschine 100 eine hier ebenfalls nur durch die Bezugszeichen 110A und 110B angedeutete, verstellbare Kulissenführung aufweist.

Fig. 4 zeigt dabei angedeutet, die einzelnen, resultierenden Positionen des Schiebekeils 11, 31 der erfindungsgemäßen Pleuelstange 10, 30 entlang der Schiebeachse S beim Vorbeiführen des Schiebekeils 11, 31 an der verstellbaren Kulissenführung 110A, 110B während eines Arbeitshubs.

Fig. 5 zeigt einen Schnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Hubkolbenmaschine 200 mit einer alternativen Aktuatorvorrichtung 210, welche ebenfalls nur angedeutet dargestellt ist. Diese Aktuatorvorrichtung 210 weist anstatt einer verstellbaren Kulissenführung zwei im Bereich des oberen Totpunktes angeordnete, hydraulisch oder auf andere Weise betätigbare Stellelemente 210A und 210B in Form von Stellkolben auf, mittels welcher jeweils ein Verschieben des Schiebekeils 11 bzw. 31 einer erfindungsgemäßen Pleuelstange 10 bzw. 30 entlang der Schiebeachse S bewirkt werden kann.

Die Stellkolben 210A und 210B können dabei jeweils derart positioniert werden, dass die Stellkolben 210A und 210B jeweils mit einem zum Verschieben des Schiebekeils 11, 31 erforderlichen Stelldruck derart auf den zugehörigen Steuerflächen 21A, 21B des Schiebekeils 11, 31 abgleiten, dass die entsprechend zur gewünschten Längenänderung erforderliche Verschiebung des Schiebekeils 11, 31 entlang der Schiebeachse S in die jeweils gewünschte Schiebrichtung S1 bzw. S2 bewirkt wird.

Selbstverständlich ist eine Vielzahl von Abwandlungen der beschriebenen Ausführungsformen möglich, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen.

Bezugszeichenliste:

10, 30	erfindungsgemäße Pleuelstange
10A, 30A	erster Pleuelstangenabschnitt
10B, 30B	zweiter Pleuelstangenabschnitt
11, 31	Schiebekeil
12A	kleines Pleuelauge
12B	großes Pleuelauge
13, 13A, 13B	Führungsnut
14, 34A, 34B	Führungsleiste
15, 35	Keilfläche
16	Unterseite des ersten Pleuelstangenabschnitts
17, 37	Unterseite des Schiebekeils
18	Fläche, an welcher der Schiebekeil im zweiten Pleuelstangenabschnitt abgestützt ist
19	Arretiervorrichtung
20	Durchgangsöffnung
21A, 21B	Steuerfläche
25	Fixierhülse
26	Führungsauflage
100, 200	erfindungsgemäße Hubkolbenmaschine
110, 210	Aktuatorvorrichtung
110A, 110B	Kulissenführung
210A, 210B	Stellkolben
L	Längsachse der Pleuelstange
S	Schiebeachse des Schiebekeils
S1	erste Schieberichtung
S2	zweite Schieberichtung
+/-ΔL	Längenänderung der Pleuelstange
L1	minimale Pleuelstangenlänge
L2	maximale Pleuelstangenlänge
α	Keilwinkel

Patentansprüche

1. Längenverstellbare Pleuelstange (10, 30) für eine Hubkolbenmaschine (100, 200), insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine (100, 200), wobei
   - die Pleuelstange (10, 30) einen ersten Pleuelstangenabschnitt (10A) und einen zweiten Pleuelstangenabschnitt (10B) aufweist,
   - die beiden Pleuelstangenabschnitte (10A, 10B) zum Verstellen einer Pleuelstangenlänge entlang einer Längsachse (L) der Pleuelstange (10, 30) relativ zueinander verschiebbar sind, und
   - die Pleuelstange (10, 30) einen entlang einer Schiebeachse (S) verschiebbaren Schiebekeil (11, 31) aufweist,

   dadurch gekennzeichnet, dass durch ein Verschieben des Schiebekeils (11, 31) entlang der Schiebeachse (S) eine Änderung der Pleuelstangenlänge bewirkbar ist, wobei der Schiebekeil (11, 31) mit dem ersten Pleuelstangenabschnitt (10A) und mit dem zweiten Pleuelstangenabschnitt (10B) derart mechanisch gekoppelt ist, dass durch ein Verschieben des Schiebekeils (11, 31) entlang der Schiebeachse (S) von einer ersten Position in zumindest eine zweite Position eine Verlängerung der Pleuelstangenlänge bewirkt wird und durch eine Verschiebung des Schiebekeils von der zweiten Position in die erste Position eine Verkürzung der Pleuelstangenlänge.

2. Pleuelstange (10, 30) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schiebekeil (11, 31) mit dem ersten Pleuelstangenabschnitt (10A) und/oder dem zweiten Pleuelstangenabschnitt (10B) mechanisch zwangsgekoppelt ist, vorzugsweise durch eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Schiebekeil (11, 31) und dem ersten Pleuelstangenabschnitt (10A) und/oder dem zweiten Pleuelstangenabschnitt (10B) , insbesondere durch eine in Längsrichtung der Pleuelstange (10, 30) wirkende formschlüssige Verbindung, wobei der Schiebekeil (11, 31) insbesondere wenigstens mit dem ersten Pleuelstangenabschnitt (10A) mechanisch zwangsgekoppelt ist.

3. Pleuelstange (10, 30) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schiebekeil (11, 31) mittels wenigstens eines in einer Führungsnut (13, 13A, 13b)

geführten Führungselementes (14, 34A, 34B) mit dem ersten Pleuelstangenabschnitt (10A) und/oder dem zweiten Pleuelstangenabschnitt (10B) mechanisch zwangsgekoppelt ist.

4. Pleuelstange (10, 30) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schiebekeil (11, 31) wenigstens eine Keilfläche (15, 35) aufweist, wobei die Keilfläche (15, 35) vorzugsweise mit einem definierten Keilwinkel (α) zur Schiebeachse (S) geneigt ist und sich insbesondere senkrecht zur Radialebene wenigstens eines Pleuelauges (12A, 12B) erstreckt und wobei der erste Pleuelstangenabschnitt (10A) und/oder der zweite Pleuelstangenabschnitt (10B) an der Keilfläche (15, 35) abgestützt ist.

5. Pleuelstange (10, 30) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Keilwinkel (α) der Keilfläche (15, 35) des Schiebekeils (11, 31) derart gewählt ist, dass eine Selbsthemmung zwischen dem zugehörigen, sich an der Keilfläche (15, 35) abstützenden Pleuelstangenabschnitt (10A) und der Keilfläche (15, 35) wenigstens so groß ist, dass eine Verschiebung des Schiebekeils (11, 31) entlang der Schiebeachse (S) durch die während eines Arbeitshubs entlang der Längsachse (L) der Pleuelstange (10, 30) wirkenden Kräfte vermieden wird und der Schiebekeil (11, 31) insbesondere in seiner Position entlang der Schiebeachse (S) gehalten wird.

6. Pleuelstange (10, 30) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pleuelstange (10, 30) eine Arretiervorrichtung (19) aufweist, mittels welcher der Schiebekeil (11, 31) insbesondere in wenigstens einer Position entlang der Schiebeachse (S) arretierbar ist, vorzugsweise wenigstens in der ersten Position und/oder in der zweiten Position.

7. Pleuelstange (10, 30) nach wenigstens einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schiebekeil (11, 31) in einer sich entlang der Schiebeachse (S) erstreckenden Durchgangsöffnung (20) geführt ist, vorzugsweise in einer im zweiten Pleuelstangenabschnitt (10B) oberhalb des großen Pleuelauges (12B) eingebrachten Durchgangsöffnung (20), wobei der Schiebekeil (11, 31)

insbesondere zumindest über einen Teil seines Verschiebewegs wenigstens mit einem Ende seitlich aus der Durchgangsöffnung (20) herausragt.

8. Pleuelstange (10, 30) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schiebekeil (11, 31) an wenigstens einem Ende, vorzugsweise an jeweils beiden Enden, eine Steuerfläche (21A, 21B) aufweist, wobei die Steuerfläche (21A, 21B) insbesondere derart ausgebildet ist, dass der Schiebekeil (11, 31) durch Vorbeiführen der Pleuelstange (10, 30) an einem, vorzugsweise gegenüber der Pleuelstange (10, 30) ortsfest angeordneten, auf der Steuerfläche (21A, 21B) mit einem ausreichenden Stelldruck abgleitenden Stellelement (110A, 110B; 210A, 210B) entlang der Schiebeachse (S) verschiebbar ist, insbesondere in einer ersten Schieberichtung (S1) in Richtung der zweiten Position und/oder umgekehrt in einer zweiten Schieberichtung (S2) in Richtung der ersten Position.

9. Hubkolbenmaschine (100, 200), insbesondere Hubkolbenbrennkraftmaschine, mit wenigstens einer längenverstellbaren Pleuelstange (10, 30), dadurch gekennzeichnet, dass die Pleuelstange (10, 30) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgebildet ist.

10. Hubkolbenmaschine (100, 200) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Hubkolbenmaschine (100, 200) eine Aktuatorvorrichtung (110, 210) zum Verschieben des Schiebekeils (11, 31) entlang der Schiebeachse (S) aufweist, insbesondere zum Verschieben des Schiebekeils (11, 31) von der ersten Position bis in die zweite Position und umgekehrt.

11. Hubkolbenmaschine (100, 200) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Aktuatorvorrichtung (110, 210) derart mit dem Schiebekeil (11, 31) der Pleuelstange (10, 30) zusammenwirkt und derart ausgebildet ist, insbesondere derart steuerbar ist, dass der Schiebekeil (11, 31) mittels der Aktuatorvorrichtung (110, 210) , insbesondere während eines Arbeitshubs, jeweils entweder nicht oder mit einem definierten Schiebehub in einer ersten Schieberichtung (S1) oder mit

einem definierten Schiebehub in einer zweiten Schieberichtung (S2) entlang der Schiebeachse (S) verschiebbar ist.

12. Hubkolbenmaschine (100, 200) nach wenigstens einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei die Pleuelstange (10, 30) vorzugsweise nach Anspruch 8 ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Aktuatorvorrichtung (110, 210) wenigstens ein, insbesondere ortsfest angeordnetes, verstellbares Stellelement (110A, 110B; 210A, 210B) aufweist, wobei das Stellelement (110A, 110B; 210A, 210B) vorzugsweise dazu ausgebildet ist, in wenigstens einer Stellposition mit einem ausreichenden Stelldruck auf einer Steuerfläche (21A, 21B) des Schiebekeils (11, 31) abzugleiten und eine Verschiebung des Schiebekeils (11, 31) entlang der Schiebeachse (S) zu bewirken und insbesondere in wenigstens einer Stellposition keine Verschiebung des Schiebekeils (11, 31) zu bewirken.

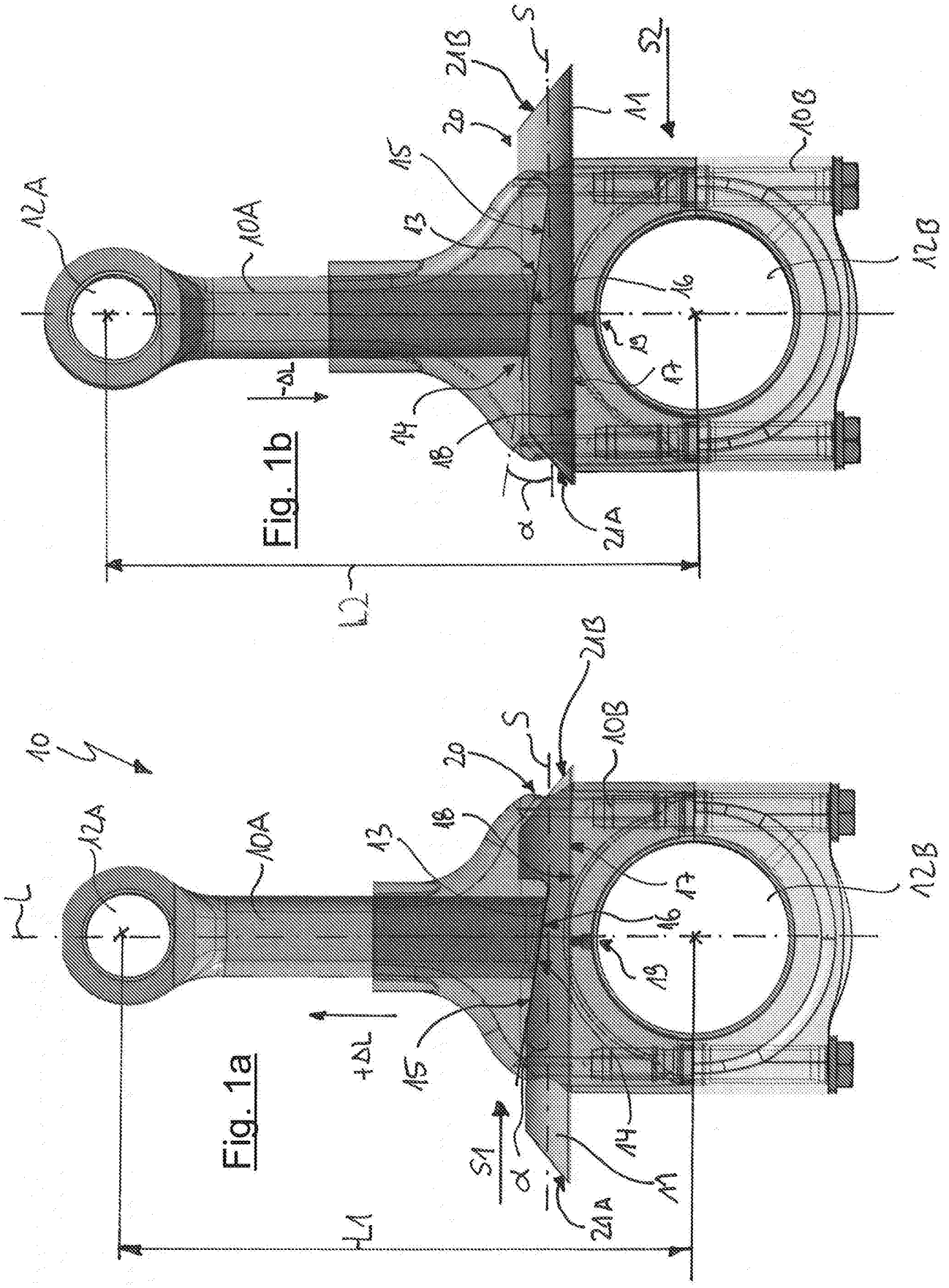
13. Hubkolbenmaschine (100, 200) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Aktuatorvorrichtung (110, 210) derart ausgebildet ist, dass bei einem Aufwärtshub der Pleuelstange (10, 30) der Schiebekeil (11, 31) jeweils entweder nicht oder mit einem definierten Schiebehub in der ersten Schieberichtung (S1) entlang der Schiebeachse (S) verschiebbar ist, und bei einem Abwärtshub der Pleuelstange (10, 30) jeweils entweder nicht oder mit einem definierten Schiebehub in die zweite Schieberichtung (S2), wobei die Aktuatorvorrichtung (110, 210) dazu vorzugsweise zwei, insbesondere ortsfest angeordnete, verstellbare Stellelemente (110A, 110b; 210A, 210B) aufweist, wobei ein erstes Stellelement (110A, 210A) vorzugsweise zum Verschieben des Schiebekeils (11, 31) während eines Aufwärtshubes, insbesondere in der ersten Schieberichtung (S1), vorgesehen ist und ein zweites Stellelement (110B, 210B) vorzugsweise zum Verschieben des Schiebekeils (11, 31) während eines Abwärtshubes, insbesondere in der zweiten Schieberichtung (S2).

14. Hubkolbenmaschine (100, 200) nach wenigstens einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Aktuatorvorrichtung wenigstens ein hydraulisch oder elektromagnetisch betätigbares Stellelement (210A, 210B) aufweist, vorzugsweise wenigstens ein als Stellkolben (210A, 210B) ausgebildetes

Stellelement (210A, 210B), insbesondere wenigstens ein als Stellkolben (210A, 210B) ausgebildetes und hydraulisch oder elektromagnetisch betätigbares Stellelement (210A, 210B).

15. Hubkolbenmaschine (100) nach wenigstens einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Aktuatorvorrichtung eine mit dem Schiebekeil (11, 31) zusammenwirkende Kulissenführung (110A, 110B) aufweist, vorzugsweise eine verstellbare Kulissenführung (110A, 110B).

16. Fahrzeug mit einer Hubkolbenmaschine (100, 200), insbesondere mit einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass die Hubkolbenmaschine (100, 200) nach wenigstens einem der Ansprüche 9 bis 15 ausgebildet ist.


10
12A
10A
13
18
20
S
21B
10B
12B
16
19
17
15
+ΔL
14
S1
α
21A
L1
Fig. 1a
12A
10A
15
20
S
21B
11
S2
10B
12B
16
19
17
13
-ΔL
14
18
α
21A
L2
Fig. 1b

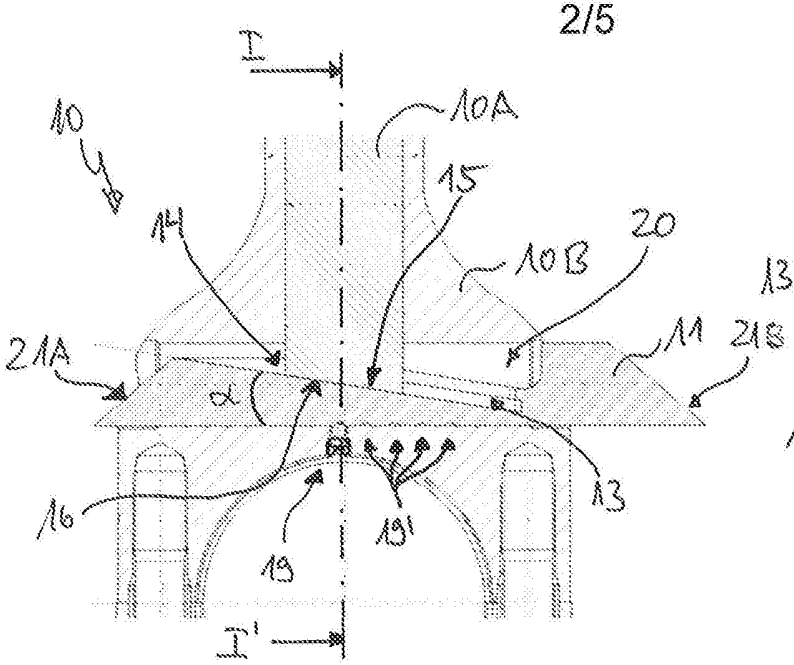


Fig. 2a

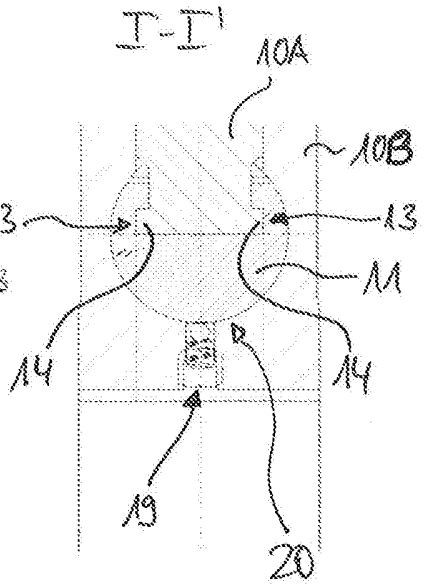


Fig. 2b

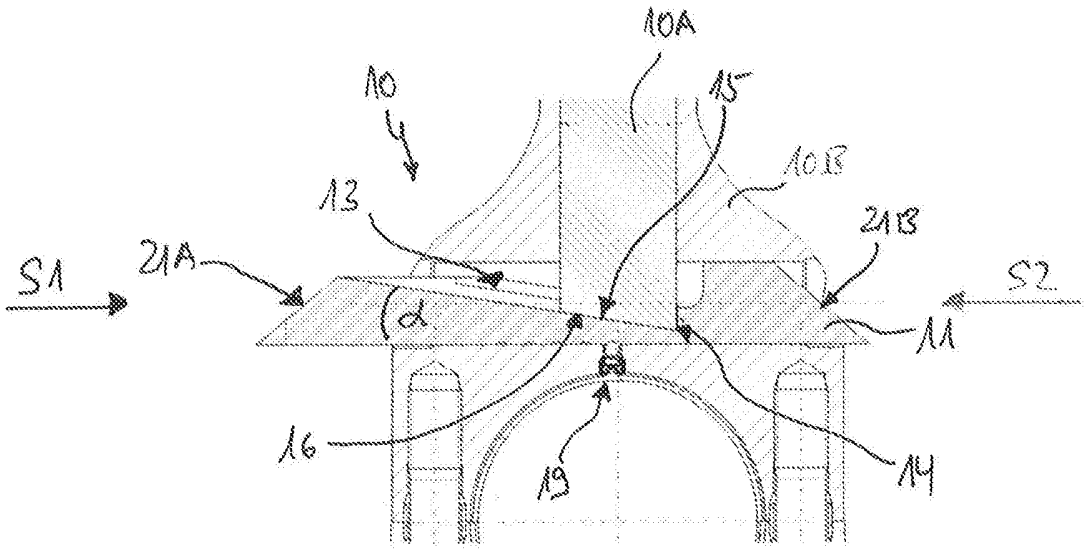


Fig. 2c

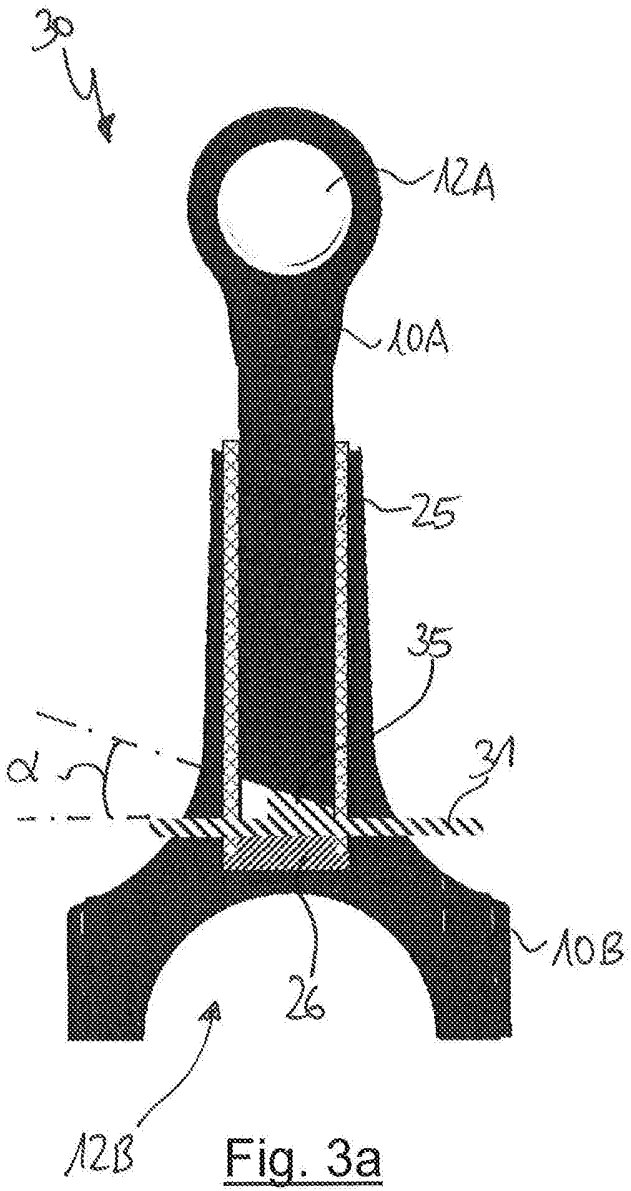


Fig. 3a

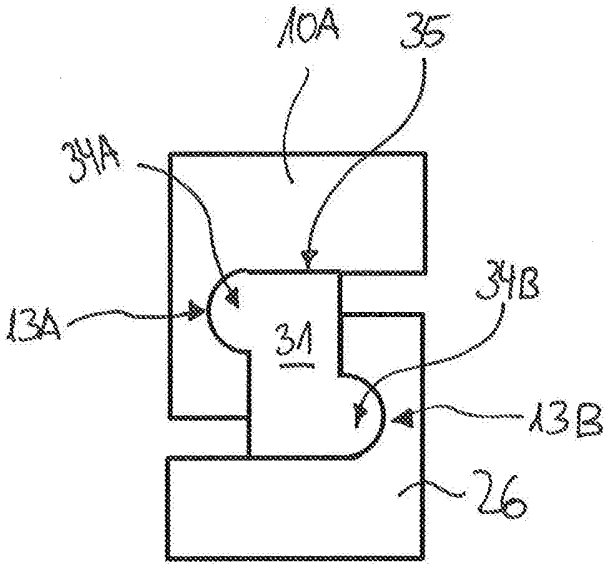


Fig. 3b

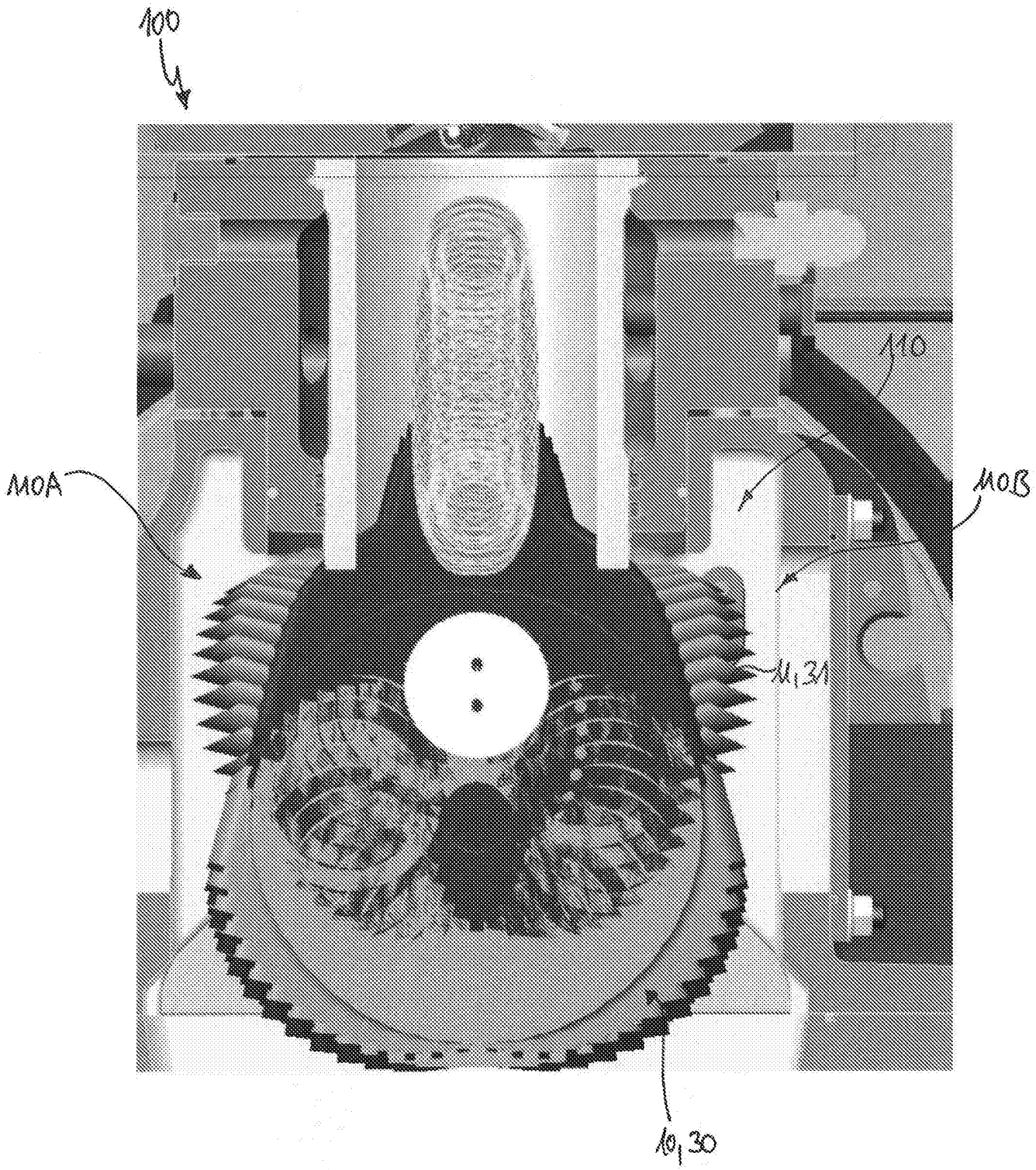


Fig. 4

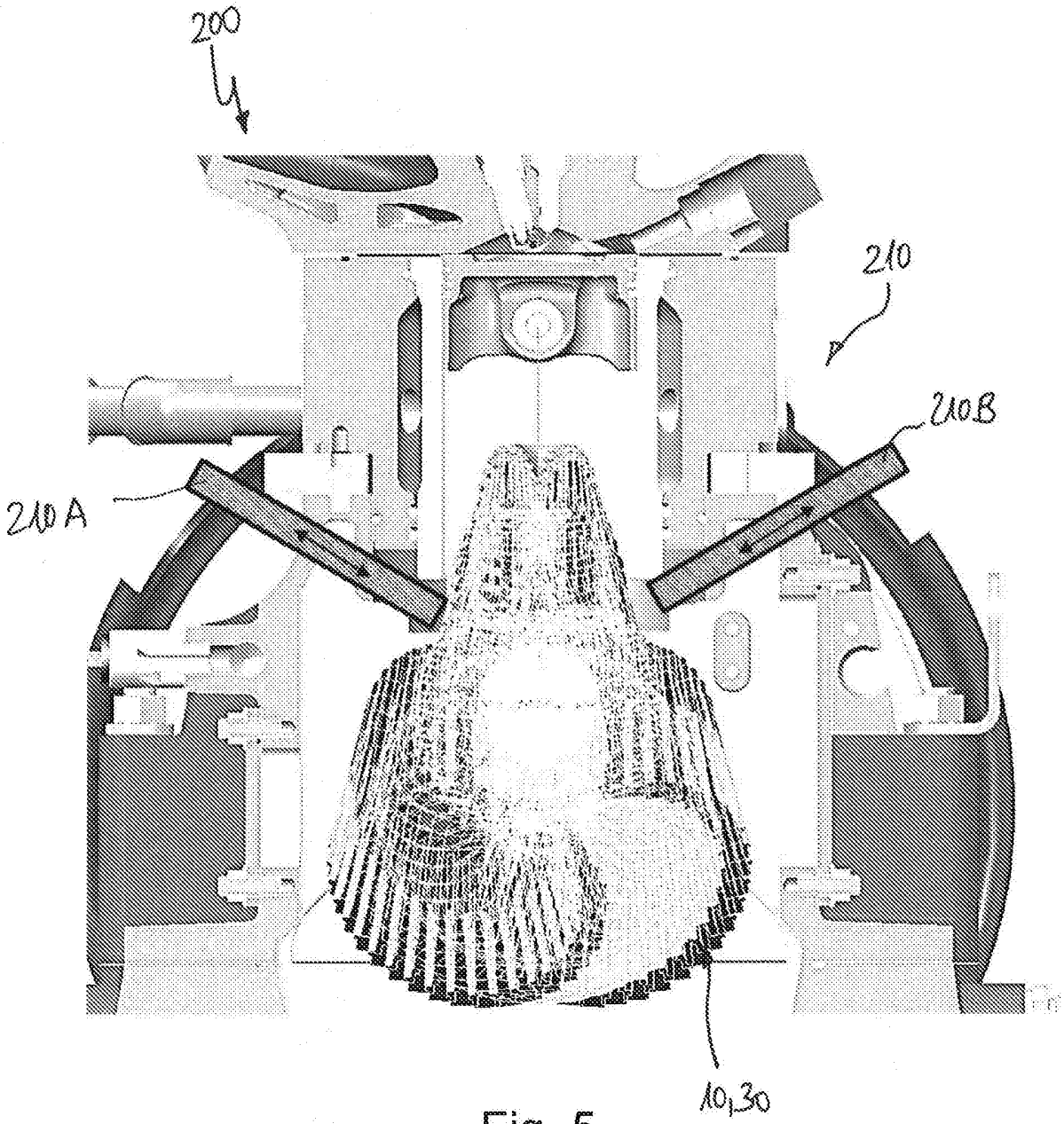


Fig. 5

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
F16C 7/06 (2006.01); ***F02B 75/04*** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
F16C 7/06 (2013.01); ***F02B 75/045*** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
F16C, F02B 3G092/AA12, 3G092DD06, Y10T74/2151, Y10T83/87

Konsultierte Online-Datenbank:
EPODOC, FULLTEXT

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **31.05.2016** eingereichten Ansprüchen **1-16** erstellt.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	AT 512928 B1 (AVL LIST GMBH) 15. Dezember 2013 (15.12.2013) Fig. 2, 3, Zusammenfassung, Absätze [0015], [0028]-[0037], Anspruch 1	1, 2, 4, 6, 9-11, 14, 16
Y		3, 7
Y	US 747900 A (WARNER) 22. Dezember 1903 (22.12.1903) Fig. 2, 8, 9, Seite 1 Zeilen 47-80	3, 7
X	EP 2687707 A2 (WÄRTSILÄ SCHWEIZ AG) 22. Januar 2014 (22.01.2014) Fig. 6A-10B, Zusammenfassung, Absätze [0047]-[0058]	1, 2, 4-6, 8-11, 14, 16
X	DE 102005020261 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG) 09. November 2006 (09.11.2006) Fig. 3, Absatz [0027] Sätze 5, 6, Absätze [0032]-[0035], Ansprüche 1-3, 7, 8, 11, 12	1, 9-11, 14, 16
A	Absatz [0032], viertletzter Satz	5
X	GB 190419076 A (SCOTT) 18. Mai 1905 (18.05.1905) (identisch GB 19076) Fig. 1, 3, Seite 3 Zeilen 23-27	1, 2, 4, 6, 9
A	US 2014238526 A1 (TARDY ET AL.) 28. August 2014 (28.08.2014) Fig. 2, 7, 8, Absätze [0066], [0067]	1, 4, 6
A	US 179781 A (GAYLORD) 11. Juli 1876 (11.07.1876) Fig. 1-4, Figurenbeschreibung	1, 7
A	CN 103538281 A (UNIV NINGBO) 29. Januar 2014 (29.01.2014) Fig. 1, Absatz [0013]	2, 3

Datum der Beendigung der Recherche:	Seite 1 von 1	Prüfer(in):
05.05.2017		EHRENDORFER Kurt

*) **Kategorien** der angeführten Dokumente:

X Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.

Y Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

A Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.

P Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.

E Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**" hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).

& Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.