



(10) **AT 517100 A4 2016-11-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50723/2015 (51) Int. Cl.: **F16C 7/06** (2006.01)
 (22) Anmeldetag: 14.08.2015 **F02B 75/04** (2006.01)
 (43) Veröffentlicht am: 15.11.2016 **F02D 15/02** (2006.01)

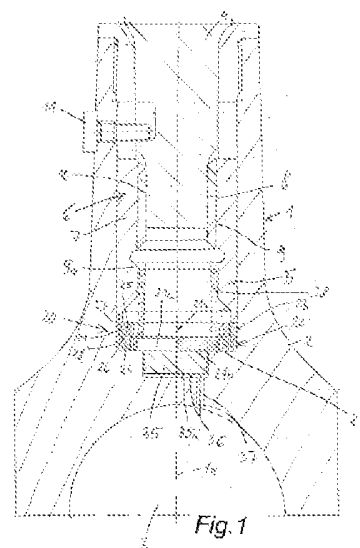
(56) Entgegenhaltungen:
 US 1784192 A
 WO 2006115898 A1
 US 5406911 A
 GB 441666 A
 DE 4226361 A1

(71) Patentanmelder:
 AVL List GmbH
 8020 Graz (AT)
 (72) Erfinder:
 Melde-Tuczai Helmut Dipl.Ing.
 8042 Graz (AT)
 Hödl Bernhard
 8051 Graz (AT)
 Huemer Hubert Andreas
 8010 Graz (AT)

(74) Vertreter:
 Babeluk Michael
 1080 Wien (AT)

(54) **LÄNGENVERSTELLBARE PLEUELSTANGE**

(57) Die Erfindung betrifft eine längenverstellbare Pleuelstange (1) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Brennkraftmaschine, mit zumindest einem ersten Stangenteil (2) und einem zweiten Stangenteil (4), welche beiden Stangenteile (2, 4) relativ zueinander über ein Schraubgetriebe (6) in Richtung der Längsachse (1a) der Pleuelstange (1) verschiebbar sind, wobei das Schraubgetriebe (6) zumindest einen ersten Getriebeteil (7) und einen mit dem ersten Getriebeteil (7) im Eingriff stehenden zweiten Getriebeteil (8) aufweist, wobei der erste Getriebeteil (7) als Spindelmutter (9) bzw. Gewindespindel (10) und der zweite Getriebeteil (8) als Gewindespindel (10) bzw. als Spindelmutter (9) ausgebildet ist. Auf möglichst einfache Weise eine Veränderung des Verdichtungsverhältnisses bei einer Hubkolbenmaschine zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass das Schraubgetriebe (6) über zumindest einen mindestens ein Schwingelement (21) aufweisenden Aktuator (20) betätigbar ist, wobei das Schwingelement (21) um eine Drehachse (21a) drehbar im ersten Stangenteil (2) gelagert ist und wobei das Schwingelement (21) mit dem ersten Getriebeteil (7) drehverbindbar ist.



Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft eine längenverstellbare Pleuelstange (1) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Brennkraftmaschine, mit zumindest einem ersten Stangenteil (2) und einem zweiten Stangenteil (4), welche beiden Stangenteile (2, 4) relativ zueinander über ein Schraubgetriebe (6) in Richtung der Längsachse (1a) der Pleuelstange (1) verschiebbar sind, wobei das Schraubgetriebe (6) zumindest einen ersten Getriebeteil (7) und einen mit dem ersten Getriebeteil (7) im Eingriff stehenden zweiten Getriebeteil (8) aufweist, wobei der erste Getriebeteil (7) als Spindelmutter (9) bzw. Gewindespindel (10) und der zweite Getriebeteil (8) als Gewindespindel (10) bzw. als Spindelmutter (9) ausgebildet ist.

Auf möglichst einfache Weise eine Veränderung des Verdichtungsverhältnisses bei einer Hubkolbenmaschine zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass das Schraubgetriebe (6) über zumindest einen mindestens ein Schwingelement (21) aufweisenden Aktuator (20) betätigbar ist, wobei das Schwingelement (21) um eine Drehachse (21a) drehbar im ersten Stangenteil (2) gelagert ist und wobei das Schwingelement (21) mit dem ersten Getriebeteil (7) drehverbindbar ist.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine längenverstellbare Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Brennkraftmaschine, mit zumindest einem ersten Stangenteil und einem zweiten Stangenteil, welche beiden Stangenteile über ein Schraubgetriebe in Richtung der Längsachse der Pleuelstange verschiebbar sind, wobei das Schraubgetriebe zumindest einen ersten Getriebeteil und einen mit dem ersten Getriebeteil im Eingriff stehenden zweiten Getriebeteil aufweist, wobei der erste Getriebeteil als Gewindespindel oder als Spindelmutter und der zweite Getriebeteil als Spindelmutter bzw. Gewindespindel ausgebildet ist.

Aus den Druckschriften WO 06/115898 A1, US 5 406 911 A, GB 441 666 A ist es bekannt, die Länge von Pleuelstangen mechanisch durch eine Schraubgetriebe zu verstellen. Dabei wird jeweils der Kolben über sein verzahntes Kolbenhemd bzw. über ein Gewinde im Bereich des Kolbenhemdes verdreht.

Weiters ist es aus der DE 42 26 361 A1 eine Brennkraftmaschine mit verstellbarer Verdichtung bekannt, bei der die Endstellung des Kolbens veränderbar ist. Die Veränderung des Kolbens wird durch ein verstellbares Kurbelwellenlager oder durch ein verstellbares Hubzapfenlager erreicht, wobei die Verstellung durch einen Exzenter bewirkt wird, welcher mindestens einen radial vorstehenden Kolben aufweist, der in einer radialen Erweiterung des Exzenterscheibenlagers hydraulisch verschiebbar ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, auf möglichst einfache Weise eine Veränderung des Verdichtungsverhältnisses bei einer Hubkolbenmaschine zu ermöglichen.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass das Schraubgetriebe über zumindest einen mindestens ein Schwingelement aufweisenden Aktuator betätigbar ist, wobei das Schwingelement um eine Drehachse drehbar im ersten Stangenteil gelagert ist und wobei das Schwingelement mit dem ersten Getriebeteil drehverbindbar ist.

Die Betätigung des Schraubgetriebes erfolgt durch die Massenträgheit des Schwingelements, dessen Schwerpunkt bevorzugt exzentrisch in Bezug auf die Drehachse ausgebildet ist.

Das Schwingelement erfährt während einer Kurbelwellenumdrehung wechselnde Beschleunigungskräfte, welche bewirken, dass das Schwingelement in Folge der Massenträgheit um die Drehachse gedreht wird. Die Drehung des Schwingelements um die Drehachse wird genutzt, um die Spindelmutter bzw. die Gewindespindel zu verdrehen und somit die Pleuelstange zu verlängern oder zu verkürzen.

Die Drehachse des Schwingelements ist dabei günstiger Weise achsgleich mit der Längsachse der Pleuelstange ausgebildet.

Um eine Verkürzung oder eine Verlängerung der Pleuelstange bewirken zu können, ist in einer bevorzugten Ausführung der Erfindung vorgesehen, dass das Schwingelement über zumindest ein erstes mechanisches Kupplungselement mit dem ersten Getriebeteil drehverbindbar ist, wobei vorzugsweise das erste mechanische Kupplungselement durch eine erste Freilaufvorrichtung gebildet ist, welche in einer ersten Drehrichtung des Schwingelements die Drehverbindung zum ersten Getriebeteil herstellt und in einer der ersten Drehrichtung entgegen gerichteten zweiten Drehrichtung unterbricht. Durch die Freilaufvorrichtung ist die Verstellrichtung der Pleuelstange zu Folge der Bewegung des Schwingelements vorgegeben.

Um auch in der Gegenrichtung eine Verstellung der Pleuelstange durch die Drehung des Schwingelements zu ermöglichen, ist in einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung vorgesehen, dass das Schwingelement über zumindest ein zweites mechanisches Kupplungselement mit dem ersten Getriebeteil drehverbindbar ist, wobei vorzugsweise das zweite mechanische Kupplungselement durch eine zweite Freilaufvorrichtung gebildet ist, welche in einer zweiten Drehrichtung des Schwingelements die Drehverbindung zum ersten Getriebeteil herstellt und in einer der zweiten Drehrichtung entgegen gerichteten ersten Drehrichtung unterbricht. Somit lässt sich die Bewegung des Schwingelements sowohl für eine Verlängerung, als auch für eine Verkürzung der Pleuelstange nützen.

Die erste Freilaufkupplung und die zweite Freilaufvorrichtung können dabei als spiegelsymmetrische Bauteile ausgeführt sein bzw. zu spiegelsymmetrischen Bauteilen – mit gleichen Komponenten - zusammengebaut sein.

Zur Verbindung mit den Kupplungselementen weist das Schwingelement vorzugsweise an seinem im Wesentlichen zylindrischen äußeren Umfang eine Außenverzahnung auf, welche mit einer an einem inneren Umfang des ersten und/oder zweiten Kupplungselementes angeordneten ersten bzw. zweiten Innenverzahnung korrespondiert. Das Drehmoment des Schwingelements wird über die Außen- bzw. Innenverzahnung an das jeweilige Kupplungselement übertragen.

In einer sehr kompakten Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass zumindest ein Kupplungselement einen die erste bzw. zweite Verzahnung tragenden Innenring und einen Außenring aufweist, welcher mit dem ersten Getriebeelement drehfest verbunden ist, wobei Innenring und Außenring relativ zueinander in der ersten bzw. zweiten Drehrichtung verdrehbar gelagert sind, wobei vorzugsweise die Außenringe der beiden Kupplungselemente miteinander drehfest verbunden sind.

Um wahlweise ein Verkürzen oder Verlängern der Pleuelstange zu initiieren, ist es besonders vorteilhaft, wenn das Schwingelement in Richtung seiner Drehachse verschiebbar gelagert ist, wobei vorzugsweise die Außenverzahnung des Schwingelements durch axiales Verschieben des Schwingelements alternativ mit der ersten Innenverzahnung oder der zweiten Innenverzahnung in Zahneingriff bringbar ist.

Um den Kolben und damit das Schwingelement axial zu verschieben, können unterschiedlichste Betätigungsmechanismen eingesetzt werden. Eine besonders bevorzugte Ausführung der Erfindung sieht zur Verschiebung des Schwingelements vor, dass der Aktuator einen mit dem Schwingelement an einer Stirnseite verbundenen oder einstückig mit diesem ausgebildeten Kolben aufweist, welcher an einen Druckraum grenzt, in den zumindest eine Druckölleitung einmündet, wobei der Kolben - vorzugsweise entgegen einer Rückstellkraft - durch Druckerhöhung im Druckraum auslenkbar ist. Somit kann der Kolben und damit das Schwingelement durch Druckerhöhung im Druckraum hydraulisch entgegen der Rückstellkraft ausgelenkt werden, wodurch das Schwingelement zwischen den Kupplungselementen umgeschaltet werden kann. Das Zurückschieben des Schwingelements in die Ausgangslage erfolgt durch einfaches druckentlasten des Druckraumes, wodurch die Rückstellfeder, welche die Rückstellkraft erzeugt, das Schwingelement bzw. den Kolben wieder in seine Ausgangslage zurückbringt.

Um insbesondere bei Kaltstart der Brennkraftmaschine ein Verstellen der Pleuelstange in Richtung kürzerer Pleuellänge zu vermeiden, ist es vorteilhaft, wenn in der Druckölleitung ein temperatursensitives Durchflussteuerelement angeordnet ist.

Die Erfindung wird im Folgenden an Hand der nicht einschränkenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Pleuelstange in einem Längsschnitt,

Fig. 2 einen Außenring eines Kupplungselementes in einer Draufsicht,

Fig. 3 einen Innenring eines Kupplungselementes in einer Draufsicht,

Fig. 4 ein Schwingelement in einer Draufsicht,

Fig. 5 einen Kupplungsteil in einer Draufsicht,

Fig. 6 einen Kupplungsteil samt Schwingelement in einer Draufsicht,

Fig. 7 einen Aktuator in einer Explosionsdarstellung,

Fig. 8 diesen Aktuator in einer Schrägansicht,

Fig. 9 eine erfindungsgemäße Pleuelstange in einer Ausführungsvariante,

Fig. 10 ein temperatursensitives Durchflussteuerelement in einer kalten Betriebsstellung und

Fig. 11 das temperatursensitive Durchflussteuerelement in einer warmen Betriebsstellung.

Die Fig. 1 zeigt eine längenverstellbare Pleuelstange 1 für eine Hubkolbenmaschine, beispielsweise eine Brennkraftmaschine.

Die Pleuelstange 1 weist einen ersten Stangenteil 2 im Bereich eines großen Pleuelauges 3 und einen zweiten Stangenteil 4 im Bereich eines nicht weiter ersichtlichen kleinen Pleuelauges auf, wobei das große Pleuelauge 3 ein Kurbelzapfenlager zur Verbindung mit einer nicht weiter dargestellten Kurbelwelle und das kleine Pleuelauge ein Kolbenbolzenlager zur Verbindung mit einem nicht weiter dargestellten Kolben ausbilden.

Die beiden Stangenteile 2, 4 können über ein erstes Schraubgetriebe 6 relativ zueinander in Richtung der Längsachse 1a der Pleuelstange 1 verschoben werden. Das Schraubgetriebe 6 weist einen ersten Getriebeteil 7 und einen mit dem ersten Getriebeteil 7 im Eingriff stehenden zweiten Getriebeteil 8 auf, wobei einer der beiden Getriebeteile 7, 8 als Spindelmutter 9 und der andere Getriebeteil 8, 7 als Gewindespindel 10 ausgebildet ist. Bei den dargestellten Ausführungsvarianten ist der erste Getriebeteil 7 als hülsenartige Spindelmutter 9 und der zweite Getriebeteil 8 als Gewindespindel 10 ausgebildet.

Die im durch den ersten Stangenteil 2 gebildeten Führungszylinder 5 drehbar, aber axial unverschiebbar gelagerte Spindelmutter 9 weist an ihrer Innenseite Wirkflächen mit einer Steigung auf, welche von der Längsachse 1a der Pleuelstange 1 beabstandet sind und welche als Innenschraubengewinde mit einem Gewindegang oder mehreren Gewindegängen, oder als Innenschrägverzahnung ausgebildet sind. Korrespondierend dazu weist die Gewindespindel 10 an ihrer Außenseite entsprechende Wirkflächen mit einer Steigung auf, welche von der Längsachse 1a der Pleuelstange 3 beabstandet sind und welche als Außenschraubengewinde mit einem Gewindegang oder mehreren Gewindegängen, oder als Außenschrägverzahnung ausgebildet sind. Das Gewinde kann selbsthemmend ausgebildet sein. Der Begriff „Gewinde“ (beispielsweise in Gewindespindel) wird hier generell sowohl für Schraubengewinde, als auch für Schrägverzahnungen verwendet und deckt somit beide Ausbildungen ab.

Der erste Getriebeteil 7 des Schraubgetriebes 6 ist drehbar, aber axial unverschiebbar im ersten Stangenteil 2 gelagert. Der zweite Getriebeteil 8 des Schraubgetriebes 6 ist in Richtung der Längsachse 1a verschiebbar, aber drehfest im ersten Stangenteil 3 gelagert. Der zweite Getriebeteil 8 ist dabei mit dem zweiten Stangenteil 4 fest verbunden oder integral mit diesem ausgeführt. Die Sicherung gegen Verdrehen des zweiten Getriebeteils 8 erfolgt über die

Verdrehsicherung 11, welche zugleich eine Hubbegrenzung für den zweiten Stangenteil 4 bildet. Die Verdrehsicherung 11 kann durch eine einfache Schraube gebildet sein, welche quer zur Längsachse 1a im ersten Stangenteil 2 eingeschraubt ist.

Zur Betätigung des Schraubgetriebes 6 ist in der Pleuelstange 1 ein Aktuator 20 angeordnet. Der Aktuator 20 weist ein Schwingelement 21 auf, welche um eine Drehachse 21a drehbar und entlang dieser verschiebbar im ersten Stangenteil 2 gelagert ist. Das Schwingelement 21 ist im Wesentlichen als zylindrisch geformte Scheibe ausgebildet, welche in Bezug zur Drehachse 21a einen exzentrischen Schwerpunkt S aufweist. Die Drehachse 21a ist achsgleich zur Längsachse 1a der Pleuelstange 1 angeordnet. Das Schwingelement 21 kann über ein mechanisches erstes Kupplungselement 22 und ein mechanisches zweites Kupplungselement 23 mit dem ersten Getriebeteil 7 drehverbunden werden. Die Kupplungselemente 22, 23 sind als Freilaufvorrichtungen ausgebildet, was bedeutet, dass sie in einer Drehrichtung die Drehverbindung zwischen dem Schwingelement 21 und dem ersten Getriebeelement 7 herstellen und in der entgegengesetzten Drehrichtung unterbrechen. Das durch eine erste Freilaufvorrichtung gebildete erste Kupplungselement 22 stellt in einer ersten Drehrichtung R1 des Schwingelements 21 die Drehverbindung zum ersten Getriebeteil 7 her und unterbricht diese Drehverbindung in einer der ersten Drehrichtung R1 entgegen gerichteten zweiten Drehrichtung R2. Das durch eine zweite Freilaufvorrichtung gebildete zweite Kupplungselement 23 stellt in der zweiten Drehrichtung R2 des Schwingelements 21 die Drehverbindung zum ersten Getriebeteil 7 her und unterbricht die Drehverbindung in einer der zweiten Drehrichtung R2 entgegen gerichteten ersten Drehrichtung R1. Das erste Kupplungselement 22 und das zweite Kupplungselement 23 können im Wesentlichen spiegelbildlich ausgebildet sein.

Wie in den Fig. 2 bis 8 gezeigt ist, weist jedes der Kupplungselemente 22, 23 jeweils einen Innenring 24, 25 und einen Außenring 26, 27, sowie ein zwischen den beiden Ringen angeordnetes Sperrelement 28, 29 auf, welches in einem von Rampenflächen 30a, 30b begrenzten Hohlraum 30 zwischen jeweils einen Innenring 24, 25 und jeweils einem Außenring 26, 27 angeordnet ist. Jeder der ersten bzw. zweiten Innenringe 24, 25 weist eine erste bzw. zweite Innenverzahnung 32, 33 auf. Das Schwingelement 21 ist innerhalb der Innenringe 24, 25 axial verschiebbar angeordnet. Das Schwingelement 21 weist dabei an seinem zylindrischen

Außenumfang eine Außenverzahnung 34 auf, welche mit den ersten und zweiten Innenverzahnungen 32, 33 der Innenringe 24, 25 korrespondiert, wie aus Fig. 7 hervorgeht. Jeder der Außenringe 26, 27 weist zumindest einen vorspringenden Mitnehmer 26a, 27a auf. Die ersten und zweiten Kupplungselemente 22, 23 sind koaxial übereinander angeordnet, wobei die ersten Mitnehmer 26a des ersten Außenringes 26 in entsprechende Ausnehmungen 27b des zweiten Außenrings 27 formschlüssig eingreifen. Die zweiten Mitnehmer 27a des zweiten Außenrings 27 greifen in entsprechende Ausnehmungen 7b des ersten Getriebeelementes 7 formschlüssig ein. Somit sind alle Außenringe 26, 27 mit dem ersten Getriebeelement 7 drehfest verbunden.

Wie in den Figuren 1, 7 und 8 dargestellt ist, grenzt das Schwingelement 21 mit der dem großen Pleuelauge 3 zugewandten Stirnseite 21b an einen Kolben 35, dessen Stirnfläche 34a an einen Druckraum 36 grenzt. In den Druckraum 36 mündet eine Druckölleitung 37 ein.

Die Drehung der Spindelmutter 9, um eine Verlängerung oder Verkürzung der Pleuelstange 1 zu bewirken, wird wie folgt erzielt:

Zwischen dem unteren, dem großen Pleuelauge 3 zugewandten Ende der Spindelmutter 9 und dem - in Fig. 1 betrachtet - unteren Ende des Führungszylinders 5 des ersten Stangenteils 2 sind - in Richtung der Längsachse 1a der Pleuelstange 1 gesehen - nacheinander das erste und ein zweites Kupplungselement 22, 23 angeordnet, welche als Freilaufvorrichtungen ausgebildet sind. Innerhalb der Freilaufvorrichtungen ist die schwingfähige Schwingelement 21 angeordnet, welche mittels eines Kolbens 35, der gegen eine Feder 38 wirkt, entlang der Längsachse 1a der Pleuelstange 1 so beweglich gelagert ist, dass das Schwingelement 21 seine Schwingungen und damit Drehbewegungen entweder auf das erste oder das zweite Kupplungselement 22, 23 überträgt.

Die Kupplungselemente 22, 23 sind miteinander und auch mit der Spindelmutter 9 über die Mitnehmer 26a, 27a drehfest gekoppelt. Damit wird die Spindelmutter 9 durch das Schwingelement 21 gedreht und die Pleuelstange 1 verlängert oder verkürzt. Die durch die Kupplungselemente 22, 23 gebildeten Freilaufvorrichtungen weisen jeweils konzentrische Ringe, einen Innenring 24, 25 und einen Außenring 26, 27 auf, die über in entsprechenden Hohlräumen 30 gelagerte Sperrelemente 28, 29 – beispielsweise eine Kugel - gekoppelt sind. Die Hohlräume 30 sind im

Ausführungsbeispiel durch Vertiefungen an den Außenumfängen der Innenringe 24, 25 und an den Innenumfängen der Außenringe 26, 27 gebildet. Dabei sind jeweils zwei einander gegenüberliegend angeordnete Mitnehmer 26a, 27a am Außenring 26, 27 jedes Kupplungselementes 22, 23 vorgesehen.

Die innere Mantelfläche jedes Innenringes 24, 25 ist mit einer Innenverzahnung 32, 33 versehen. Die äußere Mantelfläche des Schwingelements 21 ist mit einer Außenverzahnung 34 versehen, die mit der Innenverzahnung 32, 33 des ersten oder zweiten Innenringes 24, 25 zusammen wirkt.

Bewegt sich der Innenring 24, 25 in eine Drehrichtung R1, R2 um die Drehachse 21a, beispielsweise im Uhrzeigersinn, wird das entsprechende Sperrelement 28, 29 geklemmt und die Drehung auf den entsprechenden Außenring 26, 27 übertragen. Eine Drehung in die entgegengesetzte Drehrichtung R2, R1 gibt das Sperrelement 28, 29 frei und wird dementsprechend nicht übertragen.

Das Schwingelement 21 ist als Scheibe mit einer Ausnehmung 21c ausgeführt, die – in einer Projektion in Richtung der Drehachse 21a betrachtet - etwas weniger als die halbe Fläche eines durch die Außenkontur des Schwingelements 21 gebildeten Kreises einnimmt. Aufgrund dessen weist das Schwingelement 21 einen Schwerpunkt S auf, der um den Wert e außerhalb des Mittelpunkts M dieses Kreises mit dem Radius r liegt. Aufgrund der Exzentrizität e des Schwerpunkts S des Schwingelements 21 wird es durch die im Betrieb auftretenden Bewegungen der Pleuelstange 1 bei jedem oberen Totpunkt der Pleuelstange 1 in Schwingung versetzt und schwingt auf einer Kreisbahn um die Längsachse 1a der Pleuelstange 1.

Dabei wirkt auf das Schwingelement die Kraft $F = m \cdot \omega^2 \cdot e$ und ein Drehmoment $M = r \cdot m \cdot \omega^2 \cdot e$, mit der Masse m des Schwingelements 21 und der Winkelgeschwindigkeit ω . Damit ergibt sich bei einer Drehzahl von 1000 U/min eine Schwingfrequenz von 100 1/s. Die Schwingungen werden über die Außenverzahnung 34 und die Innenverzahnung 32, bzw. 33 an den jeweiligen Innenring 24 bzw. 25 übertragen. Je nach Schwingungsrichtung dreht sich der erste Außenring 26 oder der zweite Außenring 27 mit oder nicht.

Um nun für zwei unterschiedliche Drehrichtungen R1, R2 der Kupplungselemente 22, 23 eine Verlängerung bzw. Verkürzung der Pleuelstange 1 - erzielen zu können,

sind zwei übereinander angeordnete Kupplungselemente 22, 23 vorgesehen, die jeweils bei entgegengesetzten Drehrichtungen R1, R2 klemmen: Wird also der erste Innenring 24 des ersten Kupplungselements 22 zum Beispiel in einer ersten Drehrichtung R1 entgegen dem im Uhrzeigersinn bewegt, wird die das erste Sperrelement 28 bildende Kugel geklemmt und der erste Außenring 26 bewegt sich mit. Wird der zweite Innenring 25 des zweiten Kupplungselementes 23 ebenso entgegen dem Uhrzeigersinn bewegt, wird die Drehbewegung allerdings nicht an den zweiten Außenring 27 weitergegeben, da das zweite Sperrelement 29 nicht geklemmt ist. Analoges gilt für die entgegengesetzte zweite Drehrichtung R2, bei der das erste Kupplungselement 22 geöffnet und das zweite Kupplungselement 23 durch Klemmen des zweiten Sperrelementes 29 geschlossen ist.

Das Schwingelement 21 kann entlang der Längsachse 1a verschoben werden, so dass die Außenverzahnung 34 des Schwingelementes 21 entweder mit der ersten Innenverzahnung 32 des ersten Innenringes 24 des ersten Kupplungselements 22 oder mit der zweiten Innenverzahnung 33 des zweiten Innenringes 25 des zweiten Kupplungselementes 23 in Eingriff kommt.

Die Verschiebung wird einerseits durch einen Kolben 35 erzielt, der auf der Seite des großen Pleuelauges 3 des Schwingelementes 21 in Richtung des kleinen Pleuelauges durch Erhöhen des Öldrucks im Druckraum 36 bewegt werden kann. Auf der Seite dem großen Pleuelauge 3 abgewandten Seite des Kolbens 35 bzw. des Schwingelementes 21 ist eine Feder 38 vorgesehen, die an Schultern 9a in der Spindelmutter 9 aufsitzend gegen die Kraft des Kolbens 35 auf das Schwingelement 21 drückt. Ein Verschieben des Schwingelementes 21 vom ersten in das zweite Kupplungselement 22, 23 erfolgt durch die Massenkraft der bewegten Pleuelstange 1 und den Öldruck. Das Rückverschieben vom zweiten in das erste Kupplungselement 23, 22 erfolgt durch Massenkraft und Federdruck der Feder 38.

In der in Fig. 1 gezeigten Stellung befindet sich das untere erste Kupplungselement 22 im Eingriff, der Öldruck im Druckraum 36 aus dem Pleuellager ist niedrig und die Pleuelstange 1 hat ihre maximale Länge eingenommen. Die Freilaufvorrichtung des ersten Kupplungselementes 22 überträgt nur jenes Drehmoment welches in eine die Pleuelstange 1 verlängernde erste Drehrichtung R1 wirkt. Die zweite Kupplungseinrichtung wird frei mitgedreht. Durch die hin und her schwingende Pleuelstange 1 entsteht durch die exzentrische Masse des Schwingelementes 21 ein

Drehmoment, das das erste Kupplungselement 22 entsprechen verdreht. Durch die ersten und zweiten Mitnehmer 26a, 27a wird dieses Drehmoment auf die Spindelmutter 9 übertragen und die Pleuelstange 1 somit bis zum durch die Verdrehsicherung 11 definierten Anschlag verlängert.

Das dabei erzeugte Drehmoment ist drehzahlabhängig und erheblich höher als ein von einem hydraulischen Drehschieber erzielte Drehmoment.

Wenn nun der Öldruck im Druckraum erhöht wird, drückt der Kolben 35 in Fig. 1 nach oben in Richtung des kleinen Pleuelauges und überwindet die Federkraft der Feder 38 - das Schwingelement 21 kommt mit der zweiten Innenverzahnung 33 des zweiten Innenringes 25 des zweiten Kupplungselementes 23 in Eingriff. Die Freilaufvorrichtung des zweiten Kupplungselementes 23 sperrt in einer Drehrichtung R2, welche der sperrenden Drehrichtung R1 des ersten Kupplungselementes 22 entgegengesetzt ist. Somit wird die Spindelmutter 9 in die Gegenrichtung verdreht und die Pleuelstange 1 verkürzt.

Die Fig. 9 bis 11 zeigen eine Ausführungsvariante der Erfindung, bei der im Bereich der Druckölleitung 37 ein temperatursensitives Durchflussteuerelement 39 angeordnet ist, welches bei Kaltstart die Druckölleitung 37 sperrt (Fig. 10) und ab einer definierten Betriebstemperatur wieder freigibt (Fig. 11). Dadurch kann bei einem Kaltstart ein Verkürzen der Pleuelstange 1 verhindert werden. Das temperatursensitive Durchflussteuerelement 39 kann dabei ein Dehnstoffelement 40, beispielsweise mit Wachs als Dehnstoff, aufweisen, welches ein Stangenförmigen Ventilkörper 41 entgegen der Kraft einer Rückstellfeder 42 quer zur Druckölleitung 37 verschiebt. Der Ventilkörper 41 weist dabei beispielsweise eine Ringnut 42 auf, welche in der in Fig. 11 dargestellten Freigabestellung den Durchfluss durch die Druckölleitung 37 ermöglicht.

Mit der beschriebenen Lösung ist eine Längenverstellung unbeeinflusst von Fliehkräften und ohne aufwändige Hydraulik möglich. Außerdem ist der Aufbau relativ einfach und es lassen sich rasche Verstellungen der Pleuellänge der Pleuelstange 1 realisieren, da ein höheres Drehmoment übertragbar ist.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Längenverstellbare Pleuelstange (1) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Brennkraftmaschine, mit zumindest einem ersten Stangenteil (2) und einem zweiten Stangenteil (4), welche beiden Stangenteile (2, 4) relativ zueinander über ein Schraubgetriebe (6) in Richtung der Längsachse (1a) der Pleuelstange (1) verschiebbar sind, wobei das Schraubgetriebe (6) zumindest einen ersten Getriebeteil (7) und einen mit dem ersten Getriebeteil (7) im Eingriff stehenden zweiten Getriebeteil (8) aufweist, wobei der erste Getriebeteil (7) als Spindelmutter (9) bzw. Gewindespindel (10) und der zweite Getriebeteil (8) als Gewindespindel (10) bzw. als Spindelmutter (9) ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Schraubgetriebe (6) über zumindest einen mindestens ein Schwingelement (21) aufweisenden Aktuator (20) betätigbar ist, wobei das Schwingelement (21) um eine Drehachse (21a) drehbar im ersten Stangenteil (2) gelagert ist und wobei das Schwingelement (21) mit dem ersten Getriebeteil (7) drehverbindbar ist.
2. Pleuelstange (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwingelement (21) über zumindest ein vorzugsweise mechanisches erstes Kupplungselement (22) mit dem ersten Getriebeteil (7) drehverbindbar ist, wobei vorzugsweise das erste Kupplungselement (22) durch eine erste Freilaufvorrichtung gebildet ist, welche in einer ersten Drehrichtung (R1) des Schwingelements (21) die Drehverbindung zum ersten Getriebeteil (7) herstellt und in einer der ersten Drehrichtung (R1) entgegen gerichteten zweiten Drehrichtung (R2) unterbricht.
3. Pleuelstange (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwingelement (21) über zumindest ein vorzugsweise mechanisches zweites Kupplungselement (23) mit dem ersten Getriebeteil (7) drehverbindbar ist, wobei vorzugsweise das zweite Kupplungselement (23) durch eine zweite Freilaufvorrichtung gebildet ist, welche in einer zweiten Drehrichtung (R2) des Schwingelements (21) die Drehverbindung zum ersten Getriebeteil (7) herstellt und in einer der zweiten Drehrichtung (R2) entgegen gerichteten ersten Drehrichtung (R1) unterbricht.

4. Pleuelstange (1) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwingelement (21) an ihrem im Wesentlichen zylindrischen äußeren Umfang eine Außenverzahnung (34) aufweist, welche mit einer an einem inneren Umfang des ersten und/oder zweiten Kupplungselementes (22, 23) angeordneten ersten bzw. zweiten Innenverzahnung (32, 33) korrespondiert.
5. Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwingelement (21) in Richtung seiner Drehachse (21a) verschiebbar gelagert ist.
6. Pleuelstange (1) nach Anspruche 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Außenverzahnung (34) des Schwingelements (21) durch axiales Verschieben des Schwingelements (21) alternativ mit der ersten Innenverzahnung (32) oder der zweiten Innenverzahnung (33) in Zahneingriff bringbar ist.
7. Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (20) einen mit dem Schwingelement (21) an einer Stirnseite (21b) verbundenen oder einstückig mit diesem ausgebildeten Kolben (35) aufweist, welcher an einen Druckraum (36) grenzt, in den zumindest eine Druckölleitung (37) einmündet, wobei der Kolben (35) - vorzugsweise entgegen einer Rückstellkraft - durch Druckerhöhung im Druckraum (36) auslenkbar ist.
8. Pleuelstange (1) nach Anspruche 7, dadurch gekennzeichnet, dass in der Druckölleitung (37) ein temperatursensitives Durchflussteuerelement (39) angeordnet ist.
9. Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwingelement (21) einen exzentrischen Schwerpunkt (S) in Bezug auf seine Drehachse (21a) aufweist.
10. Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehachse (21a) des Schwingelements (21) achsgleich mit der Längsachse (1a) der Pleuelstange (1) ausgebildet ist.
11. Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Kupplungselement (22, 23) einen die

erste bzw. zweite Verzahnung (32, 33) tragenden Innenring (24, 25) und einen Außenring (26, 27) aufweist, welcher mit dem ersten Getriebeelement (7) drehfest verbunden ist, wobei Innenring (24, 25) und Außenring (26, 27) relativ zueinander in der ersten bzw. zweiten Drehrichtung (R1, R2) verdrehbar gelagert sind, wobei vorzugsweise die Außenringe (26, 27) der beiden Kupplungselemente (22, 23) miteinander drehfest verbunden sind.

12. Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Schraubgetriebe (6) selbsthemmend ausgebildet ist.

2015 08 14

Fu

