(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 093 388 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
08.10.2014 Patentblatt 2014/41

(51) Int Cl.:
F01L 1/344 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **08101750.1**

(22) Anmeldetag: **19.02.2008**

(54) **Verstelleinrichtung für eine Brennkraftmaschine**

Cam phaser for an internal combustion engine

Déphaseur d'arbre à cames de moteur à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.08.2009 Patentblatt 2009/35

(73) Patentinhaber: **hofer mechatronik GmbH**
72622 Nürtingen (DE)

(72) Erfinder:
- **Sluka, Dipl.-Ing.(BA), Gerold**
  72622, Nürtingen (DE)
- **Heidl, Dipl.-Ing.(FH), Frank**
  73547, Lorch (DE)

(74) Vertreter: **Cremer, Christian**
Cremer & Cremer
Patentanwälte
St.-Barbara-Straße 16
89077 Ulm (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 696 107
DE-A1- 10 346 444
JP-A- 2000 110 526
US-B1- 6 799 544
US-B1- 6 814 037
US-B1- 7 228 831

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 093 388 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Verstelleinrichtung für eine Brennkraftmaschine, mit der die relative Lage einer Nockenwelle zur Beeinflussung von Steuerzeiten von Ventilen eines Ventiltriebs der Nockenwelle veränderbar ist nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Es ist eine Vorrichtung zum Verändern der Steuerzeiten von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine bekannt, DE 100 84 408 B4 (Patentinhaberin: INA-Schaeffler KG; Prioritätstag: 17.02.2000), welche Vorrichtung auf einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine festgesetzt ist. Mit der Nockenwelle fest verbunden ist ein Rotor der Vorrichtung und die Nockenwelle ragt mit einem relativ kurzen Endstück in eine Bohrung des Rotors hinein. Auf der der Nockenwelle entfernt liegenden Seite der Vorrichtung ist ein Impulsgeberrad vorgesehen, das als scheibenförmiges Formteil ausgeführt und mit einem Befestigungsflansch versehen ist. Der Befestigungsflansch ist mit einer axialen Befestigungsschraube zusammen mit dem Rotor und der Nockenwelle verschraubt.

[0003] Aus der DE 103 49 176 A1 (Anmelderin: Aisin Seiki K. K.; Prioritätstag: 22.10.2002) geht eine Ventiltaktungsregelungseinrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einem Rotor hervor, der mit einer Nockenwelle drehfest verbunden ist. Rotor und Nockenwelle arbeiten über eine Bohrung bzw. ein Nockenwellenendstück zusammen, die beide verhältnismäßig kurz sind. Auf der freien Seite des Rotors ist eine Verlängerung vorgesehen, an deren Ende eine axiale Befestigungsschraube vorgesehen ist, die zur Fixierung des Rotors auf der Nockenwelle dient. Die Verlängerung ragt mit einem zylindrischen Abschnitt in eine Bohrung hinein, wobei zwischen zylindrischem Abschnitt und Bohrung ringartige Dichtelemente vorgesehen sind.

[0004] Die DE 103 46 444 A1 (Anmelderin: DaimlerChrysler AG; Anmeldetag: 07.10.2003) zeigt zwei Ausführungsbeispiele mit einem verlängerten Rotor eines Nockenwellenverstellers. Der gestufte Rotor liegt abschnittsweise auf der hohlen Nockenwelle als Lager an, um den Nockenwellenversteller zu tragen. Hierzu sind ein Innenkörper und das Nockenwellenlager als einstückiges Bauteil ausgeführt. Die in der DE 103 46 444 A1 offenbarte Gestaltung von Nockenwellenverstellern kann gem. DE 103 46 446 A1 (Anmelderin: DaimlerChrysler AG; Anmeldetag: 07.10.2003) dahingehend weiterentwickelt werden, dass ein Einlegeteil, welches als Blechteil zu gestalten ist, in die hohle Nockenwelle gebracht wird, um hierdurch die getrennte Ölführung zu den Kammern sicherzustellen. Die Konstrukteure der zahlreichen schematisch dargestellten Ausgestaltungen mit einer Hohlnockenwelle erkannten, dass zusätzliche verstellernahe Lager notwendig sind, damit ein ausreichendes Drehmoment ohne entsprechende Verbiegung der Nockenwelle über die Nockenwelle übertragbar ist.

[0005] Ein sich zur Nockenwelle hin auffächender Rotor ist auch in den Figuren der DE 103 46 448 A1 (Anmelderin: DaimlerChrysler AG; Anmeldetag: 07.10.2003) zu sehen. Im Übrigen zeigt die Druckschrift, dass ein Zentralventil in der Nockenwelle angeordnet werden kann.

[0006] Die Idee des Zentralventils in einem endseitigen Bereich einer Hohlnockenwelle, die von einem schwenkmotorartigen Nockenwellenversteller umgriffen wird, lässt sich wenigstens bis zu der Druckschrift US 3 109 417 (Patentinhaberin: General Motors Corp., Anmeldetag: 09.01.1962) zurückverfolgen.

[0007] Der als Flügelrad bezeichnete Rotor gem. Figur 1 der DE 197 81 754 CI (Patentinhaberin: INA Wälzlager Schaeffler oHG; Prioritätstag: 15.04.1997) ist kappenartig gestaltet, sodass das Lager des Rotors ebenfalls aufgespannter die anzuschließende Nockenwelle umfasst.

[0008] Die noch unveröffentlichte Patentanmeldung der gleichen Inhaberin mit dem Amtsaktenzeichen DE 10 2006 039 371 (Anmelderin: hofer mechatronik GmbH; Anmeldetag: 18.08.2006) lehrt schon die Verwendung der verlängerten Nabe des sich aus dem Rotor ausgebildeten Fortsatzes zur bewussten Belastungsleitung der Momentenlinien und der Kraftlinien innerhalb des Rotors.

[0009] Die europäische Patentanmeldung EP 1 696 107 A1 (Anmelderin: Mechadyne PLC; Prioritätstag: 23.02.2005) zeigt einen Nockenwellenversteller mit einem inneren Schaft, der von einem äußeren Rohr umgeben ist. Eine Passage an einer Stirnseite bzw. einer Nabenseite der Nockenwelle soll den Nockenwellenversteller mit Fluid versorgen.

[0010] Die US 6 799 544 B1 (Erfinder: Ronald J. Pierik; Anmeldetag: 29.05.2003) zeigt eine Verstelleinrichtung, die durch ein oszillierendes Drehmoment des Ventiltriebs eines Motors eine Winkelpositionsveränderung erfahren soll, wobei Hydrauliköl von einer ersten in eine zweite Kammer gebracht wird. Dadurch soll ein abgeschlossenes hydraulisches System ermöglicht werden.

[0011] Ein weiteres Beispiel einer Verstelleinrichtung für Nockenwellen ist in der japanischen Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer JP 2000 110 526 A (Anmelderin: Aisin Seiki Co Ltd; Anmeldetag: 05.10.1998) gegeben, deren Ziel es ist, einen äußeren Rotor mit einem internen Rotor konzentrisch auszurichten.

[0012] Die US 6 814 037 B1 (Erfinder: Franklin R. Smith et al.; Anmeldetag: 24.06.2003) zeigt einen Phasenversteller einer Nockenwelle mit einem Verriegelungselement, das eine Verstellung blockieren kann.

[0013] Ein weiteres Beispiel eines Phasenverstellers einer Nockenwelle, der ölgesteuert ist, geht aus der US 7 228 831 B1 (Erfinder: Ryan O'Gorman et al.; Anmeldetag: 14.12.2005) hervor. Das angetriebene Ende der Nockenwellen, an dem der Phasenversteller angeordnet ist, weist einen verminderten Durchmesser auf, über den eine Hülse gesteckt ist, welche axial gerichtete, ölführende Nute in der Nockenwelle abdeckt.

[0014] Die letzten fünf genannten Druckschriften EP 1 696 107 A1, US 6 799 544 B1, JP 2000 110 526 A, US 6 814 037 B1 und US 7 228 831 B1 weisen darauf hin, dass in axialer Verlängerung der Nockenwellenachse Hydraulikleitungen anordenbar sind.

[0015] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Verstelleinrichtung für eine Brennkraftmaschine zur Änderung der relativen Lage einer Nockenwelle zu schaffen, die so miteinander verbunden sind, dass bei freier Gestaltung der Nockenwelle die auftretenden Belastungen gezielt aufgenommen werden.

[0016] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere, die Erfindung ausgestaltende Merkmale sind in den Unteransprüchen enthalten.

[0017] Die mit der Erfindung hauptsächlich erzielten Vorteile sind darin zu sehen, dass die Verstelleinrichtung sich hervorragend zur Verbindung mit einer Nockenwelle eignet, die weitgehend frei gestaltbar ist, d. h. die Nockenwelle kann auch gebauter Gattung sein. Dabei werden bspw. ein als Rohrkörper ausgeführter Schaft der Nockenwelle und die Nocken - zur Ventilbetätigung - in getrennten Fertigungsverfahren hergestellt und danach zu der eigentlichen Nockenwelle zusammengebaut. Der Rotor ist mit einer über die Breite der Verstelleinrichtung hinausragenden Verlängerung versehen, in der die Bohrung des Rotors fortgeführt ist. Diese Verlängerung ist zusammen mit dem Rotor als eine die Nockenwelle fest umschließende Nabe ausgeführt, wobei dieser feste Verbund zur Optimierung der Biegesteifigkeit der Nockenwelle beiträgt. Letzteres wird noch dadurch unterstützt, dass die Nabe des Rotors mit dem Nockenwellenlager gezielt zusammenarbeitet. Dabei ist günstig, dass die Verlängerung des Rotors in eine Lagerbohrung des Nockenwellenlagers hineinragt bzw. von besagter Lagerbohrung umgeben wird. Das Bauteil Rotor mit Verlängerung lässt sich auf einfache Weise unter Einsatz vertretbarer Mittel umsetzen. Schließlich eignen sich zur Fixierung der Nabe auf dem Rohrkörper formschlüssige, kraftschlüssige, stoffschlüssige Konstruktionen bzw. eine Kombination aus den besagten Konstruktionen.

[0018] Die Verstelleinrichtung kann in einer Brennkraftmaschine bzw. Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Ottomotortyps, verwendet werden. Eine entsprechende Brennkraftmaschine wird mit der Verstelleinrichtung ausgestattet. Die Brennkraftmaschine hat zumindest eine Kurbelwelle, zumindest eine Nockenwelle und zumindest eine entsprechende Verstelleinrichtung. Häufig kann eine entsprechende Brennkraftmaschine mehrere Nockenwellen haben. Häufig hat eine Brennkraftmaschine mit mehreren Nockenwellen auch mehrere Verstelleinrichtungen. Die Verstelleinrichtung dient dazu, die relative Lage einer Nockenwelle zu beeinflussen, insbesondere in Bezug auf eine in Antriebsverbindung stehende Antriebswelle, wie z. B. die Kurbelwelle. Die Nockenwelle hat eine geringe Biegesteifigkeit. Eine geringe Biegesteifigkeit ist zum Beispiel eine Biegesteifigkeit von 1,8 kNm^2 (bei einer Wandstärke von ca. 2 mm eines typischen Automobilstahls für die Nockenwelle). Auch gilt im Sinne der vorliegenden Erfindung eine Biegesteifigkeit von 2 000 000 $kNmm^2$ als gering. Die Biegesteifigkeit der Nockenwelle ist zu gering für die Übertragung des von außen auf die Verstelleinrichtung eingeleiteten Moments, insbesondere des Biegemoments. Die Nockenwelle alleine kann nicht freitragend das Stück zwischen Verstelleinrichtung und ihrem ersten oder sogar bis zu ihrem zweiten Lager überspannen. Die Nockenwelle ist mit einer geringeren als die notwendige Wanddicke für die Übertragung des eingeleiteten Biegemoments ausgelegt. Die Biegesteifigkeit der unverstärkten Nockenwelle ist geringer als für die Übertragung des Biegemoments aus dem Endlostrieb bzw. dem hieraus stammenden Drehmoments ausgelegt. Um das erforderliche Drehmoment zwischen Nockenwellenversteller und Nockenwelle übertragen zu können, sollte der Verband, insbesondere der Pressverband, über die Nockenwellenverstellerbreite hinaus mindestens bis zu einem Nockenwellenlager reichen, wenn die Nockenwelle selbst zu dünn ausgelegt ist. Die Verstelleinrichtung dient zur Beeinflussung von Steuerzeiten von Ventilen eines Ventiltriebs der Brennkraftmaschine und soll diese Steuerzeiten verändern können. Die Verstelleinrichtung hat einen Rotor. Der Rotor kann fest mit der Nockenwelle verbunden werden. Die Verstelleinrichtung hat einen Rotor und einen mit einer Antriebsvorrichtung zu gekoppelten Stator. Rotor und Stator arbeiten nach einem schwenkmotorartigen Prinzip. Sie werden auch gemeinsam als Flügelzellenversteller bezeichnet. Eine axiale Bohrung des Rotors dient zur Aufnahme eines Wellenabschnitts der Nockenwelle. Die Bohrung ist zur Aufnahme eines Teils der Nockenwelle bestimmt. Die axiale Bohrung des vom Stator umgebenen Rotors hat eine an wenigstens einer Seite über die Breite der Verstelleinrichtung hinausgehende axiale Verlängerung. Die Verlängerung ist axial fortgeführt. Der Rotor und die Verlängerung bilden eine die Nockenwelle umschließende Nabe. Die Nabe ist der Art gebildet, dass ein Nockenwellenlager mit der Nabe eine die Biegesteifigkeit der Nockenwelle erhöhende Längsverstärkung bildet. Als Längsverstärkung wird die zylindrische Verstärkungsrichtung entlang der Nockenwelle bezeichnet. Entlang der Längsachse der Nockenwelle, insbesondere im Endbereich der Nockenwelle, wird die Nockenwelle verstärkt und die Biegesteifigkeit erhöht.

[0019] Der zentrale Schaft, an dem sich die Nocken aufreihen, der Nockenwelle, die gebauter Art sein kann, ist mit besonders dünnen Wänden umgesetzt. Hierdurch lässt sich nach dem Aufschieben der Nocken auf den Schaft, der als Rohrkörper gestaltet ist, der Schaft zumindest im Bereich eines Nockens leichter, insbesondere mit geringerem Kraftaufwand, aufweiten und so den Nocken feststellen. Die Verformung der Nockenwelle zum Feststellen der Nocken kann hierbei mittels Dorn, Kegel oder einer hydraulischen Vorrichtung erfolgen. Es muss ein geringerer Energieeintrag in das Material der Nockenwelle vorgenommen werden.

[0020] Die axiale Verlängerung der Verstelleinrichtung kann nach einer Ausgestaltung aus einem Stück mit dem Rotor hergestellt sein.

[0021] Alternativ können die axiale Verlängerung der Verstellvorrichtung und der Rotor getrennt voneinander hergestellt sein und dann zu einer Baueinheit zusammengefasst sein.

[0022] Die von der Nabe umschlossene Nockenwelle kann einen Rohrkörper umfassen.

[0023] Die Brennkraftmaschine weist zumindest ein Nockenwellenlager auf. In der Regel sind zwei oder auch drei Nockenwellenlager vorgesehen. Häufig wird neben jedem Zylinder der Brennkraftmaschine ein Nockenwellenlager vorgesehen. Ein Nockenwellenlager für die Nockenwelle befindet sich benachbart der Nabe. Das Nockenwellenlager erstreckt sich dort. Das Nockenwellenlager und die Nabe arbeiten zur Erhöhung der Biegesteifigkeit der Nockenwelle zusammen.

[0024] Die Nabe ragt in eine Lagerbohrung des Nockenwellenlagers hinein. Die Nabe erstreckt sich somit bis zu dem Lager, insbesondere der Lagerbohrung, die sich im Inneren des Lagers befindet.

[0025] Der Rohrkörper der Nockenwelle hat über die Länge der Nockenwelle gesehen nach einer Ausgestaltung einen konstanten Außendurchmesser. Im Sinne der vorliegenden Erfindung wird auch ein solcher Außendurchmesser als konstant angesehen, der nur lokal begrenzt Eindellungen aufweist. Die Eindellungen dienen zum Beispiel für das Schrauberwerkzeug während der Montage, während der Rest der Nockenwelle gleich bleibend gestaltet ist.

[0026] In einer alternativen Ausgestaltung kann der Rohrkörper der Nockenwelle zwischen Rotor und Nockenwellenlager einen kleineren Außendurchmesser aufweisen als in einem übrigen Bereich des Rohrkörpers. Der übrige Bereich liegt jenseits der Verstelleinrichtung und er liegt jenseits des Nockenwellenlagers.

[0027] Die Fixierung der Nabe auf dem Rohrkörper kann durch Formschluss erfolgen. Der Formschluss kann zum Beispiel durch eine Verzahnung umgesetzt sein.

[0028] Alternativ oder ergänzend kann die Fixierung der Nabe auf dem Rohrkörper durch Kraftschluss erfolgen. Der Kraftschluss kann z. B. durch einen Längspressverband oder durch einen Querpressverband hergestellt sein. Der Kraftschluss erfolgt also zum Beispiel über einen Pressverband.

[0029] Wiederum alternativ oder in Ergänzung kann die Fixierung der Nabe auf dem Rohrkörper durch Stoffschluss erfolgen. Geeignete Techniken sind Schweißen, Kleben, Löten. Auch ähnliche stoffschlussbildende Herstellverfahren können gewählt werden.

[0030] Natürlich ist es möglich, die Fixierung der Nabe auf dem Rohrkörper durch eine Kombination aus Form- und Kraftschluss bzw. Form- und Stoffschluss bzw. Kraft- und Stoffschluss zu realisieren und durchzuführen.

[0031] Auf einem dem Rotor benachbart anzuordnenden Ende des Rohrkörpers ist ein zapfenartiger Einsatz in einem Innenraum des besagten Rohrkörpers vorgesehen.

[0032] Rotor und Stator sind flächige, platte Bauteile. Der Rotor und der Stator können in axialer Richtung der Nockenwelle gesehen von Schließplatten begrenzt werden.

[0033] Die Schließplatten können durch vorgefertigte Bauteile gebildet werden.

[0034] Der Innendurchmesser und der Außendurchmesser des Rohrkörpers können über die axiale Länge des besagten Rohrkörpers gesehen im Wesentlichen konstant sein. Mit einer gleich bleibenden Wandstärke für den Rohrkörper kann operiert werden.

[0035] In einer alternativen Ausführung der Nockenwelle bzw. des Teils der Nockenwelle, der den Rohrkörper bildet, kann zumindest der Innendurchmesser des Rohrkörpers über die axiale Länge des besagten Rohrkörpers gesehen gezielt an die auftretenden Belastungen der Nockenwelle angepasst sein. Die Wandstärke des Rohrkörpers ist auf die zu erwartenden Belastungen entlang seiner Erstreckung angepasst.

[0036] Die schwenkmotorartige Verstelleinrichtung, zusammen mit einer geeigneten Nockenwelle, die insbesondere in ihrer Wandstärke reduziert ist, kann in einer Brennkraftmaschine so verbaut sein, dass die Nockenwelle auf Nockenwellenlagern geführt mit einer antreibenden Welle in Verbindung steht und durch die Verstelleinrichtung die relative Lage der Nockenwelle gegenüber der antreibenden Welle, insbesondere der Kurbelwelle, verstellt und verändert werden kann. Die Verstelleinrichtung führt rotatorische Verstellbewegungen durch.

[0037] Die Verstelleinrichtung ist für das Zusammenspiel mit einem Steuerventil, das vorzugsweise zentral, also mittig angeordnet ist, gestaltet. In die in die Verstelleinrichtung aufzunehmende Nockenwelle ist wiederum das cartridgeartige Steuerventil innwandig einzusetzen. Das cartridgeartige Steuerventil umfasst also eine Hülse, aus der das Ventil seinen Namen bezieht. Das Steuerventil verstärkt die als Hohlnockenwelle gestaltete Nockenwelle. Die Spitze des Steuerventils, insbesondere das Ende des Hydraulikteils, reicht bis zu einem Nockenwellenlager. Das Steuerventil ist in die Hohlnockenwelle einzusetzen. Die Hülse des hydraulischen Teils des Ventils unterstützt die vom Rotor eingeleitete Drehmomentenübertragung. Die Hülse ist wie ein einzusetzender Zapfen, also ein zapfenartiger Einsatz, gestaltet.

[0038] Eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine mit einer erfindungsgemäßen Verstelleinrichtung hat zumindest eine Hohlnockenwelle. An der Hohlnockenwelle hängt zumindest die eine Verstelleinrichtung. Die Hohlnockenwelle ist rohrförmig. An der Hohlnockenwelle ist die schwenkmotorartige Verstelleinrichtung befestigt, die einen Rotor und einen Stator umfasst. Die rotationsartige Verstelleinrichtung ist endlings an der Nockenwelle angeordnet und sitzt dort so, dass ein Fortsatz des Rotors aus der Verstelleinrichtung hinausragt. Der Fortsatz reicht bis zu einem Nockenwellenlager bzw. er erstreckt sich bis zu dem ersten oder zweiten Nockenwellenlager. Die Hohlnockenwelle ist für das über die Verstelleinrichtung eingeleitete Drehmoment unterdimensioniert. Die Hohlnockenwelle würde durch das eingeleitete

Drehmoment verbiegen. Die Hohlnockenwelle, die durch das Aufweiten zumindest im Bereich der Nocken noch zusätzlich gestreckt ist, wird durch die weiteren an ihr befindlichen Bauteile gestärkt. Die Hohlnockenwelle wird durch zumindest ein die Hohlnockenwelle flankierendes Bauteil verstärkt. Ein flankierendes Bauteil kann ein Ventil oder ein Rotor sein. Die Hohlnockenwelle ist zusammen mit dem oder die weiteren Bauteile für das maximal zu erwartende Drehmoment ausgelegt.

[0039] Die Brennkraftmaschine ist sehr kompakt, weil das Ventil zusammen mit der Verstelleinrichtung eine kompakte Baueinheit an der Hohlnockenwelle bildet. Das Ventil hat einen eine Ventilhülse umfassenden Hydraulikteil. Der Hydraulikteil reicht bis zu einer Innenwand der Hohlnockenwelle. Die Verstelleinrichtung ist entsprechend der zuvor beschriebenen Ausführungsformen gestaltet.

[0040] Die Erfindung trägt dazu bei, dass materialsparend eine sehr kompakte, für die zu erwartenden Drehmomente optimal ausgelegte, Ventiltriebeinheit geschaffen werden kann, die in vorteilhafter Weise einen im Vergleich zu den bisher bekannten Ventiltrieben sehr leichten Ventiltrieb schafft.

[0041] Die Erfindung kann auch an Hand der nachfolgenden Gleichungen leicht nachvollzogen werden, nämlich:

Die Biegesteifigkeit lässt sich aus dem Elastizitätsmodul E und dem Trägheitsmoment I berechnen nach $B = E * I$.

[0042] Das Trägheitsmoment I bestimmt sich aus der kreisringförmigen Abmessung der parallel angeordneten Bauteile Ventilhülse, rohrförmige Nockenwelle und Rotornabe durch den jeweiligen Innenradius und den äußeren Radius. Sind die Bauteile aus ungefähr oder tatsächlich dem gleichen Material gefertigt, so kann mit der gleichen Masse gerechnet werden, zu $I = ½ * m * (r_2^2 + r_1^2)$.

[0043] Ist die Masse der Nockenwelle zu gering, so kann durch parallel verlaufende, zusätzliche, die Nockenwelle einfassende Bauteile die Nockenwelle gestärkt werden.

[0044] In der Zeichnung werden Ausführungsbeispiele der Erfindung gezeigt, die nachstehend näher beschrieben werden.

[0045] Es zeigen

Fig. 1 einen Teillängsschnitt durch eine Brennkraftmaschine im Bereich einer Nockenwelle mit der Verstelleinrichtung nach der Erfindung,

Fig. 2 eine Ansicht in Pfeilrichtung A der Fig. 1,

Fig. 3 eine Ansicht entsprechend Fig. 1 mit einer anderen Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 4 eine Einzelheit X der Fig. 1 als Schrägansicht,

Fig. 5 eine weitere Ausführungsform der Erfindung mit einem zentral angeordneten Ventil,

Fig. 6 eine Einzelheit Y der Ausführungsform nach Fig. 5.

[0046] Von einer Brennkraftmaschine 1 ist eine Nockenwelle 2 dargestellt - Fig. 1 -, die bspw. zur Betätigung von einem Brennraum der Brennkraftmaschine mit Medium versorgenden Ventilen -nicht dargestellt- eines Ventiltriebs 3 dient. An einem Ende 4 der Nockenwelle 2 ist eine Verstelleinrichtung 5 vorgesehen, mit der die relative Lage der Nockenwelle 2 veränderbar ist. Die Verstelleinrichtung 5 ist hydraulischer Bauart und umfasst einen Rotor 6 und einen Stator 7. Der Rotor 6 ist fest mit der Nockenwelle 2 verbunden, und der Stator 7 ist unter Vermittlung eines Antriebsrads 8 einer Antriebsvorrichtung mechanisch über ein Endlosglied 8' - Kette, Zahnriemen - mit einer nicht abgebildeten Kurbelwelle gekoppelt. Anstelle des Endlosglieds 8' kann auch ein Zahnradgetriebe vorgesehen sein. Zwischen Rotor 6 und Stator 7 sind nicht gezeigte Druckkammern ausgebildet, über die die Verstellung des Rotors 6 bzw. der in einem Zylinderkopf 9 - Fig. 2 - der Brennkraftmaschine 1 angeordneten Nockenwelle 2 bewerkstelligt wird. In den vom Stator 7 umgebenen Rotor 6 eingearbeitet ist eine axiale Bohrung 10, die einen Wellenabschnitt 11 der Nockenwelle 2 umgibt.

[0047] Der Rotor 6 ist mit einer über die Breite B der Verstelleinrichtung 5 hinausragenden axialen Verlängerung 12 versehen, die aus einem Stück mit dem Rotor 6 hergestellt ist; denkbar ist aber auch Verlängerung 12 und den Rotor 6 als getrennte Teile darzustellen, die nach ihrer Fertigung zu einer Baueinheit zusammengefasst werden. In der Verlängerung 12 ist die Bohrung 10 fortgeführt, und Verlängerung 12 und Bohrung 10 bilden eine den Wellenabschnitt 11 der Nockenwelle 2 fest umschließende Nabe 13.

[0048] Die von der Nabe 13 umschlossene Nockenwelle 2 umfasst einen Rohrkörper 14, auf dem Nocken 15 und 16 zur Betätigung der Ventile durch Fügen festgesetzt sind, d. h. die Nockenwelle 2 ist von gebauter Gattung - geringeres Gewicht -. Der Rohrkörper 14 und die Nocken 15 und 16 sind unabhängig voneinander produzierte Werkstücke, die dann zu der eigentlichen Nockenwelle zusammengebaut werden. Benachbart der Verstelleinrichtung 5 ist in einen

Innenraum 17 des Rohrkörpers 14 ein zapfenartiger Einsatz 18 eingebracht, der sich mit einem Zapfenkopf 19 an einer Stirnseite 20 des Rohrkörpers 14 abstützt. Der Einsatz 18 ist zentrisch hohl gebohrt und nimmt einen Ventilschieber auf - nicht abgebildet -. Der Ventilschieber dient zur Ölversorgung der Verstelleinrichtung 5.

[0049] Zur Lagerung der Nockenwelle 2 sind axial beabstandete Nockenwellenlager, wie das Nockenwellenlager 22, vorgesehen, wovon das sich aus dem Zylinderkopf 21 ausbildende Nockenwellenlager sich benachbart der Nabe 13 erstreckt. Um die Biegesteifigkeit der Nockenwelle 2 zusätzlich zu erhöhen, wirken das Nockenwellenlager am Zylinderkopf 21 und die Nabe 13 steifigkeitserhöhend zusammen. Hierzu ragt die Nabe 13 mit einem freien Ende 23 der Verlängerung 10 in eine Lagerbohrung 24 des Nockenwellenlagers des Zylinderkopfs 21 hinein, anders ausgedrückt, die Nabe 13 rotiert mit einer Außenseite 25 in der Lagerbohrung 24. Ein Innendurchmesser D_i und ein Außendurchmesser D_a des Rohrkörpers 14 der Nockenwelle 2 sind über die gesamte Länge der besagten Nockenwelle 2 im Wesentlichen konstant.

[0050] Bei einer Nockenwelle 26 - Fig. 3 -, die mit einer Verstelleinrichtung 27 versehen ist, ist ein Rohrkörper 28 vorgesehen, der in einem Bereich einer Nabe 29 eines Rotors 30 mit einem Außendurchmesser D_{ak} versehen ist, der kleiner ist als ein Außendurchmesser D_{ag} im übrigen Bereich des Rohrkörpers 28. Die Innendurchmesser D_{il} und D_{ill} sind bei diesem Ausführungsbeispiel entsprechend angepasst. Dabei kann die Wanddicke Wd des Rohrkörpers 28, über die Längserstreckung des Rohrkörpers 28 gesehen, konstant oder aber auch unterschiedlich dimensioniert sein, dergestalt, dass in letzterem Fall die Wanddicke Wd des Rohrkörper 28 - auch die des Rohrkörpers 14 - an die Belastungen der Nockenwelle 26 angepasst ist. Zur Lagerung der Nockenwelle 26 sind mit axialem Abstand NockenwellenLager 31 und 32 vorgesehen. Aufgrund der Durchmesser Konfiguration D_{ak} und D_{ag} des Rohrkörpers 28 sowie D_{aN} der Nabe 29 weisen Lagerbohrungen 33 und 34 einen gleichen Durchmesser auf, was zur Vereinfachung der mechanischen Bearbeitung dieser Lagerbohrungen 31 und 32 beiträgt.

[0051] Die Nabe 13 - und auch die Nabe 29 - sind unter Vermittlung von Formschluss mit dem Rohrkörper 14 verbunden. Hierzu dient eine Verzahnung 35 zwischen Nabe 13 und Rohrkörper 14. Es ist aber auch möglich, die Fixierung der Nabe 13 auf dem Rohrkörper 14 mittels Kraftschluss vorzunehmen, wofür sich ein Längspressverband - axiales Zusammenpressen bspw. ohne Erwärmung der Teile -, ein Querpressverband - Aufschrumpfen, und zwar durch Erwärmung der Nabe oder Abkühlung der Welle- oder dgl. eignet. Denkbar ist darüber hinaus die Nabe 13 auf dem Rohrkörper 14 stoffschlüssig, will heißen durch Schweißen, Kleben, Löten oder dgl. zu fixieren. Außerdem eignet sich ferner zur Fixierung der Nabe 13 auf dem Rohrkörper 14 eine Kombination von unterschiedlichen Verbindungskonstruktionen betreffend Form- und Kraftschluss.

[0052] Schließlich werden der Rotor 6 und der Stator 7 in axialer Richtung der Nockenwelle 2, gesehen von Schließplatten 36 und 37, begrenzt, die als vorgefertigte Bauteile ausgeführt sind. Diese Schließplatten 36 und 37 werden unter Vermittlung von Schrauben - nicht gezeigt - an der Verstelleinrichtung 5 in Lage gehalten.

[0053] Fig. 5 zeigt einen Ausschnitt aus einer Verbrennungskraftmaschine 38. Die Nockenwelle 39 ist Teil des Ventiltriebs 40. An einem der Enden 41 der Nockenwelle 39 ist eine erfindungsgemäße Verstelleinrichtung 42 angeordnet. Die Verstelleinrichtung 42 kann auf der Außenseite der Nockenwelle 39 durch eine geeignete Verbindungstechnik, wie z. B. einen Formschluss über Verzahnungselemente, einen Stoffschluss über Verschweißen oder einen Kraftschluss über einen Pressverband, eine drehmomentübertragende Verbindung herstellen. Die Verstelleinrichtung 42 arbeitet nach einem schwenkmotorartigen Verstellprinzip. Die Verstelleinrichtung 42 kann auch als Flügelzellenversteller bezeichnet werden. Aus diesem Grund hat die Verstelleinrichtung 42 einen Rotor 43 und einen Stator 44. Rotor 43 und Stator 44 sind koaxial angeordnete flache, scheibenartige Bauteile, wobei parallel zum Rotor 43 eine Rückstellfeder 45, insbesondere in Form einer Spiralfeder, angeordnet wird, die den Rotor 43 gegenüber dem Stator 44 in eine Zwangsposition drückt, wenn der hydraulische Druck zwischen Rotor 43 und Stator 44 in den Hydraulikkammern nicht ausreichend hoch ist, um gegen die Federkraft der Rückstellfeder 45 gegensinnig anzuarbeiten. Auf der Außenseite des Stators 44 ist ein Antriebsrad 46, vorzugsweise in den Stator 44 eingeformt. An das Antriebsrad 46 greift ein Endlostrieb 47 an, der, z. B. wie dargestellt, ein Kettentrieb sein kann. Der in Figur 5 dargestellte Ausschnitt der Verbrennungskraftmaschine 38 ist vorrangig der Zylinderkopf 48. Der Rotor 43 ist so gestaltet, dass in der Mitte, dem koaxial zusammenfallenden Zentrum mit dem Stator 44, eine bohrungsartige Nockenwellenaufnahme 49 vorgehalten ist, in die das eine Ende 41 der Nockenwelle 39 eingesetzt werden kann. Über die Verstelleinrichtung 42, über den Endlostrieb 47 und über in den Endlostrieb eingreifende weitere Bauteile ist ein Kettentriebdeckel 50 u. a. als Berührungsschutz darüber gespannt. Der Kettentriebdeckel 50 hat eine Ausnehmung, in die ein Ventil 51 mit dem elektromagnetischen Teil 52 gesteckt werden kann und das über den Ventilflansch 55 an dem Kettentriebdeckel 50 befestigt werden kann. Von der Außenseite her kann der elektromagnetische Teil 52 über den Stecker 53 elektrisch kontaktiert werden. Auf der Innenseite des Kettentriebdeckels steht der Stößel 54 aus dem elektromagnetischen Teil 52 des Ventils 51 hervor. Der Stößel mündet in eine Ventilhülse 56. Die Ventilhülse 56 ist vorzugsweise aus einem besonders festen Metall gefertigt, z. B. aus Stahl. In der Ventilhülse 56 läuft ein Kolben 58 des Ventils 51, der durch eine Kolbenvorspannfeder 57 eine Vorzugsposition, insbesondere im unbestromten Zustand, einnehmen kann. Das Ventil 51 hat unter Inanspruchnahme der Länge der Ventilhülse 56 eine solche Länge, dass ein Wellenabschnitt 59 der als Hohlnockenwelle gestalteten Nockenwelle 39 innwandig durch das Ventil 51 unterstützt wird. Ungefähr der gleiche Wellenabschnitt wird auf der Außenseite

der Nockenwelle 39 durch die axiale Verlängerung 60 des Rotors 43 nachgeformt. Wie in Figur 6 deutlicher dargestellt, kann die axiale Verlängerung 60 nach Figur 5 mit Ölführungskanälen 61 durchsetzt sein, die die Ölversorgung für die Verstelleinrichtung 42 sicherstellen. Gleichzeitig kann ein solcher Ölführungskanal 61 so gestaltet sein, dass Öl zur Lagerschmierung des Nockenwellenlagers 68 der ihn durchsetzenden Nabe 62 (Figur 6) genutzt werden kann. Wie weiterhin in Figur 5 zu sehen ist, ist die Nockenwelle 39 in ihrer zentralen Welle als Rohrkörper 63 ausgeführt. An ausgewählten Stellen des Rohrkörpers 63 befinden sich, insbesondere durch Aufweiten des Rohrkörpers 63, befestigte Nocken 64, 65. Zwischen den einzelnen Nocken 64, 65 können weitere Nockenwellenlager 69 vorgesehen sein. Die Nabe 62 (Fig. 6) der Verstelleinrichtung 42 reicht wenigstens bis zum ersten Nockenwellenlager 68, vorzugsweise durch das Nockenwellenlager 68, hindurch. Die als Ventilhülse 56 zur Führung des Kolbens 58 gestaltete Verlängerung, die zapfenartig ist, ist in einem Endbereich so aufgeweitet, dass die Ventilhülse 56 an einer Stirnseite 67 des Rohrkörpers 63 der Nockenwelle 39 in arretierender Weise zum Anschlag kommt. Weil die Nockenwelle 39 eine Hohlnockenwelle ist, bietet die Nockenwelle 39 einen Innenraum 66, der teilweise durch die hydraulischen Teile des Ventils 51 im Endbereich der Nockenwelle 39 ausgefüllt ist. Auf beiden axialen Seiten der Verstelleinrichtung 42 sind Stirnplatten 70, 71 zum hydraulischen Verschließen der Hydraulikkammern zwischen Stator 44 und Rotor 43 angeordnet. Die Stirnplatten 70, 71 können Senkvertiefungen 72, 73 versehen sein, in denen die die beiden Stirnplatten 70, 71 verspannenden Senkkopfschrauben platzsparend liegen können. Der hydraulische Teil des Ventils 51 ist mehrteilig mit dem zentral angeordneten Kolben 58 aufgebaut. Der Kolben 58, so wie deutlicher in Figur 6 zu sehen ist, wird durch die Kolbenvorspannfeder 57 in einer ausgewählten Ruhestellung gehalten. Der Kolben 58, so wie in Figur 5 zu sehen ist, wird durch die Ventilhülse 56 eingefasst. Als weiteres Bauteil zur axialen Ausrichtung und Orientierung des Kolbens 58 ist eine - in Figur 6 dargestellte - Führungshülse 74 im Übergangsbereich vom elektromagnetischen Teil zum hydraulischen Teil des Ventils 51 vorgesehen. Weitere Lagerschmierungen 84 können für die weiteren Nockenwellenlager 69 durch Ölführungen im Zylinderkopf 48 vorgesehen sein. Die Nockenwelle 39 ist von gebauter Art und Weise. Die Nockenwelle 39 ist so dünnwandig ausgelegt, insbesondere zur Förderung der Herstellbarkeit der gebauten Nockenwelle, dass das eingeleitete Drehmoment über die hohlzylindrische Nockenwelle nicht übertragbar wäre.

[0054] Weitere Einzelheiten des Bereichs Y der Figur 5 können in der Figur 6 näher betrachtet werden. Der Rohrkörper 63 hat einen Innenraum 66. Der Innenraum 66 ist teilweise ausgefüllt. Zum Ausfüllen dient die Ventilhülse 56. Die Ventilhülse 56 bietet gleichzeitig einen Anlage- bzw. Sitzraum für die Kolbenvorspannfeder 57. Auf ungefähr gleicher Höhe entlang des Rohrkörpers 63 wie sich der Rotor 43 mit seiner axialen Verlängerung 60 befindet, ist der Kolben 58 in der Ventilhülse 56 angeordnet. Die Ventilhülse 56 stützt sich im Bereich eines Ventilhülsenanschlags 75 an dem Rohrkörper 63 stirnseitig ab. Die Ventilhülse 56 ist nicht massiv ausgestaltet. Neben den Hohlräumen für solche Bauteile, wie Kolben 58 und Kolbenvorspannfeder 57, bietet die Ventilhülse 56 Hülsenhydraulikmittelführungen 76, 77 für die Zu- und Ableitung des Hydraulikmittels, wie Öl, zu der Verstelleinrichtung 42 (siehe Figur 5). Zwischen Ventilhülse 56 und Kolben 58 sind Hohlräume und Absperrbereiche durch Stege 78, 79 und entsprechende Kolbennuten 81, 82 realisiert. Durch entsprechende Überdeckungen, Ablaufkantensteuerungen und Ansteuerkanten kann das hydraulische Verhalten in Abhängigkeit der Stößelstellung des Stößels 54 aufgrund der elektrischen Bestromung des elektromagnetischen Teils 52 beeinflusst werden. Der Kolben 58 hat einen Kolbenzentralkanal 80, der als P-Kanal oder auch als T-Kanal innerhalb der Hohlnockenwelle 39 dienen kann. Auf der Außenseite der Rückstellfeder 45 kann ein Statordeckel 83 angeordnet werden, der bündig mit dem Ventilhülsenanschlag 75 bis zum Außendurchmesser des Rohrkörpers 63 herangeführt sein kann. Die Nabe 62 verläuft bis zu einem Nockenwellenlager parallel zum Rohrkörper 63 in Form einer axialen Verlängerung 60. Somit kann ein gewisses Drehmoment über die axiale Verlängerung in das Nockenwellenlager eingeleitet werden. Der Rohrkörper 63 der Nockenwelle 39 wird ergänzend und zusätzlich durch das Ventil 51 gestützt. Das Ventil 51 ist durch die Ventilhülse 56 entlang des Endbereichs des Rohrkörpers 63 bis wenigstens zum ersten Lager verstärkt. Aus Materialersparnisgründen kann die Ventilhülse 56, wie in Figur 6 dargestellt, teilweise hohl ausgeführt sein, denn wesentlich sind die äußeren, zylindrisch zu schaffenden Stützwände für den Rohrkörper 63. Die Ventilhülse 56 ist, abgesehen von den Ausnehmungen, wie die Hülsenhydraulikmittelführung 76 bzw. 77 ein äußerlich gesehenes massives Teil, das zur Mitte hin verschiedene Ausnehmungen, z. B. für den Kolben 58 aufweisen kann.

[0055] Obwohl die Nockenwelle 39 eigentlich zu dünnwandig für Drehmomente, die mit Werten von 500 N bis 3.000 N über die Kette eingeleitet werden, ausgelegt ist, kann die über den Hebelarm von ca. 40 mm erzeugte Belastung auf das ca. 20 mm im Durchmesser große Lager unter Zuhilfenahme der axialen Verlängerung und der innen unterstützenden Ventilhülse geschickt bis in die Nockenwellenlager geführt werden. Wie in den dargestellten Schnittansichten zu sehen ist, wird die Nockenwelle inn- und/oder außenwandig eingefasst und achsparallel verstärkt. Die rohr- oder hülsenförmige, hohle Nockenwelle schafft so durch das Ventil oder durch den Rotor oder durch Rotor und Ventil, insbesondere Ventilhülse, zusammen einen mehrschichtigen, annulus- bzw. kreisringausfüllenden Nockenwellenendbereich. Es werden einzelne übereinander, sich gegenseitig verstärkende Lagen gebildet, die insgesamt einen so dicken Nockenwellenendbereich schaffen, dass über das Ende bis in eines der ersten Nockenwellenlager ein hohes, für die Nockenwelle alleine zu großes Drehmoment übertragbar ist. Eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine kommt ohne zusätzliche, am Zylinderkopf anzuordnende Stützbrille aus. Die bisher übliche seitliche Verlängerung des ersten Nockenwellenlagers durch eine zusätzliche Brille zur Abstützung kann somit entfallen. Die axiale Verlängerung des Rotors sorgt folglich für

weitere Materialersparnis. Die Ventilhülse kann aus Stahl gefertigt sein. Weniger günstig wäre eine Ventilhülse aus Aluminium. Die Ventilhülse ist so bemessen, dass der innen laufende Kolben leichtgängig von dem Stößel angetrieben werden kann.

Bezugszeichenliste:

Bezugszeichen	Bedeutung	Graphische Darstellung
1	Brennkraftmaschine	Fig. 1
2	Nockenwelle	Fig. 1
3	Ventiltrieb	Fig. 1
4	Ende der Nockenwelle	Fig. 1
5	Verstelleinrichtung	Fig. 1, Fig. 2
6	Rotor	Fig. 1, Fig. 4
7	Stator	Fig. 1
8	Antriebsrad	Fig. 1, Fig. 2
8’	Endlosglied wie Kette oder Zahnriemen	Fig. 1, Fig. 2
9	Zylinderkopf	Fig. 1, Fig. 2
10	Bohrung	Fig. 1
11	Wellenabschnitt	Fig. 1
12	Axiale Verlängerung	Fig. 1
13	Nabe	Fig. 1, Fig. 4
14	Rohrkörper	Fig. 1
15	Nocken	Fig. 1
16	Nocken	Fig. 1
17	Innenraum	Fig. 1
18	Zapfenartiger Einsatz	Fig. 1
19	Zapfenkopf	Fig. 1
20	Stirnseite des Rohrkörpers 14	Fig. 1
21	Lagernder Teil des Zylinderkopf	Fig. 1
22	Nockenwellenlager	Fig. 1
23	Freies Ende	Fig. 1
24	Lagerbohrung	Fig. 1
25	Außenseite	Fig. 1
26	Nockenwelle	Fig. 3
27	Verstelleinrichtung	Fig. 3
28	Rohrkörper	Fig. 3
29	Nabe	Fig. 3
30	Rotor	Fig. 3
31	Nockenwellenlager	Fig. 1, Fig. 3
32	Nockenwellenlager	Fig. 1, Fig. 3
33	Lagerbohrung	Fig. 3
34	Lagerbohrung	Fig. 3

(fortgesetzt)

Bezugszeichen	Bedeutung	Graphische Darstellung
35	Verzahnung	Fig. 4
36	Schließplatte	Fig. 1
37	Schließplatte	Fig. 1
38	Verbrennungskraftmaschine	Fig. 5
39	Nockenwelle	Fig. 5
40	Ventiltrieb	Fig. 5
41	Ende der Nockenwelle	Fig. 5
42	Verstelleinrichtung	Fig. 5
43	Rotor	Fig. 5, Fig. 6
44	Stator	Fig. 5
45	Rückstellfeder	Fig. 5, Fig. 6
46	Antriebsrad	Fig. 5
47	Endlostrieb, insbesondere als Kettentrieb	Fig. 5
48	Zylinderkopf	Fig. 5
49	bohrungsartige Nockenwellenaufnahme	Fig. 5
50	Kettentriebdeckel	Fig. 5
51	Ventil	Fig. 5
52	Elektromagnetischer Teil	Fig. 5, Fig. 6
53	Stecker	Fig. 5
54	Stößel	Fig. 5, Fig. 6
55	Ventilflansch	Fig. 5
56	Ventilhülse	Fig. 5, Fig. 6
57	Kolbenvorspannfeder	Fig. 5, Fig. 6
58	Kolben	Fig. 5, Fig. 6
59	Wellenabschnitt	Fig. 5
60	Axiale Verlängerung	Fig. 5, Fig. 6
61	Ölführungskanal	Fig. 6
62	Nabe	Fig. 6
63	Rohrkörper	Fig. 5, Fig. 6
64	Nocken	Fig. 5
65	Nocken	Fig. 5
66	Innenraum	Fig. 5, Fig. 6
67	Stirnseite des Rohrkörpers 63	Fig. 5
68	Nockenwellenlager	Fig. 5
69	Nockenwellenlager	Fig. 5
70	Erste Stirnplatte	Fig. 5
71	Zweite Stirnplatte	Fig. 5
72	Senkvertiefung	Fig. 5

(fortgesetzt)

Bezugszeichen	Bedeutung	Graphische Darstellung
73	Senkvertiefung	Fig. 5
74	Führungshülse	Fig. 6
75	Ventilhülsenanschlag	Fig. 6
76	Hülsenhydraulikmittelführung	Fig. 6
77	Hülsenhydraulikmittelführung	Fig. 6
78	Steg	Fig. 6
79	Steg	Fig. 6
80	Kolbenzentralkanal	Fig. 6
81	Kolbennut	Fig. 6
82	Kolbennut	Fig. 6
83	Statordeckel	Fig. 6
84	Lagerschmierung	Fig. 5
D_a	Außendurchmesser	Fig. 1
D_{ak}	Außendurchmesser	Fig. 3
D_{ag}	Außendurchmesser	Fig. 3
D_i	Innendurchmesser	Fig. 1
D_{il}	Innendurchmesser	Fig. 3
D_{ill}	Innendurchmesser	Fig. 3
Wd	Wanddicke	Fig. 3
D_{aN}	Durchmesser der Nabe	Fig. 3
A	Pfeilrichtung	Fig. 1
B	Breite der Verstelleinrichtung 5	Fig. 1
X	Einzelheit	Fig. 1
Y	Einzelheit	Fig. 5, Fig. 6

Patentansprüche

1. Verstelleinrichtung (5, 27) für eine Brennkraftmaschine (1),
mit der die relative Lage einer Nockenwelle (2, 26) zur Beeinflussung von Steuerzeiten von Ventilen eines Ventiltriebs (3) der Brennkraftmaschine (1) zu verändern ist,
welche Verstelleinrichtung (5, 27) einen fest mit der Nockenwelle (2, 26) zu verbindenden Rotor (6, 30) und einen mit einer Antriebsvorrichtung zu koppelnden Stator (7) umfasst,
wobei eine axiale Bohrung (10) des Rotors (6) zur Aufnahme eines Wellenabschnitts (11) der Nockenwelle (2, 26) bestimmt ist und
wobei die axiale Bohrung (10) des vom Stator (7) umgebenen Rotors (6, 30) in wenigstens einer über die Breite der Verstelleinrichtung (5, 27) hinausgehenden axialen Verlängerung (12) fortgeführt ist,
wobei der Rotor (6, 30) und die Verlängerung (12) eine die Nockenwelle (2, 26) fest umschließende Nabe (13, 29) bilden, die als ein fester Verbund ausgeführt sind, und wobei die Nockenwelle (2, 26) einen Innenraum (66) aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass der Innenraum (66) an dem dem Rotor (6, 30) benachbarten Ende teilweise für Hydraulikmittelführungen (76, 77) mit einem Bauteil, wie einem zapfenartigen Einsatz (18) oder einer Ventilhülse

(56), ausgefüllt ist,
für die Zu- und Ableitung eines Hydraulikmittels zu der Verstelleinrichtung (5, 27) dient,
und dass die Nockenwelle (2, 26) eine zu geringe Biegesteifigkeit im Vergleich zu einem von außen auf die Verstelleinrichtung (5, 27) eingeleiteten Biegemoment aufweist,
was dadurch kompensiert ist,
dass die axiale Verlängerung (12) in der Art fortgeführt ist,
dass der feste Verbund der Art ausgeführt ist,
dass ein Nockenwellenlager (21, 31, 32) mit der Nabe (13, 29) eine die Biegesteifigkeit der Nockenwelle (2, 26) erhöhende Längsverstärkung bildet,
und was dadurch kompensiert ist,
dass das Bauteil im Innenraum (66) der Nockenwelle (2, 26) ein einfassendes Bauteil ist, das parallel verlaufend zur Nockenwelle (2, 26) ist und zusätzlich die Nockenwelle (2, 26) stärkt.

2. Verstelleinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die von der Nabe (13, 29) zu umschließende Nockenwelle (2, 26) einen Rohrkörper (14, 28) umfasst.

3. Verstelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Nockenwellenlager (21, 31) für die Nockenwelle (2, 26) sich radial benachbart der Nabe (13, 29) erstreckt, wobei das Nockenwellenlager (21, 31) und die Nabe (13, 29) zur Erhöhung der Biegesteifigkeit der Nockenwelle (2, 26) zusammenarbeiten.

4. Verstelleinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nabe (13, 29) in eine Lagerbohrung (24) des Nockenwellenlagers (21, 31) hineinragt.

5. Verstelleinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf einem dem Rotor (6) benachbarten Ende des Rohrkörpers (14) ein zapfenartiger Einsatz (18) in einem Innenraum (17) des besagten Rohrkörpers (14) vorgesehen ist.

6. Verstelleinrichtung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor und der Stator in axialer Richtung der Nockenwelle (2, 16) gesehen von Schließplatten (36 und 37) begrenzt werden, die insbesondere vorgefertigte Bauteile sind.

7. Verstelleinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innendurchmesser (D_i) und der Außendurchmesser (D_a) des Rohrkörpers (14), über die axiale Länge des besagten Rohrkörpers (14) gesehen, im Wesentlichen konstant sind.

8. Verstelleinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest der Innendurchmesser (D_i) des Rohrkörpers (28), über die axiale Länge des besagten Rohrkörpers (28) gesehen, an die auftretenden Belastungen der Nockenwelle (26) entlang der Erstreckung des Rohrkörpers angepasst ist.

9. Verstelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
in die aufzunehmende Nockenwelle (39) ein cartridgeartiges Steuerventil (51) innwandig verstärkend bis zu einem Nockenwellenlager (31, 68) reichend eingesetzt ist, wobei eine Hülse (56) des Steuerventils (51) die vom Rotor (6, 43) eingeleitete Drehmomentenübertragung unterstützt.

10. Brennkraftmaschine (1, 38) mit zumindest einer Verstelleinrichtung (5, 42) nach einem der vorhergehenden Ansprüche und einer rohrförmigen Hohlnockenwelle (2, 26, 39), auf der die schwenkmotorartige Verstelleinrichtung (5, 42), die einen Rotor (6, 43) und einen Stator (7, 44) umfasst, endlings (41) angeordnet so sitzt, dass ein Fortsatz (29) des Rotors (6, 43) aus der Verstelleinrichtung (5, 42) hinausragend bis zu einem Nockenwellenlager (31, 68) reicht,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Hohlnockenwelle (2, 26, 39) für das über die Verstelleinrichtung (5, 42) eingeleitete Drehmoment unterdimensioniert ist, jedoch die Hohlnockenwelle (2, 26, 39) durch zumindest ein die Hohlnockenwelle (2, 26, 39) flankierendes Bauteil wie ein Ventil (51) oder der Rotor (6, 43) für das maximal zu erwartende Drehmoment ausgelegt ist.

11. Brennkraftmaschine (1, 38) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil (51) einen eine Ventilhülse (56) umfassenden Hydraulikteil (56, 58) hat, der bis zu einer Innenwand der Hohlnockenwelle (2, 26, 39) reicht.

Claims

1. Adjustment device (5, 27) for an internal combustion engine (1),
with which the relative position of a camshaft (2, 26) for influencing the control times of valves of a valve train (3) of the internal combustion engine (1) is to be adjusted,
whereby the adjustment device (5, 27) comprises a rotor (6, 30), which is to be firmly connected, with the camshaft (2, 26), and a stator (7), which is to be coupled with a drive unit, wherein an axial borehole (10) in the rotor (6) is designated for accommodation of a shaft section (11) of the camshaft (2, 26) and
wherein the axial borehole (10) of the rotor (6, 30), surrounded by the stator (7), is continued by at least one axial extension (12), which exceeds the width of the adjustment device (5, 27),
and wherein the rotor (6, 30) and the extension (12) form a tightly surrounding hub (13, 29) around the camshaft (2, 26), which are configured as a firm joining, and wherein the camshaft (2, 26) has an interior (66),
characterised in that
the interior (66) at the end nearby the rotor (6, 30) is partially filled, for hydraulic medium guides (76, 77), with a component, such as a cone-like insert (18) or a valve sleeve (56), which serves to supply a hydraulic medium to and drain the hydraulic medium from the adjustment device (5, 27),
and **in that** the stiffness of the camshaft (2, 26) is too low in comparison to a bending moment introduced from outside onto the adjustment device (5, 27),
which is compensated by the fact
that the axial extension (12) is continued such a manner,
that the firm joining is constructed such a manner,
that a camshaft bearing (21, 31, 32) together with the hub (13, 29) forms a lengthways reinforcement of the camshaft (2, 26), which increases the bending stiffness,
and which is compensated by the fact that the component in the interior (66) of the camshaft (2, 26) is an enclosing component, which runs parallel to the camshaft (2, 26) and additionally reinforces the camshaft (2, 26).

2. Adjustment device of claim 1, **characterised in that**
the camshaft (2, 26), which is to be surrounded by the hub (13, 29), comprises a tubular body (14, 28).

3. Adjustment device of one of the claims 1 to 2, **characterised in that**
a camshaft bearing (21, 31) for the camshaft (2, 26) extends radially next to the hub (13, 29), the camshaft bearing (21, 31) and the hub (13, 29) functioning together to increase the bending stiffness of the camshaft (2, 26).

4. Adjustment device of claim 3, **characterised in that**
the hub (13, 29) protrudes into a bearing borehole (24) of the camshaft bearing (21, 31).

5. Adjustment device of one of the claims 2 to 4, **characterised in that**
a cone-like insert (18) on one end of the tubular body (14) next to the rotor (6) is provided in an interior (17) of the said tubular body (14).

6. Adjustment device of one or more of the preceding claims, **characterised in that**
the rotor and the stator are limited in an axial direction, as seen from the camshaft (2, 16), by plates (36 and 37), which especially are prefabricated parts.

7. Adjustment device of one of the claims 2 to 6, **characterised in that**
the inner diameter (D_i) and the outer diameter (D_a) of the tubular body (14) essentially are constant over the axial length of said tubular body (14).

8. Adjustment device of one of claims 2 to 6, **characterised in that**
at least the inner diameter (D_i) of the tubular body (28), as seen over the axial length of the said tubular body (28), is adapted to the loads occurring on the camshaft (26) along the extent of the tubular body.

9. Adjustment device of one of the preceding claims, **characterised in that**
in the camshaft (39) for installation, an inner wall-reinforcing cartridge-type control valve (51), which reaches up to a camshaft bearing (31, 68), is inserted, whereby a sleeve (56) of the control valve (51) is supporting the torque transmission, which is introduced by the rotor (6, 43).

10. Internal combustion engine (1, 38) with at least one adjustment device (5, 42) of one of the preceding claims and

a tubular hollow camshaft (2, 26, 39), on which the swivel motor-like adjustment device (5, 42), comprising a rotor (6, 43) and a stator (7, 44), is disposed at an end position (41) such that an extension (29) of the rotor (6, 43) protrudes from the adjustment device (5, 42) up to a camshaft bearing (31, 68),
characterised in that
the hollow camshaft (2, 26, 39) is underdimensioned for the torque introduced over the adjustment device (5, 42), but the hollow camshaft (2, 26, 39), by at least one component, flanking the hollow camshaft (2, 26, 39), such as a valve (51), or the rotor (6, 43), is designed for maximum torque, which is to be expected.

11. Internal combustion engine (1, 38) of claim 10, **characterised in that** the valve (51) has a hydraulic part (56, 58), which surrounds a valve sleeve (56), and which extends up to the inner wall of the hollow camshaft (2, 26, 39).

Revendications

1. Dispositif de réglage (5, 27) pour un moteur à combustion interne (1) avec lequel la position relative d'un arbre à cames (2, 26) peut être modifiée pour influencer des temps de commande de soupapes d'un train de soupapes (3) du moteur à combustion interne (1),
lequel dispositif de réglage (5, 27) comprend un rotor (6, 30) qui doit être relié de manière fixe à l'arbre à cames (2, 26) et un stator (7) qui doit être couplé à un dispositif d'entraînement,
cependant qu'une forure axiale (10) du rotor (6) est destinée à recevoir une section d'arbre (11) de l'arbre à cames (2, 26) et
cependant que la forure axiale (10) du rotor (6, 30) qui est entouré par le stator (7) est prolongée dans au moins un prolongement axial (12) qui va au-delà de la largeur du dispositif de réglage (5, 27),
cependant que le rotor (6, 30) et le prolongement 12) forment un moyeu (13, 29) qui entoure fermement l'arbre à cames (2, 26) qui est réalisé comme un assemblage fixe et cependant que l'arbre à cames (2, 26) présente un espace intérieur (66),
caractérisé en ce que
l'espace intérieur (66) est rempli, à l'extrémité voisine du rotor (6, 30), avec un composant comme un insert de type tourillon (18) ou une douille de soupape (56) partiellement pour des guidages de fluide hydraulique (76, 77), sert à l'arrivée et à la sortie d'un fluide hydraulique vers le dispositif de réglage (5, 27) et que l'arbre à cames (2, 26) présente une résistance à la flexion trop faible par comparaison avec un moment de flexion introduit de l'extérieur sur le dispositif de réglage (5, 27),
ce qui est compensé par le fait que le prolongement axial (12) est prolongé de telle manière
que l'assemblage fixe est réalisé de telle manière
qu'un palier d'arbre à cames (21, 31, 32) forme, avec le moyeu (13, 29), un renforcement longitudinal qui augmente la résistance à la flexion de l'arbre à cames (2, 26)
et ce qui est compensé par le fait
que le composant dans l'espace intérieur (66) de l'arbre à cames (2, 26) est un composant qui entoure qui est parallèle à l'arbre à cames (2, 26) et qui renforce en plus l'arbre à cames (2, 26).

2. Dispositif de réglage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'arbre à cames (2, 26) qui doit être entouré par le moyeu (13, 29) comprend un corps de tuyau (14, 28).

3. Dispositif de réglage selon l'une des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce qu'**un palier d'arbre à cames (21, 31) pour l'arbre à cames (2, 26) s'étend dans le sens radial au voisinage du moyeu (13, 29), le palier d'arbre à cames (21, 31) et le moyeu (13, 29) coopérant pour augmenter la résistance à la flexion de l'arbre à cames (2, 26).

4. Dispositif de réglage selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le moyeu (13, 29) pénètre dans un perçage de palier (24) du palier d'arbre à cames (21, 31).

5. Dispositif de réglage selon l'une des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce qu'**un insert du type tourillon (18) est prévu dans un espace intérieur (17) dudit corps de tuyau (14) à une extrémité du corps de tuyau (14) qui est voisine du rotor (6).

6. Dispositif de réglage selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le rotor et le stator sont limités par des plaques de fermeture (36 et 37) qui sont en particulier des composants préfabriqués, ceci étant vu dans le sens axial de l'arbre à cames (2, 16).

7. Dispositif de réglage selon l'une des revendications 2 à 6, **caractérisé en ce que** le diamètre intérieur (D_i) et le diamètre extérieur (D_a) du corps de tuyau (14) sont substantiellement constants, ceci étant vu sur la longueur axiale dudit corps de tuyau (14).

8. Dispositif de réglage selon l'une des revendications 2 à 6, **caractérisé en ce qu'**au moins le diamètre intérieur (D_i) du corps de tuyau (28) est adapté aux sollicitations qui interviennent sur l'arbre à cames (26) le long de l'extension du corps de tuyau, ceci étant vu sur la longueur axiale dudit corps de tuyau (14).

9. Dispositif de réglage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un distributeur de commande du type cartouche (51) est mis en place dans l'arbre à cames à loger (39) en renforçant la paroi intérieure en pénétrant jusque dans un palier de l'arbre à cames (31, 68), cependant qu'une douille (56) du distributeur de commande (51) assiste la transmission du couple de rotation introduite par le rotor (6, 43).

10. Moteur à combustion interne (1, 38) avec au moins un dispositif de réglage (5, 42) selon l'une des revendications précédentes et un arbre à cames creux en forme de tuyau (2, 26, 39) sur lequel le dispositif de réglage de type moteur pivotant (5, 42) qui comprend un rotor (6, 43) et un stator (7, 44) repose en étant placé dans une zone d'extrémité (41) de telle manière qu'un prolongement (29) du rotor (6, 43) pénètre jusque dans un palier d'arbre à cames (31, 68) en dépassant du dispositif de réglage (5, 42),
caractérisé en ce que
l'arbre à cames creux (2, 26, 39) est sous-dimensionné pour le couple de rotation introduit par le dispositif de réglage (5, 42), l'arbre à cames creux (2, 26, 39) est cependant dimensionné pour le couple de rotation maximal attendu par au moins un composant qui entoure l'arbre à cames creux (2, 26, 39) comme une soupape (51) ou le rotor (6, 43).

11. Moteur à combustion interne (1, 38) selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la valve (51) a une partie hydraulique (56, 58), qui entoure une douille de soupape (56), qui va jusqu'à une paroi intérieure de l'arbre à cames creux (2, 26, 39).

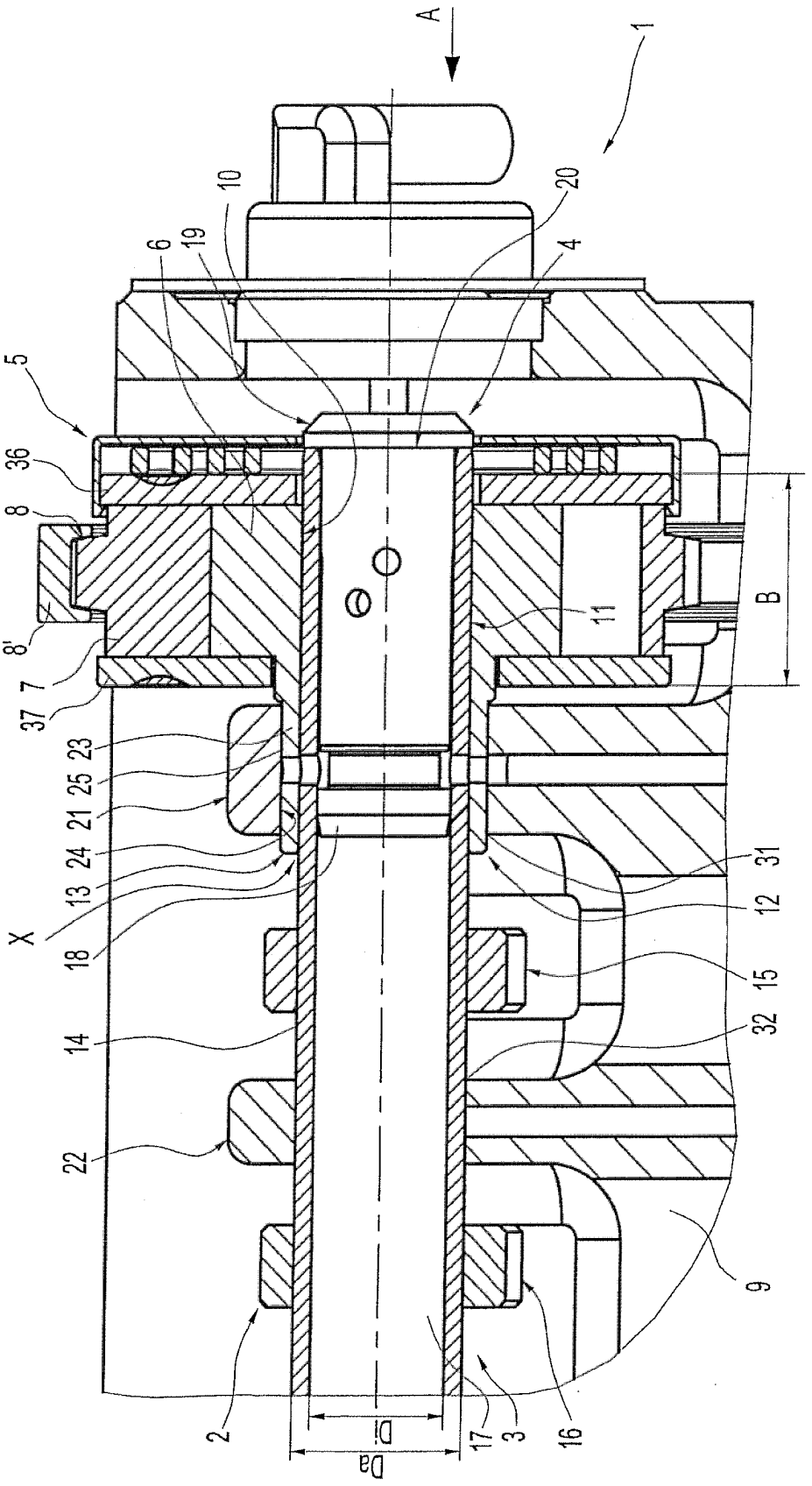

A
1
10
20
6
19
4
5
36
8
8'
7
37
23
25
21
24
13
18
X
11
B
31
12
15
32
14
22
9
2
17
3
16
Di
Da

Fig.1

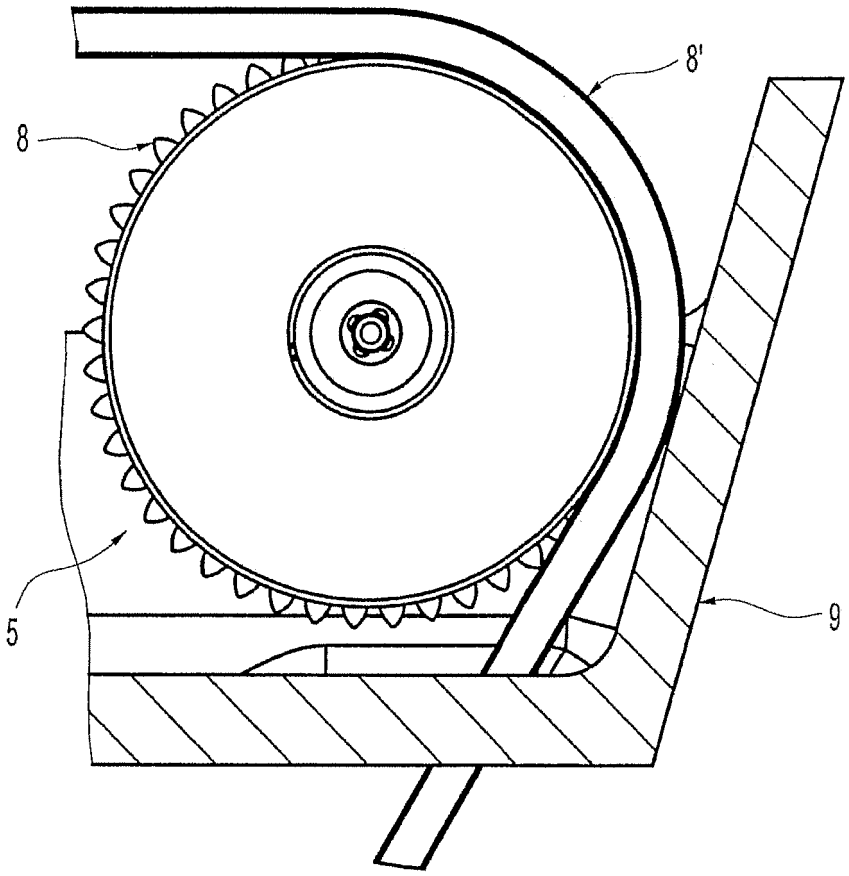


Fig.2

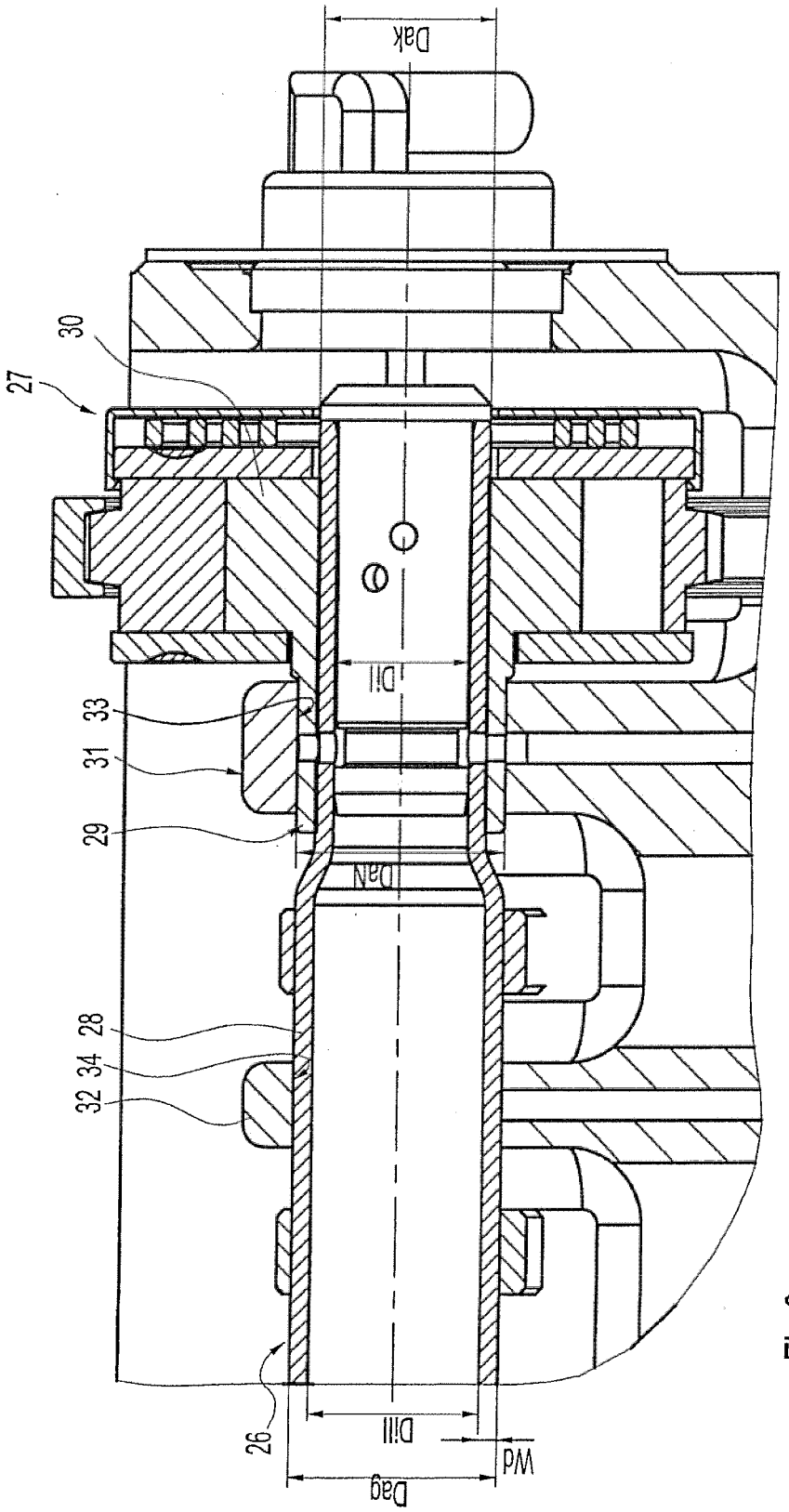


Fig.3

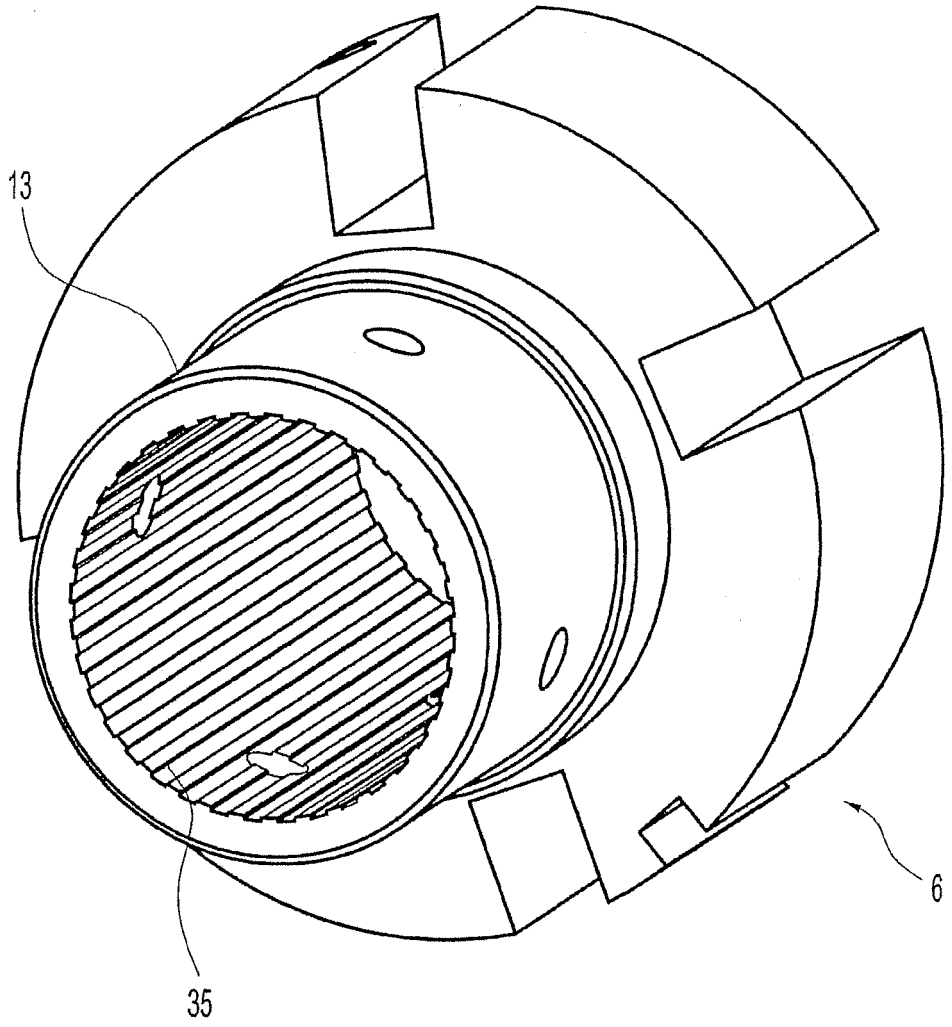


Fig.4

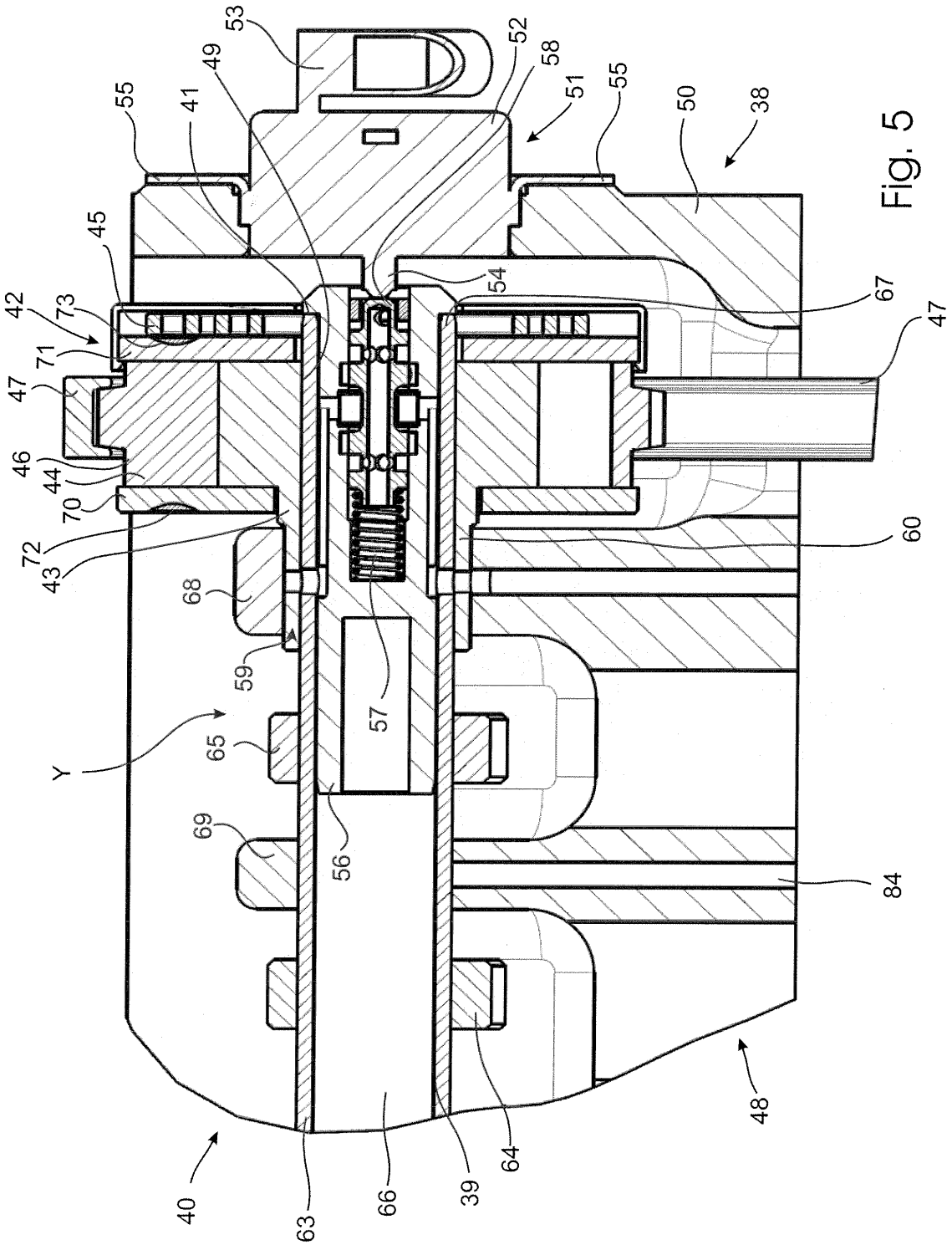

53
49
52
58
51
55
50
38
55
41
45
54
67
47
42
73
71
47
46
44
70
72
43
68
59
57
60
Y
65
69
56
84
48
40
63
66
39
64

Fig. 5

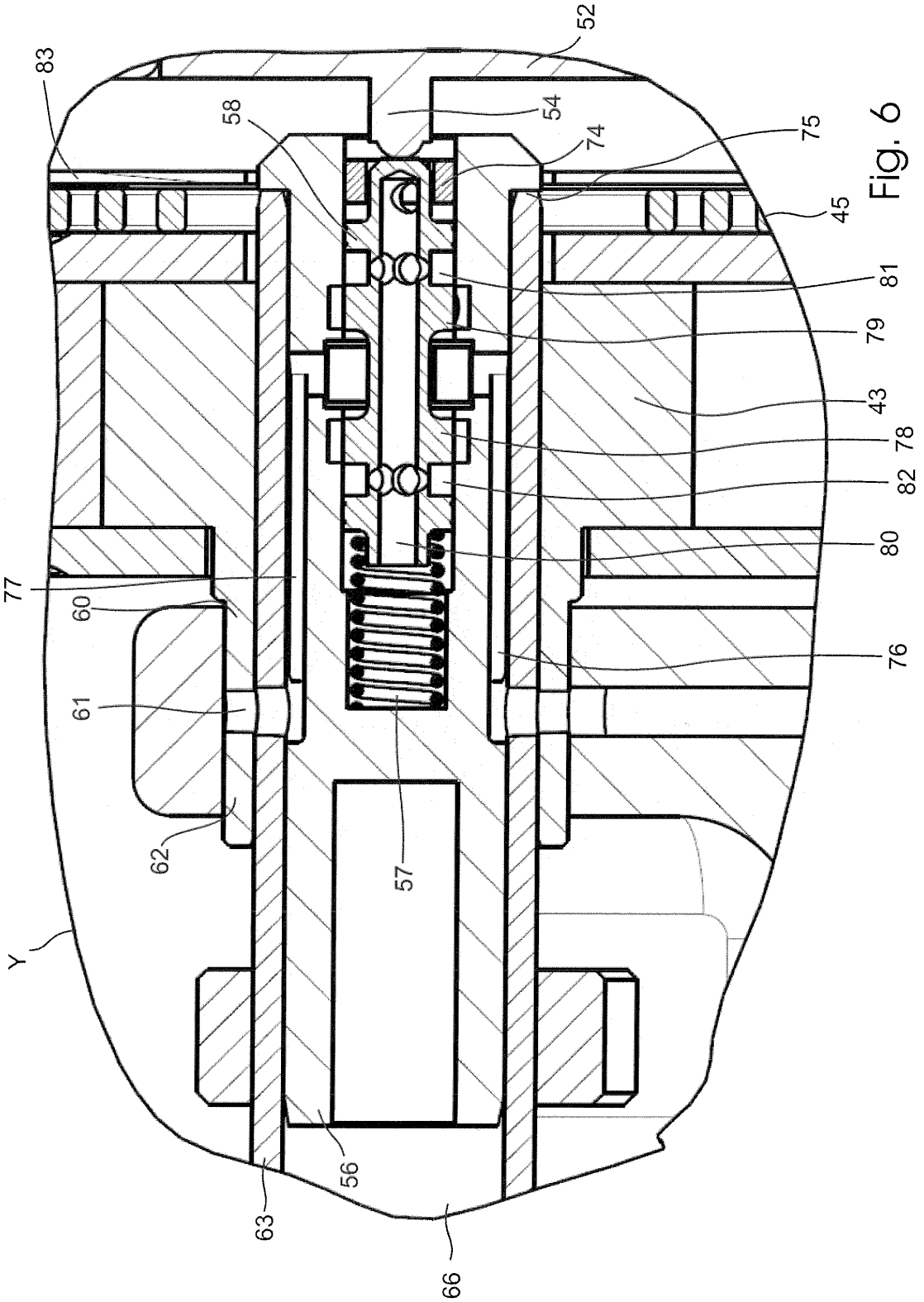


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10084408 B4 **[0002]**
- DE 10349176 A1 **[0003]**
- DE 10346444 A1 **[0004]**
- DE 10346446 A1 **[0004]**
- DE 10346448 A1 **[0005]**
- US 3109417 A **[0006]**
- DE 19781754 C1 **[0007]**
- DE 102006039371 **[0008]**
- EP 1696107 A1 **[0009] [0014]**
- US 6799544 B1 **[0010] [0014]**
- JP 2000110526 A **[0011] [0014]**
- US 6814037 B1 **[0012] [0014]**
- US 7228831 B1 **[0013] [0014]**