

(19)



(11)

EP 2 837 779 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
16.10.2019 Patentblatt 2019/42

(51) Int Cl.:
F01L 13/00 ^(2006.01) **F01L 1/18** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14002478.7**

(22) Anmeldetag: **17.07.2014**

(54) **VENTILSTEUERUNG FÜR EIN GASWECHSELVENTIL EINER BRENNKRAFTMASCHINE**

VALVE CONTROL FOR A GAS EXCHANGE VALVE OF A COMBUSTION ENGINE

COMMANDE DE SOUPAPE POUR UNE SOUPAPE D'ÉCHANGE DE GAZ D'UN MOTEUR À
COMBUSTION INTERNE

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

(30) Priorität: **16.08.2013 DE 102013013913**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.02.2015 Patentblatt 2015/08

(73) Patentinhaber: **Trzmiel, Alfred
72622 Nürtingen (DE)**

(72) Erfinder: **Trzmiel, Alfred
72622 Nürtingen (DE)**

(74) Vertreter: **Jackisch-Kohl, Anna-Katharina et al
Patentanwälte
Jackisch-Kohl & Kohl
Stuttgarter Strasse 115
70469 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 619 361 EP-A2- 1 754 865
DE-A1- 10 164 493 US-A1- 2007 022 990**

EP 2 837 779 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Ventilsteuerung für ein Gaswechselventil einer Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Eine solche Ventilsteuerung ist aus der EP 1 754 862 A2 bekannt.

[0003] Mechanisch voll variable Ventilsteuerungen sind bekannt und werden zur Verringerung des Kraftstoffverbrauches bei Verbrennungskraftmaschinen von PKWs eingesetzt (DE 101 40 635 A1). Der Nockenfolgerhebel ist um eine Achse schwenkbar und liegt mit einer Rolle an einer Kulisse und mit einer weiteren Rolle an einer Verstelleinrichtung in Form einer verschiebbaren Verstelleiste an. Zur Veränderung des Ventilhubes wird die Verstelleiste verschoben und mit ihr der Nockenfolgerhebel verstellt. An ihm liegt der Schlepphebel an, der mit einem Hebelende am Zylinderkopf der Brennkraftmaschine abgestützt ist und mit dem anderen Hebelende das Gaswechselventil betätigt. Bei Drehen der Nockenwelle bewegt sich der Nockenfolgerhebel mittels einer Rolle längs einer Bahnkurve einer zylinderkopfseitigen Kulisse. Die Herstellung und die Lagerung der Kulisse sind aufwändig. Extrem hohe Drehzahlen sind nicht möglich, weil die Hauptmasse des Nockenfolgerhebels hoch ist. Die Montage der Kulisse im Zylinderkopf ist außerdem aufwändig.

[0004] Es ist eine weitere Ventilsteuerung bekannt (DE 41 12 833 A1), bei der der Nockenfolgerhebel und der Schlepphebel durch zwei schwenkbar gelagerte einarmige Hebel gebildet sind. Der Nockenfolgerhebel ist mit einem Ende drehbar auf einem Exzenter gelagert, dessen Exzenterwelle exzentrisch in einem Stellglied gelagert ist, das um eine zylinderkopfseitige feste Achse drehbar ist. Der Nockenfolgerhebel liegt auf dem Schlepphebel auf, der ebenfalls um eine zylinderkopfsseitige feste Achse schwenkbar ist. Mit Hilfe des Exzentes wird der Nockenfolgerhebel linear verschoben und damit der Ventilhub eingestellt. Die Verstelleinrichtung mit dem Exzenter und dem Stellglied ist sehr aufwändig und kostenintensiv. Während der Verstellung tritt eine erhebliche Reibkraft auf, wodurch das Verbrauchseinsparpotential der Verbrennungskraftmaschine begrenzt ist. Der Exzenter der Verstelleinrichtung erlaubt darüber hinaus nur einen geringen Verstellweg, so dass die Ventilsteuerung nicht für größere Verstellungen der Ventilhubes geeignet ist. Es kann nur ein Hubbereich von etwa 50 % des Maximalhubes erreicht werden.

[0005] Bei einer anderen bekannten Ventilsteuerung (DE 101 64 493 A1) ist der Schlepphebel um eine Achse schwenkbar gelagert. Um den Ventilhub zu verstellen, wird die Drehachse des Schlepphebels oder die Drehachse des Nockenfolgerhebels verschoben. Die Verschiebbarkeit bedingt einen erhöhten konstruktiven Aufwand der Ventilsteuerung. Der Schlepphebel und der Nockenfolgerhebel liegen mit gekrümmten Steuerflächen aneinander, die im Wesentlichen schräg zur Ventilachse liegen. Dies bedingt erhebliche Reibungskräfte beim Be-

trieb der Ventilsteuerung. Aufgrund der verstellbaren Elemente arbeitet die Ventilsteuerung nicht geräuscharm.

[0006] Bei einer weiteren bekannten Ventilsteuerung (DE 102 61 304 A1) ist der Schlepphebel schwenkbar im Zylinderkopf gelagert und liegt auf dem zu betätigenden Ventil auf. Der Nockenfolgerhebel ist als Kipphebel ausgebildet, der um eine mittig liegende Achse drehbar gelagert ist. Die Drehachse des Nockenfolgerhebels kann längs einer zylinderkopffesten Kulisse verschoben werden, um das Ventilspiel einzustellen. Die Ventilsteuerung hat dadurch einen aufwändigen und störanfälligen Aufbau.

[0007] Es ist schließlich eine Ventilsteuerung bekannt (DE 29 51 361 A1), bei der der Schlepphebel mit einem Ende schwenkbar mit einem Schieber verbunden ist, der quer zur Achse des Ventils zur VentilhubEinstellung verschiebbar ist. Hierzu ist ein aufwändiger Verstellantrieb erforderlich.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die gattungsgemäße Ventilsteuerung so auszubilden, dass sie bei konstruktiv einfacher Ausbildung eine zuverlässige Ventilhubverstellung bis zu hohen Drehzahlen der Brennkraftmaschine gewährleistet, wobei der Energiebedarf zum Halten und Einstellen des Ventilhubes gering ist.

[0009] Diese Aufgabe wird bei der gattungsgemäßen Ventilsteuerung erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0010] Bei der erfindungsgemäßen Ventilsteuerung liegt der Schlepphebel mit seinen gekrümmten Steuerflächen am maschinenseitigen Führungselement und am Ventilelement an. Die Krümmungsradien der Steuerflächen des Nockenfolgerhebels, des Führungselementes und des Schlepphebels sind so aufeinander abgestimmt, dass bei Verstellung der Größe des Ventilhubes das Ventil nicht öffnet, während der Nockenfolgerhebel am Grundkreisabschnitt des Nockens der Nockenwelle anliegt. Durch die aufeinander abgestimmten Krümmungsradien ist sichergestellt, dass beim Einstellen des Ventilhubes das Ladungswechselventil in der Kompressions- und in der Arbeitsphase der Brennkraftmaschine nicht geöffnet wird. Diese Verstellung des Ventilhubes erfolgt dann, wenn der Nockenfolgerhebel am kreisförmigen Grundkreisabschnitt der Nocke der Nockenwelle anliegt. Da die beiden Steuerflächen des Schlepphebels und die Steuerfläche des Führungselementes gekrümmt sind, tritt beim Betrieb der Ventilsteuerung nur eine sehr geringe Reibung auf, so dass die Ventilhubverstellung zuverlässig ausgeführt werden kann.

[0011] Der Schlepphebel ist mit einer Durchgangsöffnung versehen, durch welche die Verstelleinrichtung verläuft. Dadurch besteht die Möglichkeit, die Verstelleinrichtung bei bereits montiertem Schlepphebel einbauen zu können. Umgekehrt besteht dadurch auch die Möglichkeit, den Schlepphebel erst dann einzubauen, wenn die Verstelleinrichtung bereits montiert ist. In beiden Fällen kann der Schlepphebel im Bedarfsfall demontiert wer-

den, ohne dass die Verstelleinrichtung ausgebaut werden muss.

[0012] Da die Verstelleinrichtung eine Steuerwelle aufweist, die mit einer Steuerfläche versehen ist, an welcher der Schlepphebel anliegt, ergibt sich eine sehr kompakte Ausbildung der Ventilsteuerung. Die Steuerwelle nimmt nur wenig Bauraum in Anspruch. Insbesondere kann die Steuerwelle für mehrere Ventilsteuerungen innerhalb der Brennkraftmaschine eingesetzt werden. Die Durchgangsöffnung ist in vorteilhafter Weise so ausgebildet, dass sie zum Rand des Schlepphebels hin offen ist. Dies erleichtert die Montage der Steuerwelle und/oder des Schlepphebels.

[0013] Der Schlepphebel ist schwimmend gelagert. Es ist keine aufwändige Drehlagerung erforderlich, so dass der konstruktive Aufbau der Ventilsteuerung und damit dessen Herstellkosten gering sind. Der Schlepphebel ist zwischen der Verstelleinrichtung und dem Nockenfolgerhebel gehalten. Soll eine Ventilhubverstellung erfolgen, wird der schwimmend gelagerte Schlepphebel quer zur Achse des Ventils verschoben, wodurch auch die Relativlage von Nockenfolgerhebel und Schlepphebel zueinander verändert wird.

[0014] Der Schlepphebel wird dadurch in der Einbaulage gesichert, dass die Steuerwelle und der Nockenfolgerhebel an einander gegenüberliegenden Seiten am Schlepphebel anliegen. In Verbindung mit der Anlage des Schlepphebels am Führungselement und am Ventilelement ist somit in einfacher Weise gewährleistet, dass der Schlepphebel seine jeweils eingestellte Lage zuverlässig beibehält. In jeder Lage der Steuerwelle und des Nockenfolgerhebels liegt der Schlepphebel quer zur Ventilachse zwischen diesen beiden Elementen der Ventilsteuerung.

[0015] Bei einer bevorzugten Ausbildung hat die Steuerfläche des Führungselementes größeren Krümmungsradius als die erste Steuerfläche des Schlepphebels. Dadurch besteht zwischen den beiden Steuerflächen des Führungselementes und des Schlepphebels im Wesentlichen nur Linienkontakt, was zu einer reibungsarmen Betriebsweise und Verstellung des Schlepphebels relativ zum Führungselement beiträgt.

[0016] Es ist aber durchaus auch möglich, dass beide Steuerflächen von Führungselement und Schlepphebel gleichen Krümmungsradius haben.

[0017] Die zweite Steuerfläche des Schlepphebels, mit der er am Führungselement anliegt, hat vorteilhaft kleineren Krümmungsradius als die erste Steuerfläche des Schlepphebels und/oder des Führungselementes.

[0018] Zu einem reibungsarmen Betrieb der Ventilsteuerung trägt in vorteilhafter Weise bei, wenn der Nockenfolgerhebel mit einer gekrümmten Steuerfläche am Schlepphebel anliegt.

[0019] Vorteilhaft hat die Steuerfläche des Nockenfolgerhebels einen ersten Steuerflächenabschnitt, der einen Krümmungsradius aufweist. Der Nockenfolgerhebel wird durch die Nockenwelle in bekannter Weise hin- und hergeschwenkt, wobei der am Nockenfolgerhebel anlie-

gende Schlepphebel im erforderlichen Maße bewegt wird, um das Ventil zu öffnen bzw. zu schließen.

[0020] Vorteilhaft geht der erste Steuerflächenabschnitt des Nockenfolgerhebels stetig gekrümmt in einen zweiten Steuerflächenabschnitt über, der entgegengesetzt zum ersten Steuerflächenabschnitt gekrümmt ist. Durch die unterschiedlich gerichtete Krümmung der beiden Steuerflächenabschnitte kann der Schlepphebel so eingestellt werden, dass er bei einem Umlauf der Nockenwelle das Ventil nicht öffnet, je nachdem, ob die Berührung zwischen dem Nockenfolgerhebel und dem Schlepphebel an dem einen oder anderen Steuerflächenabschnitt stattfindet. Mittels der beiden Steuerflächenabschnitte ist es möglich, stufenlos den Ventilhubweg von 0 bis zu einem Maximum einzustellen.

[0021] Um eine möglichst geringe Reibung zu erreichen, liegt der Schlepphebel vorteilhaft mit einer frei drehbaren Rolle an der Steuerfläche des Nockenfolgerhebels an.

[0022] Bevorzugt ist die Steuerfläche die Mantelfläche eines Exzenters der Steuerwelle. Da eine Brennkraftmaschine mehrere Ventilsteuerungen für die Gaswechselventile aufweist, kann somit eine gemeinsame Steuerwelle für alle Ventilsteuerungen eingesetzt werden. Der Exzenter der Steuerwelle ist so ausgebildet, dass er nicht über den Umfang der Steuerwelle vorsteht. Dadurch bestimmt der Außendurchmesser der Steuerwelle die Größe der Durchgangsöffnung des Schlepphebels.

[0023] Der Schlepphebel liegt vorteilhaft mit einer frei drehbaren Rolle an der Steuerfläche der Steuerwelle an, so dass auch in diesem Kontaktbereich nur geringe Reibkräfte auftreten.

[0024] Das Führungselement ist vorteilhaft quer zur Achse der Steuerwelle einstellbar. Auf diese Weise lässt sich die Lage des Schlepphebels genau justieren.

[0025] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform erfolgt die Justage des Schlepphebels über das Ventilelement und/oder über eine exzentrisch einstellbare Lagerachse einer an der Nockenwelle anliegenden Rolle des Nockenwellenfolgers und/oder über eine exzentrisch einstellbare Lagerachse der am Nockenfolgerhebel anliegenden Rolle des Schlepphebels und/oder über eine exzentrisch einstellbare Lagerachse der an der Steuerwelle anliegenden Rolle des Schlepphebels und/oder über das verstellbare Führungselement. Die beschriebenen Verstellmöglichkeiten können jeweils für sich, aber auch in beliebigen Kombinationen miteinander an der Ventilsteuerung vorgesehen sein. Je nach Einsatzfall der Ventilsteuerung besteht somit die Möglichkeit, die verschiedenen Verstellungen so vorzusehen, dass die Ventilhub-einstellung optimal möglich ist.

[0026] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass zwei benachbarte Ventilsteuerungen unterschiedliche Steuerflächen am Nockenfolgerhebel und/oder unterschiedliche Steuerflächen an der Steuerwelle aufweisen. Dann können die Ventilhübe an den unterschiedlichen Ventilsteuerungen unterschiedlich gestaltet sein.

[0027] Der Anmeldungsgegenstand ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch durch alle in den Zeichnungen und der Beschreibung offenbarten Angaben und Merkmale. Sie werden, auch wenn sie nicht Gegenstand der Ansprüche sind, als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

[0028] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

[0029] Die Erfindung wird anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 in schematischer Darstellung eine erfindungsgemäße Ventilsteuerung mit einem Schlepphebel in einer ersten Stellung,

Fig. 2 die Ventilsteuerung gemäß Fig.1 mit dem Schlepphebel in einer zweiten Stellung.

[0030] Mit der Ventilsteuerung kann der Hub der Gaswechselventile unabhängig stufenlos bis zu sehr hohen Drehzahlen der Brennkraftmaschine verstellt werden. Dabei wird der Energiebedarf zum Halten und Einstellen des veränderlichen Ventilhubes gering gehalten. Die Ventilsteuerung zeichnet sich durch eine kostengünstige Herstellung aus und lässt sich einfach montieren.

[0031] Fig. 1 zeigt ein zu steuerndes Ventil 1 mit einem Ventilstößel 2, der an einem Ende einen Ventilteller 3 aufweist, mit dem eine Ventilöffnung 4 geöffnet und geschlossen werden kann. In der Stellung gemäß Fig. 1 schließt der Ventilteller 3 die Ventilöffnung 4 der Brennkraftmaschine. Am anderen Ende ist der Ventilstößel 2 mit einer Ventilkappe 5 versehen. An ihrer Unterseite stützt sich eine Druckfeder 6 ab, die den Ventilstößel 2 in Richtung auf die Schließstellung des Ventiltellers 3 belastet. Die Druckfeder 6 stützt sich außerdem an einem Zylinderkopf 7 der Brennkraftmaschine ab.

[0032] An der anderen Seite der Ventilkappe 5 liegt ein Schlepphebel 8 an, der mit einem Nockenfolgerhebel 9 zusammenwirkt. Er wird durch eine Nockenwelle 10 geschwenkt, deren Nocken 11 mit dem jeweiligen Nockenfolgerhebel 9 zusammenwirken.

[0033] Die Nockenwelle 10 dreht um die Achse 12. Am Nocken 11 liegt der Nockenfolgerhebel 9 mit einer Rolle 13 an, die um eine Achse 14 drehbar am Nockenfolgerhebel 9 gelagert ist. Der Nockenfolgerhebel 9 ist um eine ortsfeste Achse 15 schwenkbar im Zylinderkopf 7 gelagert.

[0034] Der Nockenfolgerhebel 9 hat einen in Bezug auf die Schwenkachse 15 radial abstehenden Arm 16, an dem die Rolle 13 drehbar gelagert ist. Die Breite des Armes 16 ist geringer als der Außendurchmesser der Rolle 13, so dass der Nockenfolgerhebel 9 nur mit der Rolle 13 am Nocken 11 anliegt.

[0035] Der Schlepphebel 8 ist auf einem Führungse-

lement 17 gelagert, das auf einem Stützelement 18 sitzt. Es ist vorteilhaft in seiner Achsrichtung verstellbar im Zylinderkopf 7 gelagert. Das Abstützelement 18 kann beispielsweise nach Art einer Schraube ausgebildet sein, so dass eine stufenlose Justierung des Führungselementes 17 möglich ist. Das Abstützelement 18 kann aber auch beispielsweise hydraulisch verstellbar sein.

[0036] Das Führungselement 17 weist auf seiner dem Schlepphebel 8 zugewandten Seite eine konkave Steuerbahn 19 auf, die einen Krümmungsradius R_2 hat. An der Steuerbahn 19 des Führungselementes 17 liegt der Schlepphebel 8 mit einer Steuerbahn 20 an. Sie ist konvex gekrümmt und hat den Krümmungsradius R_4 , der kleiner ist als der Krümmungsradius R_2 der Steuerbahn 19. Die Steuerbahn 20 ist vorteilhaft an einem vorstehenden gekrümmten Arm 21 des Schlepphebels 8 vorgesehen. Er ist an seiner der Steuerbahn 20 gegenüberliegenden Seite mit einer konkav gekrümmten Fläche 22 versehen, die eine Durchgangsöffnung 36 für eine Steuerwelle 23 teilweise begrenzt. Sie ist als Exzenterwelle ausgebildet. Durch Drehen der Exzenterwelle 23 um die Achse 24 wird der Schlepphebel 8 quer zur Achse 24 und zur Ventilachse verstellt. Das maximale Verstellmaß wird durch die Exzentrizität der Steuerwelle 23 bestimmt. Mit der Steuerwelle 23 wird die Größe des Ventilhubes eingestellt.

[0037] Die Anlage des Schlepphebels 8 an der Steuerwelle 23 erfolgt über eine Rolle 25, die um die Achse 26 frei drehbar am Schlepphebel 8 gelagert ist. Die Rolle 25 ragt über die Fläche 22 vor und liegt an einer Mantelfläche 27a eines Exzenters 27 der Steuerwelle 23 an.

[0038] Der Kontaktbereich 28 zwischen den beiden Steuerbahnen 19, 20 und der Kontaktbereich 29 zwischen der Rolle 25 und dem Exzenter 27 liegen auf verschiedenen Seiten der Achse 24 der Steuerwelle 23 sowie auf unterschiedlicher Höhe.

[0039] Der Schlepphebel 8 liegt an der Ventilkappe 5 mit einer Steuerbahn 30 an, die konvex gekrümmt verläuft und den Krümmungsradius R_3 hat. Er ist kleiner als die Krümmungsradien R_2 und R_4 . Die Anlagenseite der Ventilkappe 5 ist eben. Aufgrund der gekrümmten Steuerbahn 30 ist die Reibung zwischen dem Schlepphebel 8 und der Ventilkappe 5 gering. Die Steuerbahn 30 ist vorteilhaft an einem vorstehenden Arm 31 des Schlepphebels 8 vorgesehen.

[0040] Die Anlage des Schlepphebels 8 am Nockenfolgerhebel 9 erfolgt durch eine frei drehbare Rolle 32, die um die Achse 33 drehbar ist und über den Schlepphebel 8 in Richtung auf den Nockenfolgerhebel 9 vorsteht. Die Rolle 32 liegt an einer Steuerbahn 34 des Nockenfolgerhebels 9 an. Sie hat einen Steuerbahnabschnitt 34a, der mit dem Krümmungsradius R_1 um die Schwenkachse 15 des Nockenfolgerhebels 9 konvex gekrümmt verläuft. Der Steuerbahnabschnitt 34a geht stetig gekrümmt in einen konkaven Steuerbahnabschnitt 34b über. Aufgrund des stetigen Überganges gelangt die Rolle 32 des Schlepphebels 8 bei der Betätigung des Ventils 1 problemlos von der einen auf die andere Steu-

erbahn.

[0041] Der Schlepphebel 8 ist für den Durchtritt der Steuerwelle 23 mit der Öffnung 36 versehen, die in Richtung auf das Führungselement 17 durch den Arm 21 begrenzt ist. Dadurch ist es möglich, die Steuerwelle 23 erst dann zu montieren, wenn der Schlepphebel 8 bereits montiert ist. Umgekehrt ist es dadurch auch möglich, den Schlepphebel 8 bei eingebauter Steuerwelle 23 einzubauen oder auszubauen.

[0042] Die Fläche 22 bildet auch die Seitenfläche eines vorstehenden Arms 37, an dem die Rolle 25 gelagert ist. Die Durchgangsöffnung 36 ist zum Rand des Schlepphebels 8 hin offen, so dass die Montage der Steuerwelle 23 und/oder des Schlepphebels 8 einfach möglich ist.

[0043] Auch im Bereich der Rolle 32 hat der Schlepphebel 8 einen vorstehenden Arm 38, über den die Rolle 32 über einen Teil ihres Umfangs ragt.

[0044] Die Krümmungsradien R1 bis R4 von Schlepphebel 8 und Nockenfolgerhebel 9 sind so aufeinander abgestimmt, dass bei einer Verstellung des Ventilhubes durch die Steuerwelle 23 das Gaswechselventil 1 nicht geöffnet wird, solange die Rolle 13 des Nockenfolgerhebels 9 in Berührung mit dem Grundkreisabschnitt 39 der Nocke 11 ist. In Fig. 1 liegt die Rolle 13 an diesem Grundkreisabschnitt 39 der Nocke 11 an. Aufgrund der Abstimmung der Krümmungsradien R1 bis R4 ist sichergestellt, dass beim Einstellen des Ventilhubes das Ventil 1 in der Kompressions- und in der Arbeitsphase der Brennkraftmaschine nicht geöffnet wird. Die Verstellung der Größe des Ventilhubes erfolgt stets dann, wenn die Rolle 13 am Grundkreisabschnitt 39 der Nocke 11 anliegt. Dreht anschließend die Nockenwelle 10 um ihre Achse 12, dann wird der Nockenfolgerhebel 9 um seine Achse 15 geschwenkt, wodurch der Schlepphebel 8 entsprechend geschwenkt wird. Dabei läuft die Rolle 32 längs der Steuerbahn 34 des Nockenfolgerhebels 9. Das Ventil 1 wird entsprechend dem eingestellten Hub geöffnet und geschlossen. Die gekrümmte Steuerbahn 30 des Schlepphebels 8 erlaubt einen zuverlässigen Hub des Ventils 1.

[0045] In Fig. 2 ist die Maximalverstellung des Schlepphebels 8 durch die Steuerwelle 23 dargestellt. Im Vergleich zur Stellung gemäß Fig. 1 ist die Steuerwelle 23 um 180° gedreht worden. Da der Schlepphebel 8 mittels der Rolle 25 am Exzenter 27 der Steuerwelle 23 anliegt, wird der Schlepphebel 8 in Fig. 2 nach rechts verschoben. Der Arm 21 gleitet mit seiner Steuerbahn 20 auf der Steuerbahn 19 des Führungselementes 17. Gleichzeitig gleitet der Schlepphebel 8 mit der Steuerbahn 30 auf der Ventilkappe 5.

[0046] Da der Schlepphebel 8 mit der Rolle 32 an der Steuerbahn 34 des Nockenfolgerhebels 9 anliegt, hat die Verschiebung des Schlepphebels 8 durch die Steuerwelle 23 zur Folge, dass die Rolle 32 längs der Steuerbahn 34 des Nockenfolgerhebels 9 um ein entsprechendes Maß bewegt wird. Aufgrund der Krümmung der Steuerbahn 34 wird der Schlepphebel 8 nicht nur quer zur Achse des Ventilstößels 2 verschoben, sondern auch geringfügig geschwenkt.

[0047] Da die Rollen 25, 32 des Schlepphebels 8 frei drehbar gelagert sind, kann die Verstellung des Schlepphebels 8 reibungsarm und zuverlässig durchgeführt werden. Die gekrümmten Steuerbahnen 20, 30 unterstützen die reibungsarme Verstellung des Schlepphebels 8.

[0048] Der schwimmend gelagerte Schlepphebel 8 wird zuverlässig durch die Steuerwelle 23 bzw. durch die Anlage der Rolle 25 am Exzenter 27 durch die Rolle 32, das Führungselement 17 und die Ventilkappe 5 gehalten. Der Nockenfolgerhebel 9, der über die Rolle 13 an der Nockenwelle 10 abgestützt ist, bildet die Abstützung für die Rolle 32 des Schlepphebels 8. Der Schlepphebel 8 wird über den Nockenfolgerhebel 9 gegen die Steuerwelle 23 und gegen die Ventilkappe 5 belastet. Auf diese Weise wird der Schlepphebel 8 sicher in seiner Einbaulage gehalten. Die Steuerwelle 23 und der Nockenfolgerhebel 9 liegen in jeder Lage an einander gegenüberliegenden Seiten des Schlepphebels 8 an, der dadurch in seiner Längsrichtung quer zur Achse des Ventils 1 lagegesichert ist.

[0049] Der Schlepphebel 8 ist ein einfach herstellbares Bauteil, an dem sich die frei drehbaren, Abstand voneinander aufweisenden Rollen 25, 32 einfach anbringen lassen. Die Justage der Lage des Schlepphebels 8 ist einfach möglich. So kann das Führungselement 17 mit Hilfe des Abstützelementes 18 in Achsrichtung des Abstützelementes feinfühlig verstellt werden. Die Verstellrichtung liegt vorteilhaft parallel zur Ventilachse. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Rolle 13 des Nockenfolgerhebels 9 exzentrisch einstellbar auszubilden. Die Verstellrichtung liegt vorteilhaft parallel zur Ventilachse. Eine weitere Möglichkeit der Lagejustierung besteht darin, die Rolle 32, mit der der Schlepphebel 8 am Nockenfolgerhebel 9 anliegt, exzentrisch einstellbar vorzusehen.

[0050] Die beschriebenen Einstellmöglichkeiten können einzeln oder auch in beliebiger Kombination miteinander vorgesehen sein. Auf diese Weise besteht die Möglichkeit, den Schlepphebel 8 optimal in der Einbaulage feinfühlig zu justieren.

[0051] In der Brennkraftmaschine können die Ventilsteuerungen so ausgebildet sein, dass zwei benachbarte Ventilsteuerungen zur Ventilhubverstellung im Zylinderkopf 7 unterschiedliche Steuerbahnen 34 am Nockenfolgerhebel 9 und/oder unterschiedliche Steuerbahnen 27a am Exzenter 27 der Steuerwelle 23 aufweisen.

[0052] Im dargestellten und bevorzugten Ausführungsbeispiel haben die Steuerbahnen 19 und 20 des Führungselementes 17 und des Schlepphebels 8 unterschiedliche Krümmungsradien. Dadurch wird erreicht, dass der Schlepphebel 8 und das Führungselement 17 im Wesentlichen mit Linienberührung aneinander liegen. Grundsätzlich ist es aber auch möglich, dass die Steuerbahnen 19 und 20 gleichen Krümmungsradius haben. Auch dann ist die beschriebene Verstellung des Schlepphebels 8 möglich.

[0053] Wird die Nockenwelle 10 beim Betrieb der Brennkraftmaschine um ihre Achse 12 gedreht, dann wird der Ventilstößel 2 über den Nockenfolgerhebel und

den Schlepphebel 8 geöffnet und geschlossen, wobei der Hubweg abhängig ist von der eingestellten Position des Schlepphebels 8. Die Druckfeder 6 sorgt dafür, dass die Ventilkappe 5 stets am Schlepphebel 8 anliegt und der Ventilteller 3 in seine Schließstellung zurückgeführt wird. Vorteilhaft ist die Ventilkappe 5 relativ zum Ventilstößel 2 begrenzt axial verschiebbar. Dadurch kann ein eventuelles Spiel zwischen der Ventilkappe 5 und der Steuerbahn 30 des Schlepphebels 8 aufgehoben werden. In diesem Falle sitzt die Ventilkappe 5 auf einem Bolzen 41, der in den Ventilstößel 2 ragt und der unter der Kraft einer den Bolzen 41 umgebenden Druckfeder 42 steht. Sie stützt sich an der Stirnseite des Ventilstößels 2 sowie an einem verdickten Bereich 43 des Bolzens 41 ab. Die Druckfeder 42 sorgt bei geschlossenem Ventil dafür, dass die Ventilkappe 5 an der Steuerbahn 30 des Schlepphebels 8 anliegt.

Patentansprüche

1. Ventilsteuerung für ein Gaswechselventil (1) einer Brennkraftmaschine, mit einem Nockenfolgerhebel (9), der mit einer Nockenwelle (10) zusammenwirkt und an dem ein Schlepphebel (8) anliegt, der das Ventil (1) betätigt und der zur Ventilhubverstellung mit einer Verstelleinrichtung verstellbar ist, wobei der Nockenfolgerhebel (9) und der Schlepphebel (8) gekrümmte Steuerflächen (34; 20, 30) haben, der Schlepphebel (8) mit einer ersten Steuerfläche (20) an einer gekrümmten Steuerfläche (19) eines maschinenseitigen Führungselementes (17) und mit einer zweiten Steuerfläche (30) an einem Ventilelement (5) anliegt, und wobei die Krümmungsradien (R1 bis R4) der Steuerflächen (34; 19; 30, 20) des Nockenfolgerhebels (9), des Führungselementes (17) und des Schlepphebels (8) so aufeinander abgestimmt sind, dass bei Verstellung des Ventilhubes das Ventil (1) nicht öffnet, während der Nockenfolgerhebel (9) am Grundkreisabschnitt (39) des Nockens (11) der Nockenwelle (10) anliegt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schlepphebel (8) eine Durchgangsöffnung (36) für die Verstelleinrichtung (23) aufweist, die eine Steuerwelle aufweist, die mit einer Steuerfläche (27a) versehen ist, an der der Schlepphebel (8) anliegt, und dass der Schlepphebel (8) zur schwimmenden Lagerung über den Nockenfolgerhebel (9) gegen die Steuerwelle (23) und gegen das Ventilelement (5) belastet ist, wobei die Steuerwelle (23) und der Nockenfolgerhebel (9) in jeder Lage an einander gegenüberliegenden Seiten des Schlepphebels (8) anliegen.
2. Ventilsteuerung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerfläche (19) des Führungselementes (15) größeren Krümmungsradius (R2) hat als die erste Steuerfläche (20) des Schlepphebels (8).

3. Ventilsteuerung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Steuerflächen (19, 20) von Führungselement (17) und Schlepphebel (8) gleichen Krümmungsradius (R2, R4) haben.
4. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Steuerfläche (30) des Schlepphebels (8) kleineren Krümmungsradius (R3) hat als die erste Steuerfläche (20) des Schlepphebels (8) und/oder die Steuerfläche (19) des Führungselementes (17).
5. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerfläche (34) des Nockenfolgerhebels (9) einen ersten Steuerflächenabschnitt (34a) aufweist, der einen Krümmungsradius (R1) aufweist.
6. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Steuerflächenabschnitt (34a) stetig gekrümmt in einen zweiten Steuerflächenabschnitt (34b) übergeht, der entgegengesetzt zum ersten Steuerflächenabschnitt (34a) gekrümmt ist.
7. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schlepphebel (8) mit einer frei drehbaren Rolle (32) an der Steuerfläche (34) des Nockenfolgerhebels (9) anliegt.
8. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerfläche (27a) die Mantelfläche eines Exzenters (27) der Steuerwelle (23) ist.
9. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schlepphebel (8) mit einer frei drehbaren Rolle (25) an der Steuerfläche (27a) der Steuerwelle (23) anliegt.
10. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Führungselement (17) quer zur Achse der Steuerwelle (23) einstellbar ist.
11. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Justage des Schlepphebels (8) über das Ventilelement (5) und/oder über eine exzentrisch einstellbare Lagerachse (14) einer an der Nockenwelle (10) anliegenden Rolle (13) des Nockenfolgerhebels (9) und/oder über eine exzentrisch einstellbare Lagerachse (33) der am Nockenfolgerhebel (9) anliegenden Rolle (32) des Schlepphebels (8) und/oder über eine exzentrisch einstellbare Lagerachse (26) der an der Steuerwelle (23) anliegenden Rolle (25) des Schlepphebels (8) und/oder über das verstellbare

Führungselement (17) erfolgt.

12. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei benachbarte Ventilsteuerungen zur Ventilhubverstellung unterschiedliche Steuerflächen (34) am Nockenfolgerhebel (9) und/oder unterschiedliche Steuerflächen (27a) an der Steuerwelle (23) aufweisen.

Claims

1. Valve control for a gas exchange valve (1) of a combustion engine with a cam follower lever (9) which interacts with a cam shaft (10) and on which a rocker arm (8) abuts which actuates the valve (1) and which is adjustable with an adjusting device to adjust the valve stroke, wherein the cam follower lever (9) and the rocker arm (8) have curved control surface (34; 20, 30), the rocker arm (8) abutting with a first control surface (20) on a curved control surface (19) of an engine-side guide element (17) and with a second control surface (30) abutting on a valve element (5) and wherein the curvature radii (R1 to R4) of the control surfaces (34; 19; 30, 20) of the cam follower lever (9), of the guide element (17) and of the rocker arm (8) are matched to each other in such a way that on adjustment of the valve stroke the valve (1) does not open while the cam follower lever (9) is in contact with the basic circular section (39) of the cam (11) of the cam shaft (10), **characterised in that** the rocker arm (8) comprises a through opening (36) for the adjusting device (23) which has a control shaft which has a control surface (27a) on which the rocker arm (8) abuts and **in that** the rocker arm (8) for floating bearing is forced by way of the cam follower lever (9) against the control shaft (23) and against the valve element (5) so that in every position the control shaft (23) and the cam follower lever (9) abut opposite sides of the rocker arm (8).
2. Valve control according to claim 1, **characterised in that** the control surface (19) of the guide element (15) has a larger curvature radius (R2) than the first control surface (20) of the rocker arm (8).
3. Valve control according to claim 1, **characterised in that** the two control surfaces (19, 20) of guide element (17) and rocker arm (8) have the same curvature radius (R2, R4).
4. Valve control according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the second control surface (30) of the rocker arm (8) has a smaller curvature radius (R3) than the first control surface (20) of the rocker arm (8) and/or the control surface (19) of the

guide element (17).

5. Valve control according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the control surface (34) of the cam follower lever (9) has a first control surface section (34a) which has a curvature radius (R1).
6. Valve control according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the first control surface section (34a) passes continuously curved into a second control surface section (34b) which is curved in the opposite manner to the first control surface section (34a).
7. Valve control according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the rocker arm (8) abuts the control surface (34) of the cam follower lever (9) with a freely rotating roller (32).
8. Valve control according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** the control surface (27a) is the lateral surface of an eccentric cam (27) of the control shaft (23).
9. Valve control according to any one of claims 1 to 8, **characterised in that** the rocker arm (8) abuts the control surface (27a) of the control shaft (23) with a freely rotating roller (25).
10. Valve control according to any one of claims 1 to 9, **characterised in that** the guide element (17) is adjustable perpendicularly to the axis of the control shaft (23).
11. Valve control according to any one of claims 1 to 10, **characterised in that** the adjusting of the rocker arm (8) takes place by way of the valve element (5) and/or by way of an eccentrically adjustable bearing axle (14) of a roller (13) of the cam follower lever (9) abutting the cam shaft (10) and/or by way of an eccentrically adjustable bearing axle (33) of the roller (32) of the rocker arm (8) abutting the cam follower lever (9) and/or by way of an eccentrically adjustable bearing axle (26) of the roller (25) of the rocker arm (8) abutting the control shaft (23) and/or by way of the adjustable guide element (17).
12. The valve control according to any one of claims 1 to 11, **characterised in that** two adjacent valve controls for valve stroke adjustment have different control surfaces (34) on the cam follower lever (9) and/or different control surfaces (27a) on the control shaft (23).

Revendications

1. Commande de soupape pour une soupape d'échange de gaz (1) d'un moteur à combustion interne, pourvue d'un levier suiveur de came (9), qui coopère avec un arbre à cames (10) et auquel est adjacent un culbuteur (8) qui actionne la soupape (1) et qui pour le réglage de la course de la soupape est réglable à l'aide d'un système de réglage, le levier suiveur de came (9) et le culbuteur (8) ayant des surfaces de commande (34 ; 20, 30) incurvées, par une première surface de commande (20), le culbuteur (8) étant adjacent à une surface de commande (19) incurvée d'un élément de guidage (17) se trouvant sur la machine et par une deuxième surface de commande (30), étant adjacent à un élément de soupape (5) et les rayons de courbure (R1 à R4) des surfaces de commande (34 ; 19 ; 30, 20) du levier suiveur de came (9), de l'élément de guidage (17) et du culbuteur (8) étant adaptés les uns aux autres de telle sorte que lors du réglage de la course de la soupape, la soupape (1) ne s'ouvre pas pendant que le levier suiveur de came (9) est adjacent au segment de cercle de base (39) de la came (11) de l'arbre à cames (10),
caractérisée en ce que le culbuteur (8) comporte un orifice de passage (36) pour le système de réglage (23) qui comporte un arbre de commande qui est muni d'une surface de commande (27a) à laquelle est adjacent le culbuteur (8) et **en ce que** pour le logement flottant, le culbuteur (8) est contraint par l'intermédiaire du levier suiveur de came (9) contre l'arbre de commande (23) et contre l'élément de soupape (5), dans chaque position, l'arbre de commande (23) et le levier suiveur de came (9) étant adjacents à des côtés mutuellement opposés du culbuteur (8).
2. Commande de soupape selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la surface de commande (19) de l'élément de guidage (15) a un rayon de courbure (R2) supérieur à celui de la première surface de commande (20) du culbuteur (8).
3. Commande de soupape selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les deux surfaces de commande (19, 20) de l'élément de guidage (17) et du culbuteur (8) ont un même rayon de courbure (R2, R4).
4. Commande de soupape selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** la deuxième surface de commande (30) du culbuteur (8) a un rayon de courbure (R3) inférieur à celui de la première surface de commande (20) du culbuteur (8) et/ou de la surface de commande (19) de l'élément de guidage (17).
5. Commande de soupape selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** la surface de commande (34) du levier suiveur de came (9) comporte un premier segment de surface de commande (34a) qui présente un rayon de courbure (R1).
6. Commande de soupape selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** le premier segment de surface de commande (34a) passe en étant constamment incurvé dans un deuxième segment de surface de commande (34b) qui est incurvé à l'opposé du premier segment de surface de commande (34a).
7. Commande de soupape selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** le culbuteur (8) est adjacent par un galet (32) librement rotatif à la surface de commande (34) du levier suiveur de came (9).
8. Commande de soupape selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** la surface de commande (27a) est la surface d'enveloppe d'un excentrique (27) de l'arbre de commande (23).
9. Commande de soupape selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** le culbuteur (8) est adjacent par un galet (25) librement rotatif à la surface de commande (27a) de l'arbre de commande (23).
10. Commande de soupape selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce que** l'élément de guidage (17) est réglable à la transversale de l'arbre de commande (23).
11. Commande de soupape selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisée en ce que** l'ajustage du culbuteur (8) s'effectue via l'élément de soupape (5) et/ou via un axe de palier (14) à réglage excentrique d'un galet (13) adjacent à l'arbre à cames (10) du levier suiveur de came (9) et/ou via un axe de palier (33) à réglage excentrique du galet (32) adjacent au levier suiveur de came (9) du culbuteur (8) et/ou via un axe de palier (26) à réglage excentrique du galet (25) adjacent à l'arbre de commande (23) du culbuteur (8) et/ou via l'élément de guidage (17) réglable.
12. Commande de soupape selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisée en ce que** pour le réglage de la course de la soupape, deux commandes de soupape voisines comportent différentes surfaces de commande (34) sur le levier suiveur de came (9) et/ou différentes

surfaces de commande (27a) sur l'arbre de commande (23).

5

10

15

20

25

30

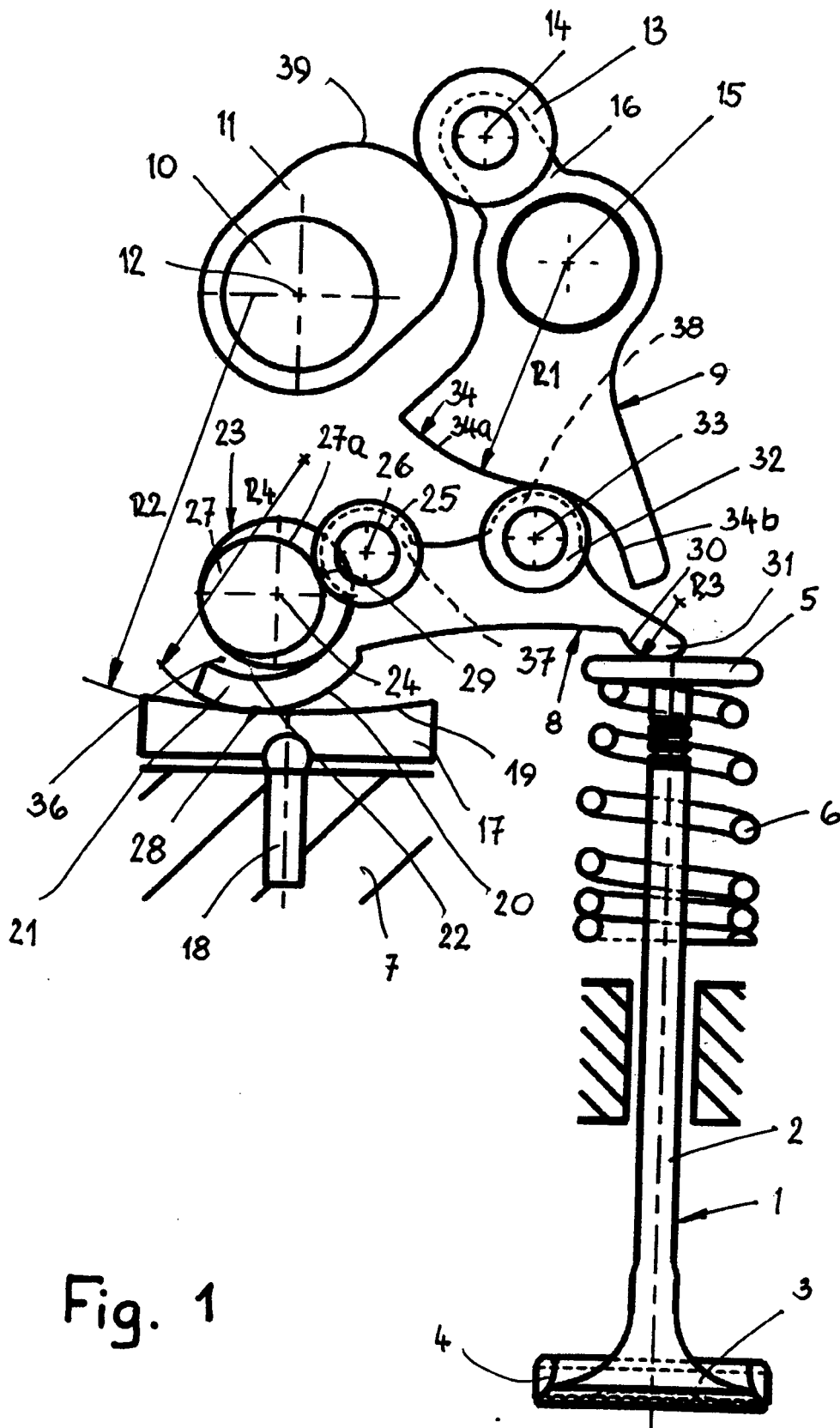
35

40

45

50

55



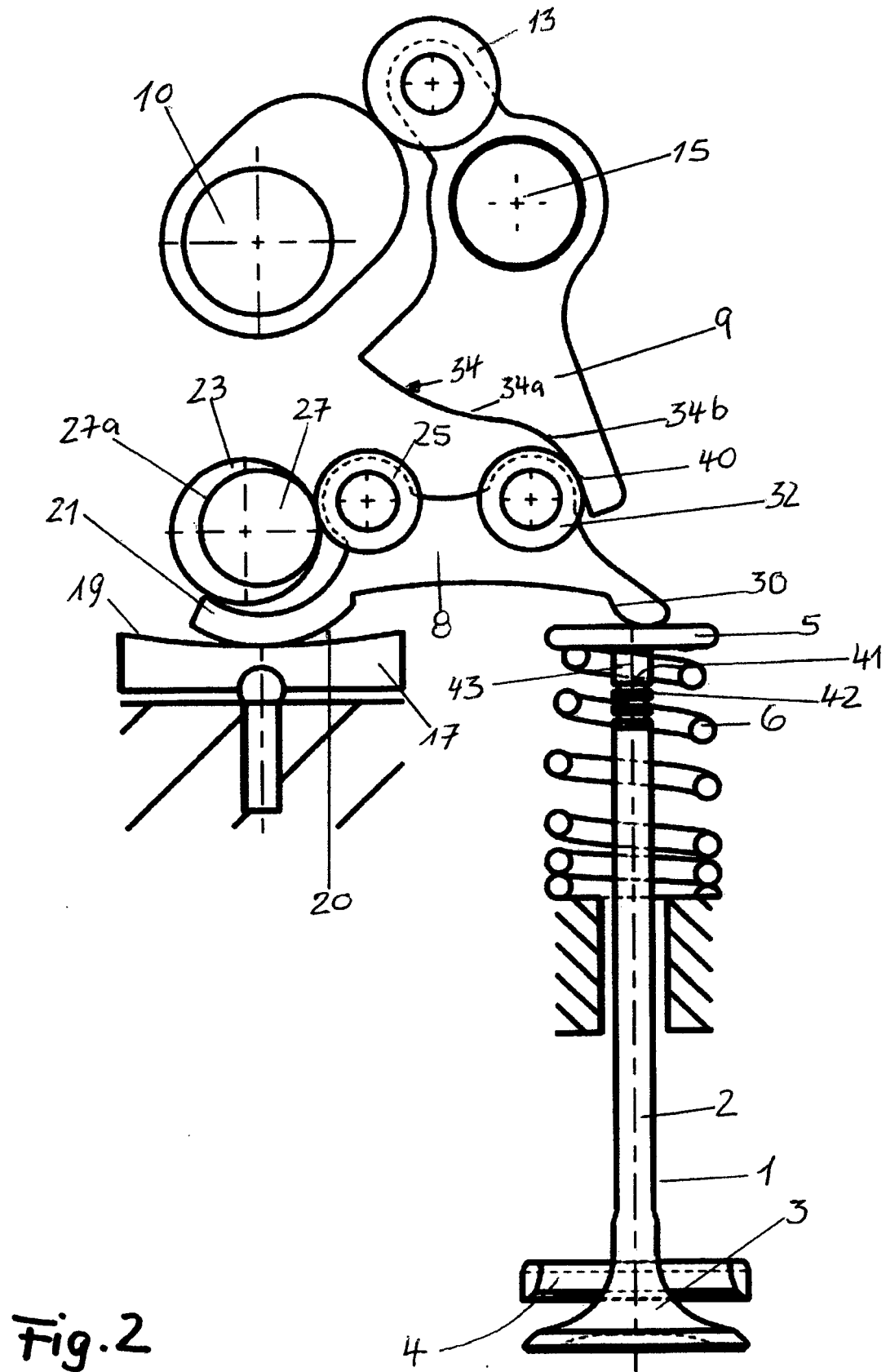


Fig. 2

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

- EP 1754862 A2 **[0002]**
- DE 10140635 A1 **[0003]**
- DE 4112833 A1 **[0004]**
- DE 10164493 A1 **[0005]**
- DE 10261304 A1 **[0006]**
- DE 2951361 A1 **[0007]**