

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. Januar 2006 (05.01.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/000004 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F01L 13/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2005/000221

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Juni 2005 (23.06.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 1071/2004 24. Juni 2004 (24.06.2004) AT
A 1118/2004 1. Juli 2004 (01.07.2004) AT
A 1234/2004 20. Juli 2004 (20.07.2004) AT

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **AVL LIST GMBH** [AT/AT]; Hans-List-Platz 1,
A-8020 GRAZ (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WAGNER, Johann**

[AT/AT]; Körntnerstrasse 218/37, A-8053 GRAZ (AT).
MELDE-TUCZAI, Helmut [AT/AT]; Petersbergen-
strasse 166a, A-8042 GRAZ (AT). **RIEGER, Johannes**
[AT/AT]; A-8102 SEMRIACH 133 (AT).

(74) Anwalt: **BABELUK, Michael**; Mariahilfer Gürtel 39/17,
A-1150 WIEN (AT).

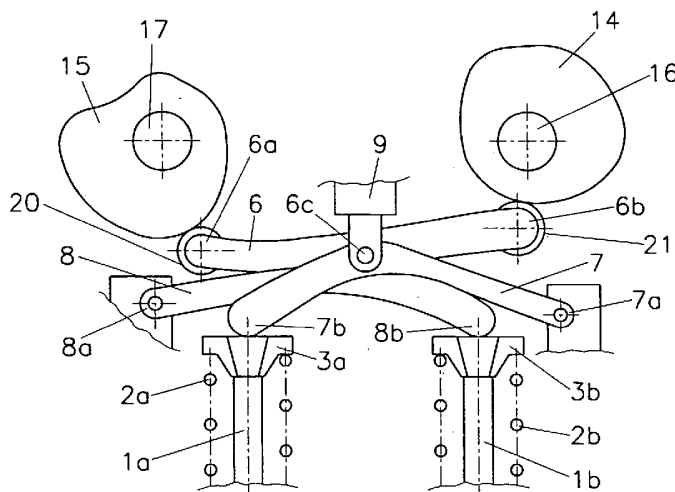
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA,
MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: An internal combustion engine has at least one cylinder and at least one gas exchange valve (1; 1a, 1b) controlled by a first cam (14) on a first camshaft (16) and by a second cam (15) on a second camshaft (17), at least one camshaft (16, 17) having an adjustable phase position in order to modify the control times of the gas exchange valve (1; 1a, 1b). The first cam (14) acts upon actuating means (6, 10) and the second cam (15) upon actuating means (6, 10) which actuate the gas exchange valve (6, 10). The actuating means (6, 10) are designed in such a way that the gas exchange valve (1) opens only when both the first cam (14) and the second cam (15) are acting upon the actuating means (6, 10). A simple structure with very high degrees of freedom for the control is achieved in that the actuating means (6, 10) comprise a lever which actuates the gas exchange valve (1; 1a, 1b) and is actuated by both cams (14, 15).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/000004 A2



ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung mit mindestens einem Zylinder und mit mindestens einem Gaswechselventil (1; 1a, 1b), das durch eine erste Nockenwelle (16) über einen ersten Nocken (14) und eine zweite Nockenwelle (17) über einen zweiten Nocken (15) gesteuert ist, wobei mindestens eine Nockenwelle (16, 17) zur Veränderung der Steuerzeiten des Gaswechselventils (1; 1a, 1b) in ihrer Phasenlage verstellbar ausgeführt ist, wobei der erste Nocken (14) auf ein Betätigungsmittel (6, 10) einwirkt und der zweite Nocken (15) auf ein Betätigungsmittel (6, 10) einwirkt, welches Betätigungsmittel (6, 10) das Gaswechselventil (1; 1a, 1b) betätigt, wobei das Betätigungsmittel (6, 10) so ausgebildet ist, dass das Gaswechselventil (1) dann und nur dann geöffnet ist, wenn sowohl der erste Nocken (14) als auch der zweite Nocken (15) auf das Betätigungsmittel (6, 10) einwirken. Ein einfacher Aufbau bei sehr großen Freiheitsgraden in der Steuerung wird dadurch erreicht, dass das Betätigungsmittel (6, 10) einen Hebel umfasst, der das Gaswechselventil (1; 1a, 1b) betätigt und der von beiden Nocken (14, 15) betätigt wird.

Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung mit mindestens einem Zylinder und mit mindestens einem Gaswechselventil, das durch eine erste Nockenwelle über einen ersten Nocken und eine zweite Nockenwelle über einen zweiten Nocken gesteuert ist, wobei mindestens eine Nockenwelle zur Veränderung der Steuerzeiten des Gaswechselventils in ihrer Phasenlage verstellbar ausgeführt ist, wobei der erste Nocken auf ein Betätigungsmittel einwirkt und der zweite Nocken auf ein Betätigungsmittel einwirkt, welches Betätigungsmittel das Gaswechselventil betätigt, wobei das Betätigungsmittel so ausgebildet ist, dass das Gaswechselventil dann und nur dann geöffnet ist, wenn sowohl der erste Nocken als auch der zweite Nocken auf das Betätigungsmittel einwirken. Weiters betrifft die Erfindung Vorrichtung zum Zuschalten einer zusätzlichen Nockenerhebung für eine Brennkraftmaschine mit zumindest einem über einen Nocken einer Nockenwelle betätigten Gaswechselventil, mit zumindest einem vorzugsweise im Bereich des Grundkreises des Nockens in einer radialen Querbohrung der Nockenwelle verschiebbar gelagerten Druckkörper, welcher mittels eines innerhalb der hohlen Nockenwelle axial zumindest zwischen zwei Stellungen mittels einer axial innerhalb der Nockenwelle verschiebbar angeordneten Stellstange verstellbar ist, wobei die Stellstange zumindest eine Rampenfläche im Kontaktbereich des Druckkörpers aufweist, wobei der Verschiebeweg des Druckkörpers in der Querbohrung radial nach außen hin und/oder die Verdrehbarkeit des Druckkörpers in der Querbohrung begrenzt ist. Die Erfindung betrifft ferner auch eine Brennkraftmaschine mit einer variablen Ventilbetätigungseinrichtung mit zumindest einer geteilten Nockenordnung, welche zumindest einen fest mit einer Nockenwelle verbundenen Nocken und zumindest einen um eine Drehachse parallel zur Nockenwellenachse zwischen zumindest zwei Stellungen verdrehbaren Zusatznocken aufweist.

Es ist bekannt, dass Brennkraftmaschinen mit innerer Verbrennung optimiert werden können, indem die Ventilsteuerzeiten der Einlass- und Auslassventile in Abhängigkeit von dem jeweiligen Betriebszustand verändert werden.

Durch eine solche Maßnahme kann sowohl die Leistung erhöht werden, als auch Kraftstoffverbrauch und die Abgasemissionen verringert werden. Eine bekannte Möglichkeit, eine solche Veränderung der Ventilsteuerzeiten zu realisieren, besteht darin, die Nockenwelle, die die Betätigung des betreffenden Ventils vornimmt, gegenüber einer Normalstellung geringfügig zu verdrehen. Es ist klar, dass auf diese Weise die Dauer der Ventilöffnung und der Ventilhub bei der Öffnung unveränderlich sind.

Aus der EP 0 596 860 A ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Veränderung der Ventilsteuerzeiten bekannt, bei denen sich jeder Nocken aus zwei Halbnocken zusammensetzt, die gegeneinander verdrehbar sind. Auf diese Weise ist es möglich, auch die Ventilöffnungsdauer zu verändern. Um die Halbnocken unabhängig voneinander verstellen zu können, ist innerhalb einer hohl gebohrten Nockenwelle eine Innenwelle vorgesehen, die gegenüber der Nockenwelle verdrehbar ist. Auf diese Weise können zwar sowohl der Beginn der Ventilöffnung als auch das Ende der Ventilöffnung innerhalb gewisser Grenzen unabhängig voneinander eingestellt werden, aber der Ventilhub ist nach wie vor vorgegeben, und außerdem ist die Vorrichtung komplex und aufwendig.

Eine weitere Lösung zur Realisierung von Ventilsteuerzeiten, bei denen Öffnungs- und Schließbewegung unabhängig voneinander verändert werden können, ist in der EP 0 909 882 A beschrieben. Dabei wird ein Ventil durch zwei Nockenwellen betätigt, von denen eine im Wesentlichen die Ventilöffnungsbewegung und die andere die Ventilschließbewegung initiiert. Auch bei dieser Lösung ist nachteilig, dass der Ventilhub unveränderlich ist und dass die mechanische Komplexität groß ist.

Aus der EP 1 375 843 A der Anmelderin der vorliegenden Erfindung ist eine Brennkraftmaschine bekannt, die einen Ventilbetätigungsmechanismus aufweist, der eine Verbesserung der zuvor beschriebenen Lösungen bietet. Die Ventilbetätigung erfolgt dabei hydraulisch. Diese hydraulische Betätigung ist in manchen Fällen unerwünscht, wenn konstruktive Vorgaben entgegenstehen.

Die DE 24 56 752 zeigt eine rein mechanische Lösung, die jedoch nur einen sehr eingeschränkten Verstellbereich bietet.

Vorrichtungen zum Zuschalten einer zusätzlichen Nockenerhebung werden für Abgasrückführungseinrichtungen, Dekompressionseinrichtung und Auspuffbrems-einrichtungen eingesetzt.

In der MTZ 2/2003, Jahrgang 64, Seite 100 wird eine schaltbare Nockenwelle für eine Motorbremse mit einer Vorrichtung zum Zuschalten einer zusätzlichen Nockenerhebung für eine Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art bekannt. Der Verschiebeweg und die Verdrehbarkeit des Druckkörpers wird dabei durch zwei beidseitig des Druckkörpers an der Oberfläche der Nockenwelle angeschraubten Spangen begrenzt. Die Anzahl der Teile ist relativ groß, die Montage aufwendig und die Betriebssicherheit über lange Betriebszeit nicht gesichert.

Aus der EP 1 247 951 A2 ist eine Dekompressionseinrichtung mit einer innerhalb einer Nockenwelle angeordneten Stellstange bekannt, welche eine durch eine umlaufende Nut gebildete Rampenfläche aufweist, über die ein Zapfen im Bereich

eines Nockengrundkreises radial verschoben werden kann. Die Stellstange wird über einen Seilzug bewegt.

Die US 1,439,798 offenbart eine Dekompressionseinrichtung mit einer in einer Nockenwelle angeordneten Stellstange, welche im Bereich eines radial in der Nockenwelle im Bereich eines Grundkreises eines Nockens angeordneten Zapfens Rampenflächen aufweist, welche auf den Zapfen einwirken. Durch Verschieben der Stellstange in Richtung der Längsachse der Nockenwelle gleitet der radiale Zapfen entlang den Rampenflächen und wird in radialer Richtung verschoben. Das Ein- und Ausfahren des radialen Zapfens erfolgt dabei zwangsgesteuert.

Weiters sind einfache Ventilbetätigungseinrichtungen mit starren Zusatznocken bekannt, welche eine interne Abgasrückführung kostengünstig und zuverlässig bewerkstelligen. Die fehlende Deaktivierbarkeit bei zusätzlicher Nockenerhebung ist allerdings in bestimmten Lastfällen im Abgaszyklus nachteilig.

Aus der US 5,136,887 ist eine variable Ventilbetätigungseinrichtung für eine Brennkraftmaschine bekannt, welche einen mittels einer innerhalb der Nockenwelle angeordneten Steuerquelle verdrehbaren Nocken aufweist.

Die US 4,498,352 zeigt eine Nockenwellenanordnung mit einem geteilten Nocken. Mittels einer innerhalb der hohlen Nockenwelle angeordneten Steuerwelle können die beiden Teilnocken relativ zueinander verdreht werden. Auch die FR 1 109 790 A zeigt eine ähnliche Nockenordnung mit geteilten Nocken.

Weiters sind aus den Veröffentlichungen US 4,522,085 und DE 29 21 645 A1 Nockenwellenanordnungen mit geteilten Nocken bekannt, wobei die Nocken mittels einer als Ziehstange ausgebildeten Steuerwelle gegeneinander verdreht werden können. Um dies zu bewirken, weist die Steuerwelle an ihrer Mantelfläche schräg bzw. schraubenförmig verlaufende Nuten auf, in welche Vorsprünge der verdrehbar auf der Nockenwelle angeordneten Nockenteile eingreifen.

Weitere Nockenwellen mit geteilter Nockenordnung, wobei zwei Nockenteile gegeneinander verdreht werden können, sind aus den Veröffentlichungen WO 94/19585 und US 4,917,058 A bekannt. Einer der beiden Nockenteile wird dabei durch eine äußere Verdreheinrichtung gegenüber dem anderen Nockenteil verdreht.

Die bekannten Anordnungen haben alle den Nachteil, dass sie eine hohe Anzahl an konstruktiv komplexen Bauteilen aufweisen, was den Fertigungsaufwand wesentlich erhöht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Brennkraftmaschine mit einer Ventilsteuerung anzugeben, die diese Nachteile vermeidet und große Freiheitsgrade bei der Einstellung der Ventilöffnungszeiten und bei der Hubhöhe der Ventildbewegung ermöglicht. Dabei sollen die Vorteile der aus der EP 1 375 843 A bekannten Lösung durch eine rein mechanische Lösung erreicht werden, wobei der Aufwand möglichst gering sein soll, so dass eine kostengünstige Herstellung und Instandhaltung erreicht werden kann. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, auf möglichst einfache Weise eine kostengünstige, robuste und zuverlässige Vorrichtung zum Zuschalten einer zusätzlichen Nockenerhebung zu schaffen. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, den konstruktiven Aufwand für eine variable Ventilbetätigungseinrichtung bei einer Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art zu vermindern.

Erfindungsgemäß werden diese Aufgaben durch gelöst, dass das Betätigungsmittel einen Hebel umfasst, der das Gaswechselventil betätigt und der von beiden Nocken betätigt wird.

Wesentlich an der Erfindung ist das Betätigungsmittel, das einen Hebel umfasst oder als Hebel ausgebildet ist, der das Gaswechselventil in Abhängigkeit von beiden Nockenwellen steuert. Durch die erfindungsgemäße Lösung wird eine Vereinfachung des mechanischen Aufbaus erreicht, und es kann auch die Höhe des Ventilhubes beeinflusst werden.

In einer ersten Ausführungsvariante der Erfindung ist das Betätigungsmittel als zweiarmiger Hebel ausgebildet, dessen Enden von den Nocken betätigt werden und dessen Mittelabschnitt mit mindestens einem Betätigungshebel zur Betätigung von mindestens einem Gaswechselventil in Verbindung steht. Ein Anschlag kann dabei sicherstellen, dass das Ventil bzw. die Ventile nur dann öffnen, wenn beide Nocken auf die jeweiligen Betätigungsmittel einwirken. Die Nockenkonturen sind dabei so gestaltet, dass beispielsweise der erste Nocken das Betätigungsmittel vor der frühest möglichen Ventilöffnungszeit beaufschlagt. Dies bedeutet, dass ausschließlich der zweite Nocken die tatsächliche Ventilöffnung veranlasst. Der zweite Nocken ist wiederum so ausgebildet, dass er auch noch bei dem spätest möglichen Ventilschließzeitpunkt das Betätigungsmittel noch beaufschlagt, so dass das Ventil geschlossen wird, wenn der erste Nocken die Beaufschlagung des Betätigungsmittels beendet. Durch unabhängige Verstellung der beiden Nockenwellen können so Öffnungs- und Schließbewegung des Gaswechselventils unabhängig voneinander beeinflusst werden. Wenn die Schließbewegung eingeleitet wird, bevor die Öffnungsbewegung abgeschlossen ist, kann auch der Ventilhub in einfacher Weise verringert werden. Es ist jedoch in einer vereinfachten Ausführungsvariante der Erfindung auch möglich, nur eine der beiden Nockenwellen verstellbar auszuführen, so dass beispielsweise der Ventilöffnungs-

zeitpunkt fix ist, jedoch der Ventilschließzeitpunkt verändert werden kann. Die vollen Vorteile der Erfindung werden jedoch erst dann erreicht, wenn beide Nockenwellen unabhängig voneinander verstellbar sind.

Eine konstruktiv besonders günstige Lösung der Erfindung ist gegeben, wenn der erste Nocken über einen ersten Kipphebel und der zweite Nocken über einen zweiten Kipphebel auf das Betätigungsmittel einwirkt. Ein besonders einfacher Aufbau kann dabei dadurch erreicht werden, wenn der erste Kipphebel und der zweite Kipphebel auf einer gemeinsamen Achse gelagert sind.

Um sicherzustellen, dass zu jedem Zeitpunkt mindestens ein Kipphebel auf das Betätigungsmittel einwirkt, kann in bevorzugter Weise vorgesehen sein, dass einer der Kipphebel einen vorzugsweise einstellbaren Mitnehmer für den anderen Kipphebel aufweist, wodurch dieser betätigt wird, wenn jener nicht betätigt wird. Die Einstellung kann beispielsweise durch eine Schraube am Mitnehmer realisiert sein, die es ermöglicht, die Koordination der Kipphebel entsprechend zu verändern.

Die vorliegende Erfindung ist grundsätzlich für alle Arten von Brennkraftmaschinen, also insbesondere auch für Brennkraftmaschinen mit Fremdzündung und solche mit Selbstzündung, geeignet. Die erfindungsgemäße Ventilsteuerung kann als Gaswechselventil sowohl ein Einlassventil als auch ein Auslassventil ansteuern, oder es können sowohl Einlassventile als auch Auslassventile unabhängig voneinander variabel gesteuert werden.

Eine besonders einfache Ausführung der Brennkraftmaschine wird erreicht, wenn das Gaswechselventil, das von der ersten Nockenwelle und von der zweiten Nockenwelle gesteuert ist, ein Einlassventil ist und dass ein Auslassventil von der ersten Nockenwelle gesteuert ist. Auf diese Weise kann mit zwei Nockenwellen für die Steuerung der Ein- und Auslassventile das Auslangen gefunden werden. In diesem Fall sind die Steuerzeiten des Auslassventils fest mit der Öffnungs- oder mit der Schließbewegung des Einlassventils gekoppelt.

Bei einer Brennkraftmaschine mit drei oder mehr Ventilen pro Zylinder kann auch eine Ventilbrücke zur Betätigung mehrerer gleichartiger Gaswechselventile vorgesehen sein. Auf diese Weise können beispielsweise zwei Einlassventile gleichzeitig geöffnet und geschlossen werden.

Eine undefinierte Lage des Hebelmechanismus kann in einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung dadurch vermieden werden, dass der erste Nocken und der zweite Nocken jeweils einen Grundkreisabschnitt einen Erhebungsabschnitt und zwei Übergangsabschnitte aufweist, und dass die Summe der Erhebungsabschnitt mindestens so groß ist wie die Summe der Grundkreisab-

schnitte, so dass dann, wenn sich ein Nocken im Grundkreisabschnitt befindet, sich der andere Nocken Erhebungsabschnitt befindet. Die Größe der beschriebenen Abschnitte wird durch die jeweiligen Axialwinkel definiert. Auf diese Weise wird auch erreicht, dass die Summe der Nockerhebungen stets einen vorbestimmten Mindestwert übersteigt, so dass das System dauernd spielfrei arbeitet.

Ein einfaches und zuverlässiges Zuschalten einer zusätzlichen Nockenerhebung kann dadurch erreicht werden, dass die Querbohrung zumindest eine Längsnut aufweist, in welche ein fest mit dem Druckkörper verbundenes Sicherungselement eingreift, wobei Längsnut und Sicherungselement eine lose Führung bilden.

Der Verschiebeweg des Druckkörpers radial nach außen kann begrenzt werden, wenn die Länge der Längsnut geringer ist als die Länge der Querbohrung, wobei die maximale radiale Erstreckung der Längsnut in der Nockenwelle - von der Drehachse der Nockenwelle weggemessen - geringer ist als die radiale Erstreckung des Nockens im Bereich der Querbohrung.

Die Querbohrung ist dabei nur einseitig zwischen der Oberfläche des Nockens und dem Hohlraum der Nockenwelle ausgebildet.

In einer herstellungsmäßig einfachen Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass die Längsnut durch eine vorzugsweise als Sackbohrung ausgeführte Führungsbohrung parallel zur Querbohrung im Bereich des Randes Querbohrung gebildet ist, wobei vorzugsweise der Durchmesser der Führungsbohrung kleiner ist als der halbe Durchmesser der Querbohrung. Die Führungsbohrung geht dabei von der der Querbohrung abgewandten Seite der Oberfläche des Nockens aus.

In einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass der Druckkörper durch einen zylindrischen Zapfen gebildet ist, dessen Durchmesser maximal dem Durchmesser der Querbohrung entspricht. Um punktförmige Druckbelastungen auf die Außenseite des Zapfens zu vermeiden, ist es vorteilhaft, wenn eine äußere, dem Hohlraum der Nockenwelle abgewandte erste Stirnseite des Zapfens eine konvexe Zylinderfläche aufweist. Der Radius der Zylinderfläche sollte dabei möglichst groß sein, um die Hertz'sche Pressung klein zu halten. Dabei ist es wesentlich, dass der Zapfen in der Querbohrung derart verdreh sicher angeordnet ist, dass die Achse der Zylinderfläche der ersten Stirnseite parallel zur Drehachse der Nockenwelle ausgerichtet ist.

Die innere, dem Hohlraum der Nockenwelle zugewandte zweite Stirnseite des Zapfens kann entweder eine konvexe Zylinderfläche oder eine konvexe Kugel fläche aufweisen.

Insbesondere, wenn der Druckkörper durch einen zylindrischen Zapfen gebildet ist, ist eine einzige Führungsbohrung im Bereich des Mantels der Querbohrung zur Begrenzung des Verschiebeweges und als Verdrehsicherung ausreichend. Es können aber auch zwei diametral gegenüberliegende Führungsbohrungen im Bereich des Mantels der Querbohrung vorgesehen sein.

Das Sicherungselement kann durch zumindest einen Sicherungsstift gebildet sein, welcher in einer vorzugsweise radialen Aufnahmebohrung des Zapfens angeordnet ist, wobei der Durchmesser des Sicherungsstiftes maximale der Breite der Längsnut entspricht.

Alternativ zu einem zylindrischen Zapfen kann vorgesehen sein, dass der Druckkörper durch zumindest einen Wälzkörper gebildet ist, dessen größter Abrolldurchmesser maximal dem Durchmesser der Querbohrung entspricht und dessen Drehachse normal zur Achse der Querbohrung angeordnet ist, wobei vorzugsweise der Wälzkörper im Bereich seiner Drehachse durch das Sicherungselement entlang der Längsnut, vorzugsweise entlang zweier diametral gegenüberliegender Längsnuten, geführt ist.

Zur Reduzierung der Hertz'schen Pressung in Folge der Ventilbetätigungselemente ist es vorteilhaft, wenn der Wälzkörper eine zylindrische erste Wälzfläche aufweist. Um ein Abrollen innerhalb der Querbohrung zu ermöglichen, kann der Wälzkörper beiderseits der ersten Wälzfläche kugelförmige zweite Wälzflächen aufweisen.

Das Sicherungselement kann in einer einfachen Ausführung auch hier durch einen Sicherungsstift im Bereich der Drehachse des Wälzkörpers gebildet sein, dessen Durchmesser maximal der Breite der Längsnut entspricht.

Werden zumindest zwei Wälzkörper eingesetzt, so ist es vorteilhaft, wenn diese durch das Sicherungselement miteinander verbunden sind, wobei das Sicherungselement vorzugsweise durch zumindest einen in der Längsnut geführten Ring oder Bügel gebildet ist.

Die Stellstange wird über eine mechanische, hydraulische, pneumatische oder elektrische Betätigungseinrichtung, eventuell in Kombination mit einer Rückstellfeder, betätigt. Um die Haltekräfte in Verstelllage möglichst gering zu halten, ist es besonders vorteilhaft, wenn die Rampenfläche der Stellstange zumindest zwei, vorzugsweise zumindest drei Abflachungen für den Druckkörper aufweist, welche jeweils eine stabile Stellung des Druckkörpers definieren.

Im Rahmen der Erfindung ist weiters vorgesehen, dass die Stellstange zumindest eine Applikationsbohrung zur Montage und Demontage des Druckkörpers auf-

weist, wobei der Durchmesser der Applikationsbohrung zumindest dem Durchmesser der Querbohrung entspricht und wobei die Applikationsbohrung in zumindest einer Stellung der Stellstange fluchtend mit der Querbohrung bringbar ist, wobei vorzugsweise die Applikationsbohrung normal zur Drehachse der Nockenwelle angeordnet ist. Auf diese Weise ist eine besonders einfache Montage oder Demontage der Vorrichtung möglich. Ein schneller und lagerichtiger Einbau des Druckkörpers ist möglich, wenn im Bereich der Mantelfläche der Applikationsbohrung Applikationslängsnuten angeordnet sind, deren Lage, Zahl und Anordnung den Längsnuten der Querbohrung entsprechen, wobei die Applikationslängsnuten in zumindest einer Stellung der Stellstange fluchtend mit den Längsnuten der Querbohrung bringbar sind.

Insbesondere bei asymmetrisch gestalteten Druckkörpern, beispielsweise wenn die erste Stirnseite des Zapfens eine Zylinderfläche und die zweite Stirnseite des Zapfens eine Kugelfläche aufweist, ist ein lagerichtiger Einbau für die Funktionssicherheit der Vorrichtung entscheidend. Um eine falsche Montage möglichst zu verhindern, ist vorgesehen, dass die Stellstange ein Lagesicherungsmittel für den lagesicheren Einbau des Druckkörpers aufweist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass als Lagesicherungsmittel das Sicherungselement näher der ersten Stirnseite als der zweiten Stirnseite des Druckkörpers angeordnet ist, und dass die Länge der Applikationslängsnuten – ausgehend von einer der Querbohrung zugewandten ersten Seite der Stellstange – kleiner ist, als die halbe maximale Längserstreckung des Druckkörpers.

Der konstruktive Aufwand kann möglichst klein gehalten werden, wenn die Nockenwelle eine zylindrische Führungsfläche für den Zusatznocken aufweist, an welcher der Zusatznocken in Umfangsrichtung verschiebbar gelagert ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass der Zusatznocken im Wesentlichen die Form eines offenen Kreisringes aufweist, dessen Innenradius im Wesentlichen mindestens dem Radius der zylindrischen Führungsfläche der Nockenwelle entspricht. Dies ermöglicht eine sehr einfache Formgebung des Zusatznockens.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Zusatznocken zwei die Nockenwelle entlang der zylindrischen Führungsfläche um einen Umgreifungswinkel größer als 180° , vorzugsweise um 210° bis 240° umgreifende Arme aufweist, die eine diametrale Halterung über einen Formschluss auf der Nockenwelle ermöglichen. Die beiden Arme des Zusatznockens ermöglichen eine formschlüssige Verbindung mit der Nockenwelle, wobei der Zusatznocken aber gegenüber der Nockenwelle verdrehbar gehalten ist. Der Zusatznocken wird bei der Montage einfach auf die Nockenwelle seitlich aufgedrückt, wobei sich die Arme kurzfristig elastisch verformen.

Der Zusatznocken ist drehfest mit einer innerhalb der Nockenwelle angeordneten Schaltwelle verbunden, wobei die Verbindung vorzugsweise über einen Stift mit zylindrischem oder ovalem Querschnitt erfolgt. Der Zusatznocken wird so auf die Nockenwelle aufgebracht, dass der Stift teilweise in eine Öffnung des Zusatznockens eintaucht. Dabei ist vorgesehen, dass die Nockenwelle im Bereich der Führungsfläche eine radiale Öffnung aufweist, wobei die in Richtung der Nockenwellenachse gemessene Breite der Öffnung mindestens der in Richtung der Nockenwellenachse gemessenen Dicke des Stiftes entspricht, wobei es vorteilhaft ist, wenn – in einem Schnitt quer zur Nockenwellenachse betrachtet – sich die Öffnung um einen Winkelbereich in Umfangsrichtung von etwa 60° bis 120° um die Nockenwellenachse erstreckt. Der Zusatznocken kann somit über den Stift durch die Schaltwelle innerhalb der Nockenwelle verdreht werden, wobei der Öffnungswinkel der Öffnung den Verstellbereich definiert.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die zylindrische Führungsfläche als radiale umlaufende Nut im feststehenden Nocken ausgebildet ist, wobei die Breite der Nut mindestens der Breite des Zusatznockens entspricht. Der Zusatznocken sollte möglichst schmal ausgeführt werden, was durch die Wahl der Nockenform und die zufolge des kleinen Nockenhubes nur kleine wirksame Ventildruckkraft möglich ist.

Der Zusatznocken wird durch die Schaltwelle zwischen einer Ruhestellung und zumindest einer Aktivstellung verdreht. Dabei kann vorgesehen sein, dass der Zusatznocken in seiner Ruhestellung radial innerhalb der Nockenerhebung des feststehenden Nockens angeordnet ist.

In einer besonders einfachen Ausführungsvariante kann vorgesehen sein, dass die Führungsfläche konzentrisch zur Nockenwellenachse angeordnet ist.

Eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, dass die Führungsfläche exzentrisch zur Nockenwellenachse angeordnet ist.

Die Mitte der zylindrischen Führungsfläche ist dabei geringfügig bezüglich der Nockenwellenachse in etwa auf die der höchsten Nockenwellenerhebung abgewandten Seite des feststehenden Nockens versetzt angeordnet. Dadurch kann der Verstellwinkel verringert werden. Um eine unbehinderte Verdrehbewegung des Zusatznockens zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass der Stift axial beweglich mit dem Zusatznocken verbunden ist.

In der Folge wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsvarianten näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Ausführungsvariante der Erfindung im Schnitt;

- Fig. 2 eine alternative Ausführungsvariante der Erfindung im Schnitt;
- Fig. 3 und Fig. 4 Diagramme zur Erklärung der Wirkungsweise der Erfindung in den Ausführungsvarianten von Fig. 1 und Fig. 2;
- Fig. 5 eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung in einer ersten Phasenlage;
- Fig. 6 die Ausführungsvariante von Fig. 5 in einer zweiten Phasenlage; und
- Fig. 7 ein Diagramm zur Erklärung der Wirkungsweise der Erfindung gemäß den Ausführungsvarianten von Fig. 5 und Fig. 6;
- Fig. 8 eine Nockenwelle mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Zuschalten einer zusätzlichen Nockenerhebung in einer ersten Ausführungsvariante in einem Schnitt gemäß der Linie VIII-VIII in Fig. 12;
- Fig. 9 einen Druckkörper im Schnitt gemäß der Linie IX-IX in Fig. 8;
- Fig. 10 die Nockenwelle im Schnitt gemäß der Linie X-X in Fig. 8 während eines Montagevorganges;
- Fig. 11 die Nockenwelle mit der Vorrichtung in einer Ruhestellung in einem Schnitt entsprechend Fig. 10;
- Fig. 12 die Nockenwelle mit der Vorrichtung in einer Betriebsstellung entsprechend dem Schnitt in Fig. 10;
- Fig. 13 eine Nockenwelle mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Zuschalten einer zusätzlichen Nockenerhebung in einer zweiten Ausführungsvariante in einem Schnitt gemäß der Linie XIII-XIII in Fig. 17;
- Fig. 14 einen Druckkörper in einem Schnitt gemäß der Linie XIV-XIV in Fig. 13;
- Fig. 15 eine Nockenwelle mit der Vorrichtung in einem Schnitt gemäß der Linie XV-XV in Fig. 13 in einer Montagestellung;
- Fig. 16 die Nockenwelle mit der Vorrichtung in einer Ruhestellung in einem Schnitt analog zu Fig. 15;
- Fig. 17 die Nockenwelle mit der Vorrichtung in einer Betriebsstellung in einem Schnitt analog zu Fig. 15;
- Fig. 18 eine Nockenwelle einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in einer Ausführungsvariante in einem Querschnitt in einer Ruhestellung des Zusatznockens;

- Fig. 19 die Nockenwelle in einem Querschnitt, wobei sich der Nocken in einer Aktivstellung befindet;
- Fig. 20 eine Nockenwelle in einer Seitenansicht; und
- Fig. 21 eine Nockenwelle einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in einer weiteren Ausführungsvariante in einem Querschnitt.

In Fig. 1 ist der erfindungswesentliche Teil einer Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung dargestellt. Einem nicht näher dargestellten Zylinder sind zwei Gaswechselventile 1a, 1b zugeordnet, die beide jeweils Einlassventile oder Auslassventile sein können. In an sich bekannter Weise werden die Gaswechselventile 1a, 1b von Ventildfedern 2a, 2b, die sich auf Tellern 3a, 3b abstützen, in die geschlossene Stellung vorgespannt.

Ein zweiarmiger Hebel 6 mit Rollen 20, 21 an den Enden 6a, 6b wird einerseits von einem ersten Nocken 14 betätigt, der auf einer ersten Nockenwelle 16 angeordnet ist, und andererseits von einem zweiten Nocken 15 betätigt, der auf einer zweiten Nockenwelle 17 angeordnet ist.

Der Hebel 6 ist auf zwei Betätigungshebeln 7, 8 gelagert, die an ihren ersten Enden 7a, 8a gelagert sind und an ihren zweiten Enden 7b, 8b jeweils ein Gaswechselventil 1a, 1b betätigen. Um die Beweglichkeit des Hebels 6 zu gewährleisten, ist es möglich, eine der beiden Lagerungen des Hebels 6 auf den Betätigungshebeln 7, 8 beispielsweise über ein nicht dargestelltes Langloch geringfügig verschiebbar auszuführen. Ein Anschlag 9 im Mittelabschnitt 6c des Hebels 6 gewährleistet, dass sich der Mittelabschnitt 6c in der gleichen Höhe befindet, wenn keiner oder wenn genau einer der Nocken 14, 15 in der erhobenen Stellung ist.

Bei der Ausführungsvariante von Fig. 2 wird ein einzelnes Gaswechselventil 1 mit einer Ventildfeder 2 und einem Ventilteller 3 durch einen Hebel 10 betätigt, der seinerseits von Kipphebeln 12, 13 betätigt wird. Der erste und der zweite Kipphebel 12, 13 sind auf einer gemeinsamen Achse 18 gelagert. Der erste Kipphebel 12 besitzt einen angeformten Mitnehmer 19, der den zweiten Kipphebel 13 betätigt, wenn der erste Kipphebel 12 nicht betätigt wird. Der Hebel 10 ist als zweiarmiger Hebel ausgebildet, der im mittleren Bereich einen Ventilbetätigungsabschnitt 10c aufweist und der an seinen Enden Nockenbetätigungsabschnitte 10a, 10b aufweist.

In dem Diagramm von Fig. 3 wird die Variabilität des erfindungsgemäßen Ventiltriebs anhand eines Diagramms dargestellt. Dieses Diagramm ist für beide der oben beschriebenen Ausführungsvarianten relevant. Über dem Kurbelwinkel KW ist der Ventilhub h in beliebigen Einheiten aufgetragen. Mit 30 ist ein erster Kurvenabschnitt bezeichnet, der einer frühen Öffnung des Gaswechselventils 1 ent-

spricht. Je nach Festsetzung des Schließzeitpunktes setzt sich der Kurvenabschnitt 30 in den Kurvenabschnitten 31, 32 oder 33 fort, wobei 31 einem sehr frühen Schließen, 32 einem mittleren Schließen und 33 einem späten Schließen entspricht. Es ist ersichtlich, dass bei frühem Schließen gemäß Kurve 31 der maximale Ventilhub h nicht erreicht wird, da die Schließbewegung bereits beginnt, bevor die Öffnungsbewegung vollendet ist. In analoger Weise sind mit unterbrochenen Linien weitere Kurven 40, 41, 42 und 43 eingetragen, die den Kurven 30, 31, 32 und 33 entsprechen, wobei jedoch ein späterer Ventilöffnungszeitpunkt gegeben ist. Die Länge der Ventilöffnung und der Hub entsprechend den Kurven 41, 42 und 43 sind identisch denen im Fall der Kurven 31, 32 bzw. 33.

In Fig. 4 ist in einem Diagramm der Zusammenhang zwischen der Stellung der Nocken 14, 15 und der Ventilöffnung dargestellt. Die Kurve 51 stellt dabei die Erhebung des ersten Nockens 14 dar, die zwischen n_0 , dem Grundkreis, und n_1 , der Nockenerhebung, wechselt. Analog dazu stellt die Kurve 52 die Situation am zweiten Nocken 15 dar, die zwischen der Grundstellung m_0 und der erhobenen Stellung m_1 wechselt. Zu einem Zeitpunkt t_0 , der 0° Kurbelwinkel entspricht, ist der erste Nocken 14 in der erhobenen Stellung n_1 und der zweite Nocken 15 in der Grundstellung m_0 . Dementsprechend ist das Gaswechselventil 1 in seiner geschlossenen Stellung.

Zum Zeitpunkt t_1 beginnt am zweiten Nocken 15 die ansteigende Flanke, die sich bis zum Zeitpunkt t_2 fortsetzt, in der der zweite Nocken 15 die erhobene Stellung m_1 erreicht hat. Dieser Zeitabschnitt zwischen t_1 und t_2 entspricht der Öffnungsbewegung des Gaswechselventils 1. Bis zum Zeitpunkt t_3 bleiben beide Nocken 14, 15 in der erhobenen Stellung n_1 , m_1 , und das Gaswechselventil 1 bleibt vollständig geöffnet. Zwischen den Zeitpunkten t_3 und t_4 sinkt der erste Nocken 14 auf seinen Grundkreis bei n_0 ab, und dementsprechend schließt das Gaswechselventil 1 und ist ab dem Zeitpunkt t_4 vollständig geschlossen. Zu einem beliebigen Zeitpunkt t_5 , der aber jedenfalls nach dem spätest möglichen Zeitpunkt t_4 liegen muss, beginnt die absteigende Flanke des zweiten Nockens 15, wie aus der Kurve 52 ersichtlich ist. Da jedoch der Mitnehmer 19 des ersten Kipphebels 12 den zweiten Kipphebel 13 niederhält, hebt dieser vom zweiten Nocken 15 ab, so dass sich eine fiktive Nockenkurve 53 ergibt, die mit strichpunktierten Linien dargestellt ist. Der Zeitpunkt t_6 entspricht dem Erreichen des Grundkreises des zweiten Nockens 15, was jedoch für das System bedeutungslos ist. Erst zu einem Zeitpunkt t_7 beginnt die ansteigende Flanke des ersten Nockens 14 mit einer entsprechenden Bewegung des ersten Kipphebels 12, wodurch der Mitnehmer 19 den zweiten Kipphebel 13 entsprechend freigibt, bis dieser letztendlich wieder auf dem zweiten Nocken 15 aufsitzt. Im Zeitpunkt t_8 , der 720° Kurbelwinkel entspricht, ist diese Bewegung zu Ende, und es beginnt ein neues Arbeitsspiel bei t_0 .

Aus Fig. 4 ist ersichtlich, dass der zweite Nocken 15 die Öffnungsbewegung des Gaswechselventils 1 veranlasst, wogegen der erste Nocken 14 die Schließbewegung bewirkt.

Die Ausführungsvariante von Fig. 5 und Fig. 6 ist durch einen Hebel 6 gekennzeichnet, der auf einen einzelnen Betätigungshebel 8 einwirkt, der an einem Ende 8a gelagert ist und am anderen Ende 8b auf ein Gaswechselventil 1 einwirkt. Die Nocken 14, 15 besitzen jeweils einen Grundkreisabschnitt 14a, 15a, einen Erhebungsabschnitt 14c, 15c und zwei Übergangsabschnitte 14b, 14d; 15b, 15d dazwischen. Diesen Abschnitten 14a, 14b, 14c, 14d; 15a, 15b, 15c, 15d entsprechen Axialwinkel $\varphi_a, \varphi_b, \varphi_c, \varphi_d$, bzw. $\psi_a, \psi_b, \psi_c, \psi_d$ die die Dauer der jeweiligen Abschnitte festlegen. Das gleichzeitige Zusammentreffen der beiden Grundkreisabschnitte 14a, 15a kann verhindert werden, wenn die Axialwinkel $\varphi_a, \varphi_b, \varphi_c, \varphi_d$, bzw. $\psi_a, \psi_b, \psi_c, \psi_d$ folgende Bedingung erfüllen:

$$\varphi_a + \psi_a \leq \varphi_c + \psi_c.$$

Bis zum Zeitpunkt t_4 entspricht das Diagramm von Fig. 7 dem von Fig. 4, unterschiedlich ist jedoch, dass die ansteigende Flanke des ersten Nockens 14 und die absteigende Flanke des zweiten Nockens 15 bei t_5 etwa gleichzeitig beginnen und bei t_6 enden.

Der Abschnitt 14a des Nockens 14 entspricht dabei dem Zeitabschnitt zwischen t_4 und t_5 , der Abschnitt 14b dem Zeitabschnitt zwischen t_5 und t_6 , der Abschnitt 14c dem Zeitabschnitt zwischen t_6 und t_3 , und der Abschnitt 14d dem Zeitabschnitt zwischen t_3 und t_4 . Analog dazu entspricht der Abschnitt 15a des Nockens 15 dem Zeitabschnitt zwischen t_6 und t_1 , der Abschnitt 15b dem Zeitabschnitt zwischen t_1 und t_2 , der Abschnitt 15c dem Zeitabschnitt zwischen t_2 und t_5 , und der Abschnitt 15d dem Zeitabschnitt zwischen t_5 und t_6 .

Es ist klar, dass die Öffnungsdauer des Ventils durch Verschieben der Kurve 51 nach links oder Verschieben der Kurve 52 nach rechts verlängert werden kann, was erreicht wird, indem die Nockenwellen entsprechend verdreht werden.

Durch die vorliegende Erfindung ist es in einfacher Weise möglich, die Ventilsteuerzeiten mit großen Freiheitsgraden festzulegen.

Funktionsgleiche Teile sind in den Ausführungsbeispielen mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Die Vorrichtung 100 zum Zuschalten einer zusätzlichen Nockenerhebung bei einem Nocken 102 einer Nockenwelle 104 weist zumindest einen in einer radialen Querbohrung 106 der Nockenwelle 104 verschiebbar angeordneten Druckkörper

120 auf, welcher mittels einer axial verschiebbaren, in der hohl ausgeführten Nockenwellen 104 gelagerten Stellstange 130 positioniert wird. Die Stellstange 130 kann je nach Erfordernis über eine mechanische, pneumatische, hydraulische und/oder elektrische Betätigungseinrichtung, eventuell mit einer rückstellenden Feder, betätigt werden.

Der Verschiebeweg des Druckkörpers 120 radial nach außen hin und/oder die Verdrehbarkeit des Druckkörpers 120 in der Querbohrung 106 wird durch eine Formschlussverbindung begrenzt, wobei die Formschlussverbindung in den Ausführungsbeispielen durch zumindest eine Längsnut 108 im Bereich der Mantelfläche 110 der Querbohrung 106 gebildet ist, wobei ein Sicherungselement 112 in die Längsnut 108 eingreift. Diese Führung erfolgt lose und verhindert ein Querstellen des Druckkörpers 120 (Die genaue Ausrichtung erfolgt automatisch über den Kraftschluss zwischen der Zylinderfläche 127 oder der Wälzfläche 154 und dem Nockenstößel oder dem Kipp- oder Schlepphebel). In den Ausführungsbeispielen sind jeweils zwei bezüglich der Querbohrung 106 diametral gegenüberliegende Längsnute 108 vorgesehen. Es sind aber auch mehr oder weniger Längsnuten denkbar.

Zu Begrenzung des Verschiebeweges des Druckkörpers 120 nach außen ist die Länge l_1 der Längsnut 108 geringer als die Länge l_2 der Querbohrung 106, wobei die maximale radiale Erstreckung der Längsnut 108 in der Nockenwelle 104 – von der Drehachse 105 der Nockenwelle 104 weg gemessen – geringer ist als der Radialabstand der Nockenkontur 103 von der Drehachse 105.

Bei der in den Figuren 8 bis 11 dargestellten Ausführungsvariante ist der Druckkörper 120 durch einen zylindrischen Zapfen 122 gebildet. Ein im Zapfen 122 in einer Aufnahmebohrung 124 quer zur Achse 107 der Querbohrung 106 angeordneter Sicherungsstift 114 bildet das Sicherungselement 112, wobei der Durchmesser d_1 des Sicherungsstiftes 114 maximal der Breite b der Längsnut 108 entspricht. Jede Längsnut 108 wird durch eine parallel zur Achse 107 der Querbohrung 106 angeordnete Führungsbohrung 116 gebildet. Die Führungsbohrungen 116 sind als Sacklochbohrungen ausgeführt, welche von der der Querbohrung 106 gegenüberliegenden Oberfläche 101 des Nockens 102 ausgehen. Dadurch, dass der Sicherungsstift 114 in die Führungsbohrungen 116 eingreift, wird das Herausfallen des zylindrischen Zapfens 122 verhindert. Zur Innenseite der Nockenwelle 104 hin übernimmt die Stellstange 130 die Anschlagfunktion für den Zapfen 122. Gleichzeitig bildet der Sicherungsstift 114 zusammen mit den Führungsbohrungen 116, deren Durchmesser d_2 kleiner ist als der Radius r des Zapfens 122, die Funktion einer Verdrehsicherung für den Zapfen 122. Zur Verdrehsicherung würde auch eine einzige Führungsbohrung 116 ausreichen. Eine zweite Führungsbohrung 116 und ein zweiter Sicherungsstift 114 verhindern al-

lerdings ein Kippen des zylindrischen Zapfens 122. Mit 125 ist die Achse der Aufnahmebohrung 124 für den Sicherungsstift 114 bezeichnet.

Die im Hohlraum 132 der Nockenwelle 104 angeordnete Stellstange 130 weist eine Rampenfläche 134 mit zumindest zwei Abflachungen 136, 138 für eine Ruhestellung (Fig. 11) und eine Betriebsstellung (Fig. 12) der Vorrichtung 100 auf. In der in Fig. 12 dargestellten Betriebsstellung ragt der Zapfen 122 über die Nockenkontur 103 des Nockens 102 hinaus und stützt sich dabei über die Stellstange 130 in der Nockenwelle 104 an der Abflachung 138 ab. Bei Deaktivierung der Vorrichtung 100 wird durch das Verschieben der Stellstange 130 der dem Zapfen 122 zur Verfügung stehende Raum so weit im Bereich der Abflachung 136 vergrößert, dass diese beim Überfahren des Stößels, des Kipphebels oder Schlepphebels ohne Widerstand in die Nockenkontur 103 des Hauptnockens 102 ganz oder teilweise zurückgeschoben wird. Damit kann ein Nullhub oder ein Mindesthub definiert werden und die Abgasrückführmenge entsprechend auf Null oder eine Minimalmenge reduziert werden. Die Stellstange 130 kann auch mit drei oder mehr Abflachungen 136, 138 versehen sein. Dadurch können zwischen den Extremlagen für den Zapfen 122 auch Zwischenlagen definiert werden.

Der zylindrische Zapfen 122 weist auf seiner dem Hohlraum 132 abgewandten ersten Stirnseite 126 eine Zylinderfläche 127 auf, deren Radius der Hertz'schen Pressung entsprechend groß ausgeführt wird. Die Achse 127a und/oder die Erzeugenden der Zylinderfläche 127 ist bzw. sind parallel zur Drehachse 105 der Nockenwelle 104 ausgerichtet. An der dem Hohlraum 132 zugewandten zweiten Stirnseite 128 weist der Zapfen 122 ebenfalls eine Zylinderfläche 129 oder eine Kugelfläche auf. Der in den Zapfen 122 eingesteckte bzw. diesen durchsetzende Sicherungsstift 114 orientiert den Zapfen 122 so, dass eine Linienberührung zwischen dem Zapfen 122 und dem Nockenstößel oder Kipp- oder Schlepphebel gewährleistet ist.

Fig. 10 zeigt die Stellstange 130 in einer Montagestellung für den Zapfen 122. Die Montage erfolgt, indem der Zapfen 122 in eine normal zur Drehachse 105 ausgebildete Applikationsbohrung 140 eingesetzt und die Stellstange 130 in den Hohlraum 132 der Nockenwelle 104 eingeschoben wird, bis die Applikationsbohrung 140 in einer Linie mit der Querbohrung 106 zu liegen kommt. Der Durchmesser d_3 der Applikationsbohrung muss dabei zumindest so groß sein, dass der Zapfen 122 untergebracht werden kann. Durch die beiden Führungsbohrungen 116 an der der Querbohrung 106 abgewandten Seite der Nockenwelle 104 kann der Zapfen 122 aus der Stellstange 130 in die Querbohrung 106 geschoben werden. Danach wird die Stellstange 130 weitergeschoben, bis die der Ruhestellung der Vorrichtung 100 entsprechende Abflachung 136 erreicht ist. Für das Aktivieren der Vorrichtung 100 wird die Stellstange 130 noch weiter in die Nocken-

welle 104 bewegt, bis der Zapfen 122 auf der der Betriebsstellung entsprechenden Abflachung 138 zu liegen kommt.

Vorteilhaft ist, dass auf der dem Zapfen 122 gegenüberliegenden Oberfläche 101 der Nockens 102 die beiden kleinen Führungsbohrungen 116 (oder nur eine Führungsbohrung 116) für die Verdrehsicherung durchgeführt werden müssen und damit die Nockenfläche nicht wesentlich gestört wird. Die Querbohrung 106 wird als Sachlochbohrung von der den Führungsbohrungen 116 gegenüberliegenden Seite der Nockenwelle 104 aus bearbeitet.

Entsprechend des Führungsbohrungen 116 in der Nockenwelle 104 sind auch in der Stellstange 130 im Bereich der Mantelfläche 142 der Applikationsbohrung 140 Applikationslängsnuten 144 eingearbeitet, um zu ermöglichen, dass der Zapfen 122 samt Sicherungsstift 114 in die Applikationsbohrung 140 eingesetzt wird. Insbesondere im Falle eines asymmetrisch ausgeführten Zapfens 122, also wenn der Zapfen 122 im Bereich der ersten Stirnseite 126 eine Zylinderfläche und im Bereich der zweiten Stirnseite 128 eine Kugelfläche aufweist, ist ein lagerichtiger Einbau in die Nockenwelle 104 für die Funktionssicherheit entscheidend. Die Anordnung des Sicherungsstiftes 114 im Zapfen 122 und die Anordnung und Länge der Applikationslängsnuten 144 in der Stellstange 130 können dabei als Lage-sicherungsmittel eingesetzt werden. Dabei ist es wesentlich, dass die Aufnahmebohrung 124 für den Sicherungsstift 114 der ersten Stirnseite 126 näher ist als der zweiten Stirnseite 128. Weiters muss die Länge l_3 der Applikationslängsnuten 144 – ausgehend von einer der Querbohrung 106 zugewandten ersten Seite 146 der Stellstange 130 – kleiner sein als die halbe maximale Länge l_4 des Zapfens 122. Dadurch wird ein falsches Einsetzen des Zapfens 122 in die Applikationsbohrung 140 verhindert. Zur Montage muss der Zapfen 122 mit entsprechend kleinem Werkzeug durch die in diesem Fall nur mehr halb durchgängigen Führungsbohrungen 116 in die Querbohrung 106 der Nockenwelle 104 geschoben werden.

Falls die Hertz'sche Pressung es zulässt, kann der Druckkörper 120 auch durch zwei Wälzkörper 150 gebildet sein, wie in den Fig. 13 bis Fig. 17 dargestellt ist. Die beiden Wälzkörper 150 sind dabei durch ein oder zwei Sicherungsbügel 152 miteinander verbunden, welche in den Längsnuten 108 geführt sind. Die Führungsbohrungen 116 müssen in diesem Fall in einer Ebene mit der Drehachse 105 der Nockenwelle liegen, während bei der in den Figuren 8 bis 12 gezeigten Ausführung mit zylindrischen Zapfen 122 die Ebene der Führungsbohrungen 116 beliebig um die Achse 107 der Querbohrung 106 verdreht sein kann. Der Vorteil der Ausführung mit durch Wälzkörper 150 gebildeten Druckkörper 120 ist, dass ein Rollkontakt mit dem Stößel bzw. Kipphebeln oder Schleppehebeln besteht und somit Verschleiß und Reibungsverluste geringer sind.

Die Wälzkörper 150 weisen im Wesentlichen eine kugelige Gestalt auf und sind jeweils mit einer zylindrischen ersten Wälzfläche 154 ausgestattet, beidseits welcher jeweils zwei kugelförmige zweite Wälzflächen 156 ausgebildet sind. Die zylindrische erste Wälzfläche 154 dient dem Kontakt mit dem Stößel, Kipphebel oder Schlepphebel, die kugelförmigen zweiten Wälzflächen 156 ermöglichen ein Abrollen in der Querbohrung 106. Die Drehachse 151 der Wälzkörper 150 ist normal zur Achse 107 der Querbohrung 106 ausgebildet.

Die hohl ausgeführte Nockenwelle 201 weist eine geteilte Nockenordnung 202 auf. Die Nockenordnung 202 besteht aus zumindest einem mit der Nockenwelle 201 fest verbundenen Nocken 203 und einem Zusatznocken 204, welcher – abgesehen von der Nockenerhebung 205 – die Form eines offenen Kreisringes hat.

Die Nockenwelle 201 weist eine im Wesentlichen kreiszylindrische Führungsfläche 206 für den Zusatznocken 204 auf. Der Radius R der inneren Ringfläche 207 des Zusatznockens 204 entspricht im Wesentlichen mindestens dem Radius r' der Führungsfläche 206 der Nockenwelle 201.

Der Zusatznocken 204 weist zwei Arme 208 auf, welche die Nockenwelle 201 um einen Umgreifungswinkel $\alpha > 180^\circ$, vorzugsweise zwischen 210° bis 240° , umspannen.

Der Zusatznocken 204 ist über einen Stift 209 mit ausreichender Biegesteifigkeit mit einer innerhalb der Nockenwelle 201 drehbar gelagerten Schaltwelle 210 verbunden, wobei der Stift 209 eine radiale Öffnung 211 der Nockenwelle 201 im Bereich der Führungsfläche 206 durchdringt. Die Breite der Öffnung 211 entspricht mindestens der Dicke des Stiftes 209. Die Öffnung 211 spannt einen Winkelbereich β auf, welcher zwischen etwa 60° bis 120° beträgt und der den Schaltweg des Zusatznockens 204 definiert.

In der in den Figuren 18 bis 21 dargestellten Ausführungsvarianten ist die Führungsfläche 206 durch eine radiale umlaufende Nut 212 im Nocken 203 gebildet, welche den Nocken 203 in zwei Abschnitte 203a, 203b teilt. Die Breite der Nut 212 entspricht etwa der Breite 213 des Zusatznockens 204. Die beiden Flanken 214, 215 der Nut 212 bilden die axiale Führung des Zusatznockens 204.

Bei der Montage wird der Zusatznocken 204 seitlich in die Nut 212 eingeschoben und auf die Nockenwelle 201 aufgedrückt, wobei die beiden Arme 208 geringfügig elastisch verformt werden. Durch die umgreifenden Arme 208 ist der Zusatznocken 204 verliersicher mit der Nockenwelle 201 verbunden. Der Zusatznocken 204 wird dabei so axial auf die Nockenwelle 201 aufgeschoben, dass das Ende 216 des Stiftes 209 durch eine Ausnehmung 217 des Zusatznockens 204 aufge-

nommen wird und somit eine formschlüssige Drehverbindung zwischen dem Zusatznocken 204 und der Schaltwelle 210 hergestellt wird.

In der in den Fig. 18 und Fig. 19 dargestellten Ausführungsvariante ist die Führungsfläche 206 konzentrisch zur Nockenwellenachse 218 ausgeführt. Fig. 21 zeigt eine weitere Ausführungsvariante mit einer bezüglich der Nockenwellenachse 218 exzentrisch angeordneten Führungsfläche 206. Dadurch, dass die Mitte M der Führungsfläche in einem geringen Abstand e exzentrisch zur Nockenwellenachse 218 angeordnet ist, kann die Größe des Verstellwinkels β verringert werden. Dabei ist in vollgezogenen Linien der Zusatznocken 204 in der Ruhestellung und in strichpunktierten Linien der Zusatznocken 204 in einer Aktivstellung dargestellt. Um trotz der Exzentrizität e ein Verdrehen des Zusatznockens 204 in Bezug auf den Nocken 203 zu ermöglichen, ist der Stift 209 lose, also längs verschiebbar, mit dem Zusatznocken 204 verbunden. Die Anlageflanken 217a, 217b der Ausnehmung 217 des Stiftes 209 im Zusatznocken 204 sind dabei der Exzenterverlagerung angepasst, um ein Klemmen des Stiftes 209 bei Verdrehen des Zusatznockens 204 zu verhindern. Dabei sind die gegenüberliegenden Anlageflanken 217a, 217b – im dargestellten Schnitt betrachtet – nicht parallel ausgerichtet. Eine Anlageflanke weist einen Vorsprung 217b' oder eine Ausbuchtung auf, so dass in diesem Bereich nur eine Punktberührung mit dem Stift 209 besteht.

Der Zusatznocken 204 kann über die zentrale, relativ zur Nockenwelle 201 verdrehbare Schaltwelle 210 in die gewünschte Position gedreht werden. Die Betätigung der zentralen Schaltwelle 210 erfolgt über für derartige Einsatzzwecke übliche Vorrichtungen, wie z.B. einen hydraulischen Phasensteller. Da der Zusatznocken 204 auch einen Teil der Auflagebreite des Hauptnockens 203 für sich beansprucht, muss er möglichst schmal ausgeführt werden, was durch die Wahl der Nockenform und die durch den nur kleinen Nockenhub auch kleine Ventildruckkraft möglich ist.

Eine bevorzugte Anwendungsmöglichkeit ist beispielsweise die Durchführung einer internen Abgasrückführung in den Brennraum einer Brennkraftmaschine. Das Einlassventil wird dabei während der Auslassphase vor oder nach dem unteren Totpunkt kurzfristig um einen geringen Wert geöffnet, was durch Verdrehen des Zusatznockens 204 von der in Fig. 18 dargestellten Ruhestellung in die in Fig. 19 dargestellte Aktivstellung ermöglicht wird.

PATENTANSPRÜCHE

1. Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung mit mindestens einem Zylinder und mit mindestens einem Gaswechselventil (1; 1a, 1b), das durch eine erste Nockenwelle (16) über einen ersten Nocken (14) und eine zweite Nockenwelle (17) über einen zweiten Nocken (15) gesteuert ist, wobei mindestens eine Nockenwelle (16, 17) zur Veränderung der Steuerzeiten des Gaswechselventils (1; 1a, 1b) in ihrer Phasenlage verstellbar ausgeführt ist, wobei der erste Nocken (14) auf ein Betätigungsmittel (6, 10) einwirkt und der zweite Nocken (15) auf ein Betätigungsmittel (6, 10) einwirkt, welches Betätigungsmittel (6, 10) das Gaswechselventil (1; 1a, 1b) betätigt, wobei das Betätigungsmittel (6, 10) so ausgebildet ist, dass das Gaswechselventil (1; 1a, 1b) dann und nur dann geöffnet ist, wenn sowohl der erste Nocken (14) als auch der zweite Nocken (15) auf das Betätigungsmittel (6, 10) einwirken, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Betätigungsmittel (6, 10) einen Hebel (6) umfasst, der das Gaswechselventil (1; 1a, 1b) betätigt und der von beiden Nocken (14, 15) betätigt wird.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Betätigungsmittel als zweiarmiger Hebel (6) ausgebildet ist, dessen Enden (6a, 6b) von den Nocken (14, 15) betätigt werden und dessen Mittelabschnitt (6c) mit mindestens einem Betätigungshebel (7, 8) zur Betätigung von mindestens einem Gaswechselventil (1; 1a, 1b) in Verbindung stehen.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Bereich des Mittelabschnitts (6c) des Hebels (6) ein Anschlag (9) vorgesehen ist.
4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Betätigungshebel (7, 8) vorgesehen ist, der an seinem ersten Ende (7a, 8a) gelagert ist und an seinem zweiten Ende (7b, 8b) ein Gaswechselventil (1a, 1b) betätigt.
5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hebel (6) auf einem oder mehreren Betätigungshebeln (7, 8) gelagert ist.
6. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Nocken (14) über einen ersten Kipphebel (12) auf das Betätigungsmittel (10) einwirkt und dass der zweite Nocken (15) über einen zweiten Kipphebel (13) auf das Betätigungsmittel (10) einwirkt, wobei

der erste Kipphebel (12) und der zweite Kipphebel (13) vorzugsweise auf einer gemeinsamen Achse (18) gelagert sind.

7. Brennkraftmaschine nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass einer der Kipphebel (12) einen vorzugsweise einstellbaren Mitnehmer (19) für den anderen Kipphebel (13) aufweist, wodurch dieser betätigt wird, wenn jener nicht betätigt wird.
8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Betätigungsmittel als zweiarmliger Hebel (10) ausgebildet ist, der im mittleren Bereich einen Ventilbetätigungsabschnitt (10c) aufweist und der an seinen Enden Nockenbetätigungsabschnitte (10a, 10b) aufweist.
9. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gaswechselventil (1), das von der ersten Nockenwelle (16) und von der zweiten Nockenwelle (17) gesteuert ist, ein Einlassventil ist und dass ein Auslassventil von der ersten Nockenwelle (16) gesteuert ist.
10. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Nockenwelle (16) und die zweite Nockenwelle (17) in ihrer Phasenlage unabhängig voneinander verstellbar ausgeführt sind.
11. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hebel (6) und/oder der erste Kipphebel (12) und der zweite Kipphebel (13) über Rollen (20, 21) mit den Nocken (14, 15) zusammenwirken.
12. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Nocken (14) und der zweite Nocken (15) jeweils einen Grundkreisabschnitt (14a, 15a), einen Erhebungsabschnitt (14c, 15c) und zwei Übergangsabschnitte (14b, 14d; 15b, 15d) aufweist, und dass die Summe der Erhebungsabschnitte (14c, 15c) mindestens so groß ist wie die Summe der Grundkreisabschnitte (14a, 15a), so dass dann, wenn sich ein Nocken (14, 15) im Grundkreisabschnitt (14a, 15a) befindet, sich der andere Nocken (15, 14) Erhebungsabschnitt (14c, 15c) befindet.
13. Vorrichtung (100) zum Zuschalten einer zusätzlichen Nockenerhebung für eine Brennkraftmaschine mit zumindest einem über einen Nocken (102) einer Nockenwelle (104) betätigten Gaswechselventil, mit zumindest einem vorzugsweise im Bereich des Grundkreises des Nockens (102) in einer radialen Querbohrung (106) der Nockenwelle (104) verschiebbar gelagerten Druckkörper (120), welcher mittels eines innerhalb der hohlen Nockenwelle

(104) axial zumindest zwischen zwei Stellungen mittels einer axial innerhalb der Nockenwelle (104) verschiebbar angeordneten Stellstange (130) verstellbar ist, wobei die Stellstange (130) zumindest eine Rampenfläche (134) im Kontaktbereich des Druckkörpers (120) aufweist, wobei der Verschiebeweg des Druckkörpers (120) in der Querbohrung (106) radial nach außen hin und/oder die Verdrehbarkeit des Druckkörpers (120) in der Querbohrung (106) begrenzt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Querbohrung (106) zumindest eine Längsnut (108) aufweist, in welche ein fest mit dem Druckkörper (120) verbundenes Sicherungselement (112) eingreift, wobei Längsnut (108) und Sicherungselement (108) eine lose Führung darstellen.

14. Vorrichtung (100) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Länge (l_1) der Längsnut (108) geringer ist als die Länge (l_2) der Querbohrung (106), wobei die maximale radiale Erstreckung der Längsnut (108) in der Nockenwelle (104) - von der Drehachse (105) der Nockenwelle (104) weg gemessen - geringer ist als die radiale Erstreckung des Nockens (102) im Bereich der Querbohrung (106).
15. Vorrichtung (100) nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Querbohrung (106) einseitig zwischen dem Hohlraum (132) der Nockenwelle (104) und der Oberfläche (101) des Nockens (102) erstreckt.
16. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Längsnut (108) durch eine vorzugsweise als Sackbohrung ausgeführte Führungsbohrung (116) parallel zur Querbohrung (106) im Bereich des Mantels (110) der Querbohrung (106) gebildet ist, wobei vorzugsweise der Durchmesser (d_2) der Führungsbohrung (116) kleiner ist als der halbe Durchmesser (r) der Querbohrung (106).
17. Vorrichtung (100) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungsbohrung (116) von der der Querbohrung (106) abgewandten Seite der Oberfläche (101) des Nockens (102) ausgeht.
18. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine einzige Führungsbohrung (116) im Bereich des Mantels (110) der Querbohrung (106) vorgesehen ist.
19. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei diametral gegenüberliegende Führungsbohrungen (116) im Bereich des Mantels (110) der Querbohrung (106) vorgesehen sind.

20. Vorrichtung (100) nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Achsen der Führungsbohrungen (116) eine die Nockenwellenachse (105) im Wesentlichen beinhaltende Ebene aufspannen.
21. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sicherungselement (112) durch zumindest einen Sicherungsstift (114) gebildet ist, welcher in einer vorzugsweise radialen Aufnahmebohrung (114) des Zapfens (122) angeordnet ist, wobei der Durchmesser (d_1) des Sicherungsstiftes (114) maximal der Breite (b) der Längsnut (108) entspricht.
22. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckkörper (120) durch einen zylindrischen Zapfen (122) gebildet ist, dessen Durchmesser maximal dem Durchmesser der Querbohrung (106) entspricht.
23. Vorrichtung (100) nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine äußere, dem Hohlraum (132) der Nockenwelle (104) abgewandte erste Stirnseite (126) des Zapfens (122) eine konvexe Zylinderfläche (127) aufweist.
24. Vorrichtung (100) nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zapfen (122) in der Querbohrung (106) derart verdrehsicher angeordnet ist, dass die Achse (127a) der Zylinderfläche (127) der ersten Stirnseite (126) parallel zur Drehachse (105) der Nockenwelle (104) ausgerichtet ist.
25. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 22 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein äußere, dem Hohlraum (132) der Nockenwelle (104) zugewandte zweite Stirnseite (128) des Zapfens (122) eine konvexe Zylinderfläche (129) oder eine konvexe Kugelfläche aufweist.
26. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckkörper (120) durch zumindest einen Wälzkörper (150) gebildet ist, dessen größter Abrolldurchmesser maximal dem Durchmesser der Querbohrung (106) entspricht und dessen Drehachse (151) normal zur Achse (107) der Querbohrung (106) angeordnet ist.
27. Vorrichtung (100) nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wälzkörper (150) im Bereich seiner Drehachse (151) durch das Sicherungselement (112) entlang der Längsnut (108), vorzugsweise entlang zweier diametral gegenüberliegender Längsnuten (108), geführt ist.

28. Vorrichtung (100) nach Anspruch 26 oder 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wälzkörper (150) eine zylindrische erste Wälzfläche (154) aufweist.
29. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 26 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wälzkörper (150), vorzugsweise beiderseits der ersten Wälzfläche (154), kugelförmige zweite Wälzflächen (156) aufweist.
30. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 26 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Wälzkörper (150) durch das Sicherungselement (112) miteinander verbunden sind, wobei vorzugsweise das Sicherungselement (112) durch zumindest einen in den Längsnuten (108) geführten Sicherungsring oder Sicherungsbügel (152) gebildet ist.
31. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rampenfläche (134) der Stellstange (130) zumindest zwei, vorzugsweise zumindest drei Abflachungen (136, 138) für den Druckkörper (120) aufweist, welche jeweils eine stabile Stellung des Druckkörpers (120) definieren.
32. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stellstange (130) zumindest eine Applikationsbohrung (140) zur Montage und Demontage des Druckkörpers (120) aufweist, wobei der Durchmesser (d_3) der Applikationsbohrung (140) zumindest dem Durchmesser der Querbohrung (106) entspricht und wobei die Applikationsbohrung (140) in zumindest einer Stellung der Stellstange (130) fluchtend mit der Querbohrung (106) bringbar ist.
33. Vorrichtung (100) nach Anspruch 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Applikationsbohrung (140) normal zur Drehachse der Nockenwelle (104) angeordnet ist.
34. Vorrichtung (100) nach Anspruch 32 oder 33, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Bereich der Mantelfläche (142) der Applikationsbohrung (140) Applikationslängsnuten (144) angeordnet sind, deren Lage, Zahl und Anordnung den Längsnuten (108) der Querbohrung (106) entsprechen, wobei die Applikationslängsnuten (144) in zumindest einer Stellung der Stellstange (130) fluchtend mit den Längsnuten (108) der Querbohrung (106) bringbar sind.
35. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 32 bis 34, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stellstange (130) ein Lagesicherungsmittel für den lagesicheren Einbau des Druckkörpers (120) aufweist.

36. Vorrichtung (100) nach Anspruch 35, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Lagesicherungsmittel das Sicherungselement (112) näher der ersten Stirnseite (126) als der zweiten Stirnseite (128) des Druckkörpers (120) angeordnet ist und die Länge (l_3) der Applikationslängsnuten (144) – ausgehend von einer der Querböhrung (106) zugewandten ersten Seite (146) der Stellstange (130) – kleiner ist, als die halbe maximale Länge (l_4) des Druckkörpers (120).
37. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 36, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stellstange (130) mechanisch, hydraulisch, pneumatisch und/oder elektrisch betätigbar ist.
38. Brennkraftmaschine mit einer variablen Ventilbetätigungseinrichtung mit zumindest einer geteilten Nockenordnung (202), welche zumindest einen fest mit einer Nockenwelle (201) verbundenen Nocken (203) und zumindest einen um eine Drehachse parallel zur Nockenwellenachse (218) zwischen zumindest zwei Stellungen verdrehbaren Zusatznocken (204) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nockenwelle (201) eine zylindrische Führungsfläche (206) für den Zusatznocken (204) aufweist, an welcher der Zusatznocken (204) in Umfangsrichtung verschiebbar gelagert ist.
39. Brennkraftmaschine nach Anspruch 38, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zusatznocken (204) im Wesentlichen die Form eines offenen Kreises aufweist, dessen Innenradius (R) im Wesentlichen mindestens dem Radius (r') der zylindrischen Führungsfläche (206) der Nockenwelle (201) entspricht.
40. Brennkraftmaschine nach Anspruch 38 oder 39, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zusatznocken (204) zwei die Nockenwelle (201) entlang der zylindrischen Führungsfläche (206) um einen Umgreifungswinkel (α) größer als 180° , vorzugsweise um 210° bis 240° umgreifende Arme (208) aufweist, die eine diametrale Halterung über einen Formschluss auf der Nockenwelle (201) ermöglichen.
41. Brennkraftmaschine nach Anspruch 40, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zusatznocken (204) drehfest mit einer innerhalb der hohl ausgeführten Nockenwelle (201) angeordneten Schaltwelle (210) verbunden ist, wobei die Verbindung vorzugsweise über einen Stift (209) mit zylindrischem oder ovalem Querschnitt erfolgt.
42. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 38 bis 41, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nockenwelle (201) im Bereich der Führungsfläche (206) eine radiale Öffnung (211) aufweist, wobei die in Richtung der

Nockenwellenachse (218) gemessene Breite der Öffnung (211) mindestens der in Richtung der Nockenwellenachse (218) gemessenen Dicke des Stiftes (209) entspricht.

43. Brennkraftmaschine nach Anspruch 42, **dadurch gekennzeichnet**, dass – in einem Schnitt quer zur Nockenwellenachse (201) betrachtet – sich die Öffnung (211) um einen Winkelbereich (β) in Umfangsrichtung von etwa 60° bis 120° um die Nockenwellenachse (218) erstreckt.
44. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 38 bis 43, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zylindrische Führungsfläche (206) als radiale umlaufende Nut (212) im feststehenden Nocken (203) ausgebildet ist, wobei die Breite der Nut (212) mindestens der Breite (213) des Zusatznockens (204) entspricht.
45. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 38 bis 44, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zusatznocken (204) in seiner Ruhestellung radial innerhalb der Nockenerhebung des feststehenden Nockens (203) angeordnet ist.
46. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 38 bis 45, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungsfläche (206) konzentrisch zur Nockenwellenachse (218) angeordnet ist.
47. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 38 bis 45, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungsfläche (206) exzentrisch zur Nockenwellenachse (218) angeordnet ist.
48. Brennkraftmaschine nach Anspruch 47, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stift (209) axial gleitend mit dem Zusatznocken (204) verbunden ist.

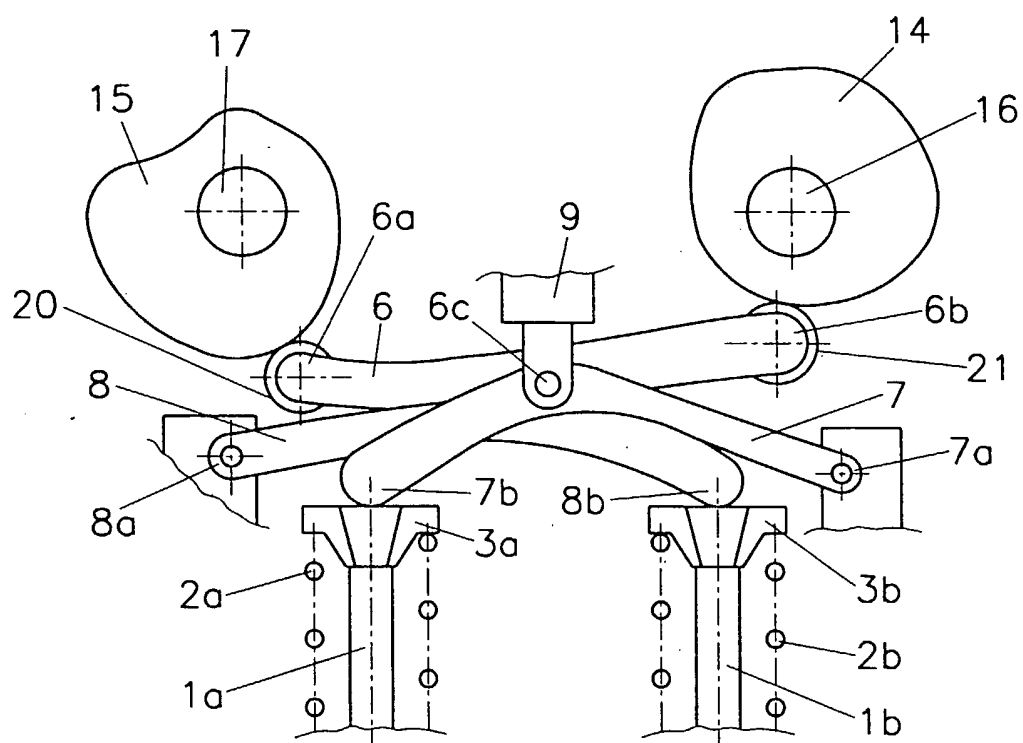
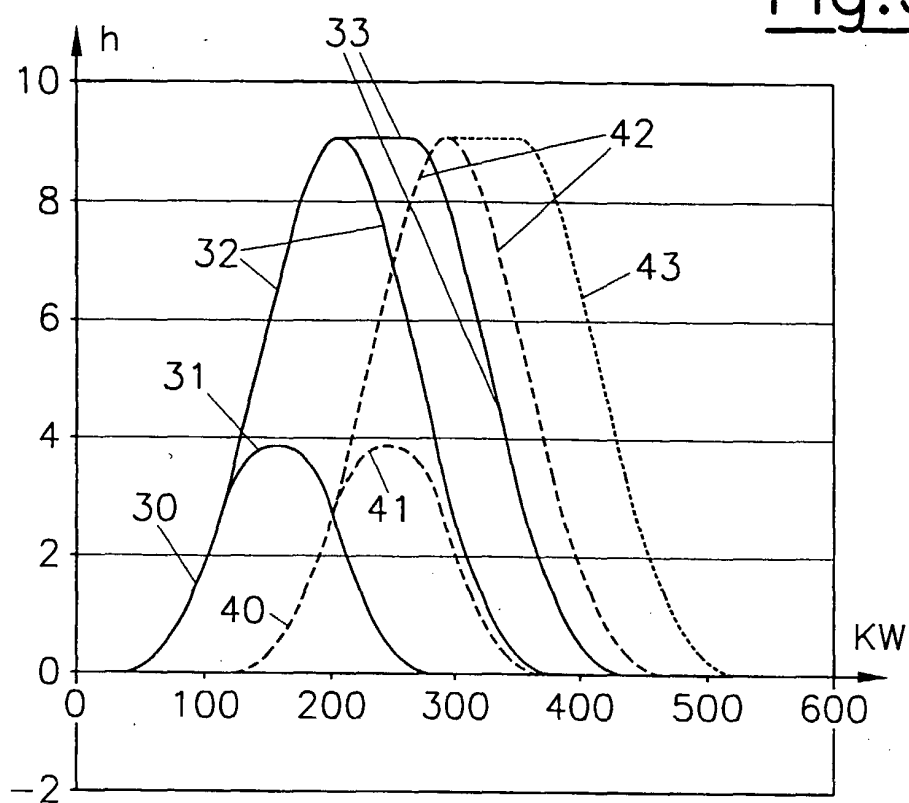
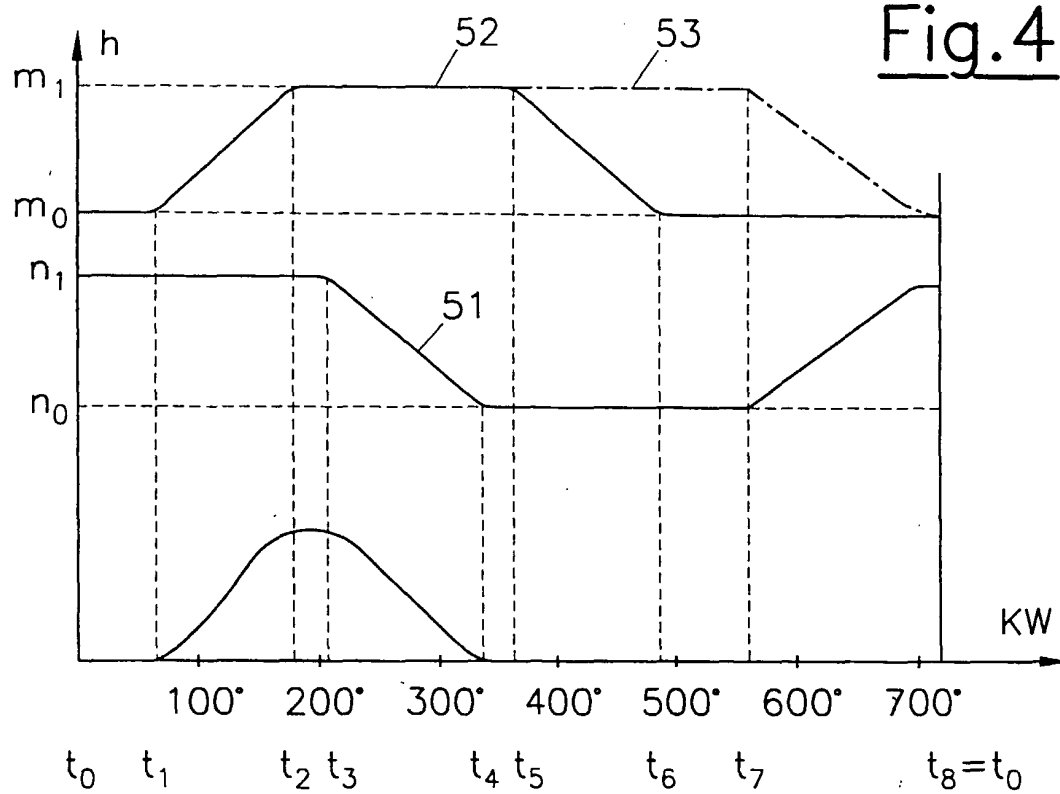
Fig.1

Fig.3Fig.4

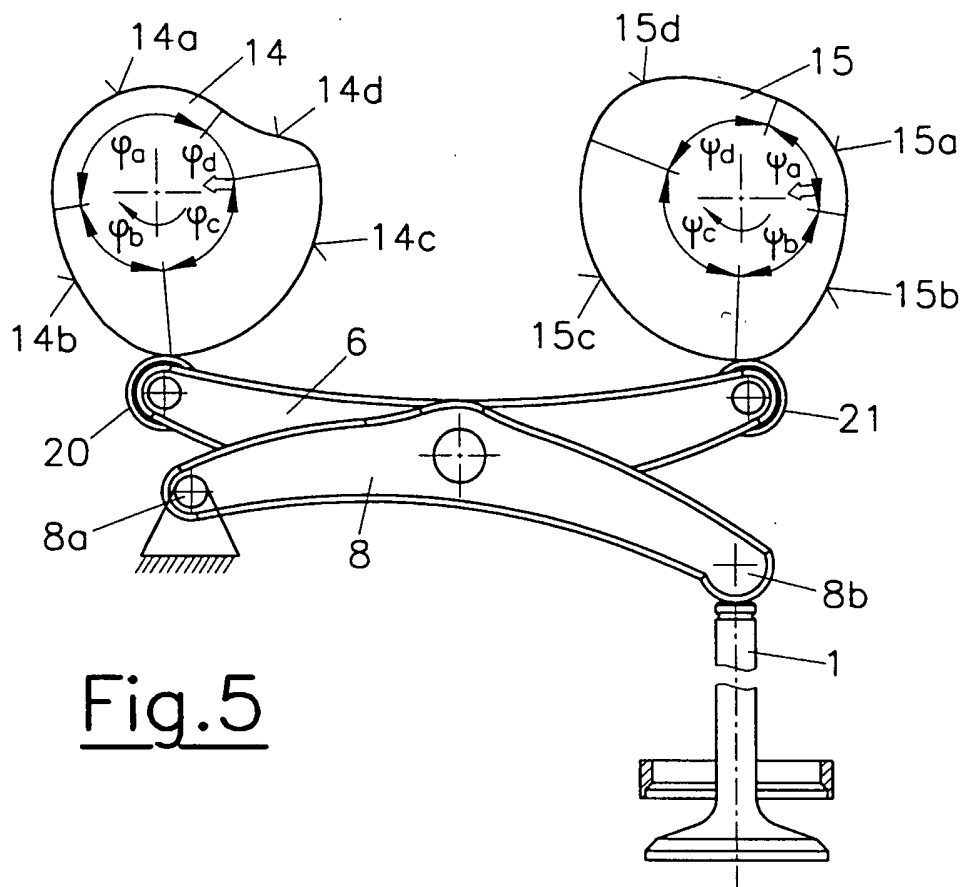
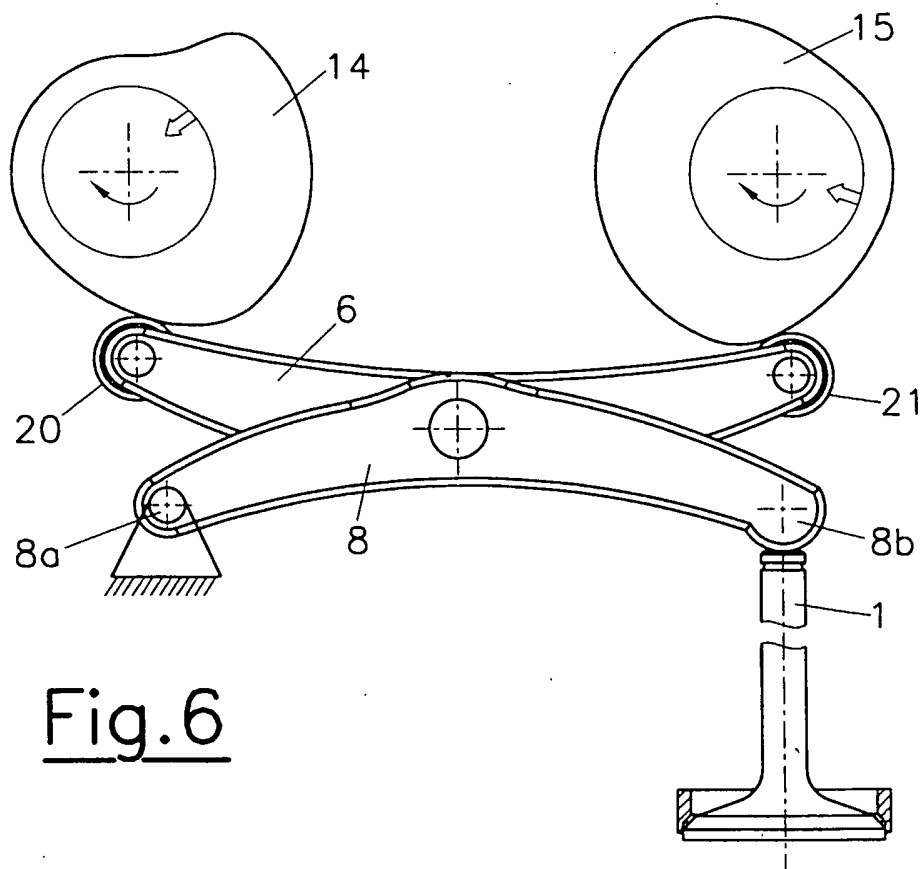
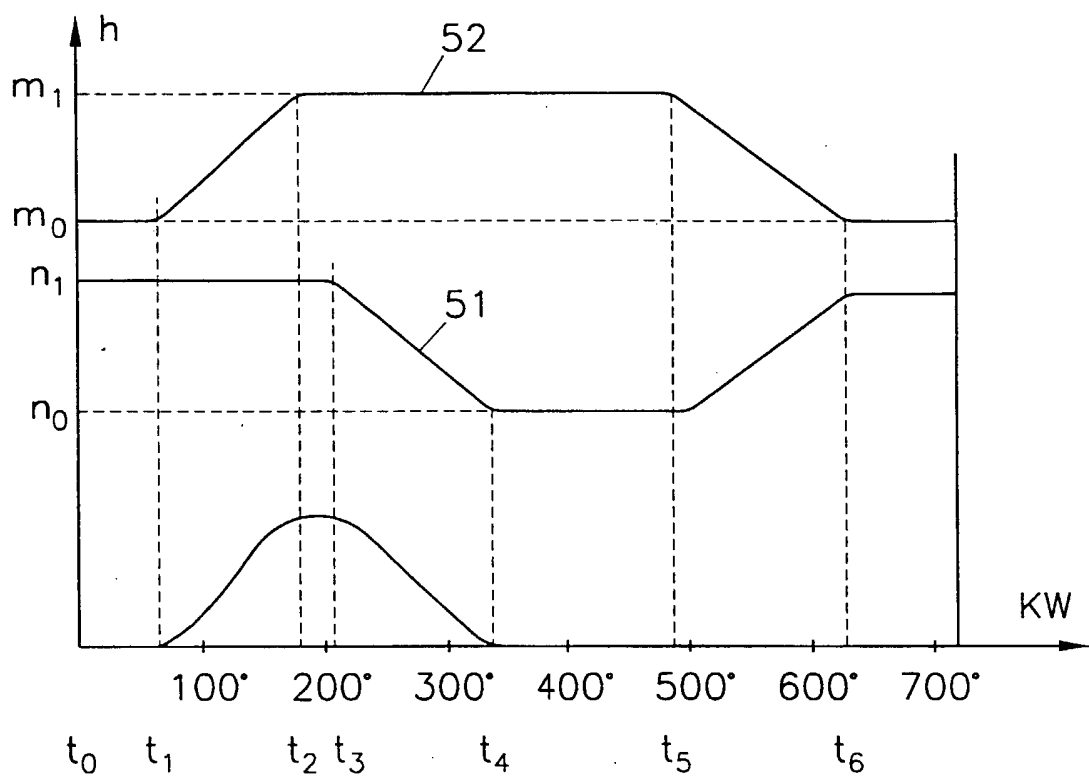
Fig. 5Fig. 6

Fig.7

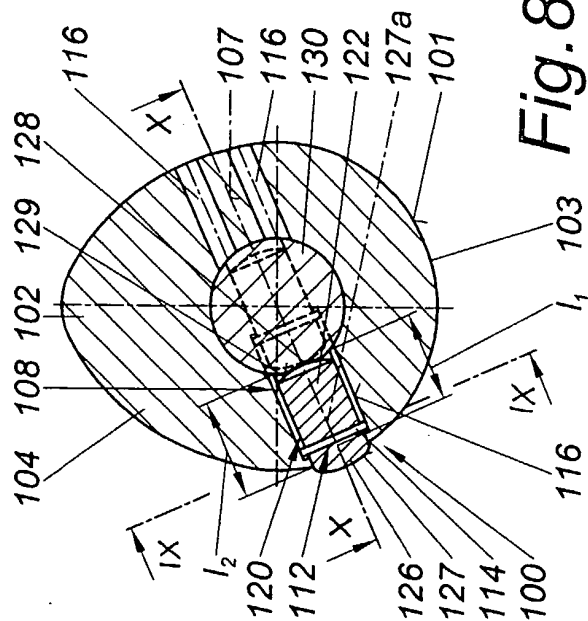


Fig. 8

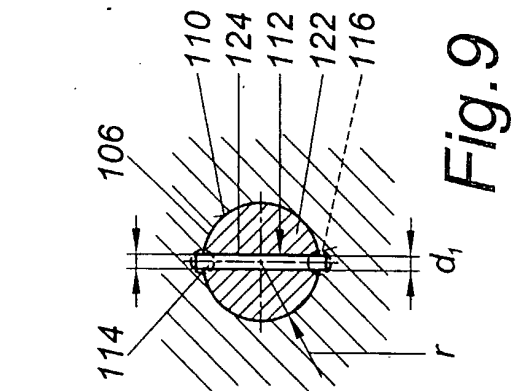


Fig. 9

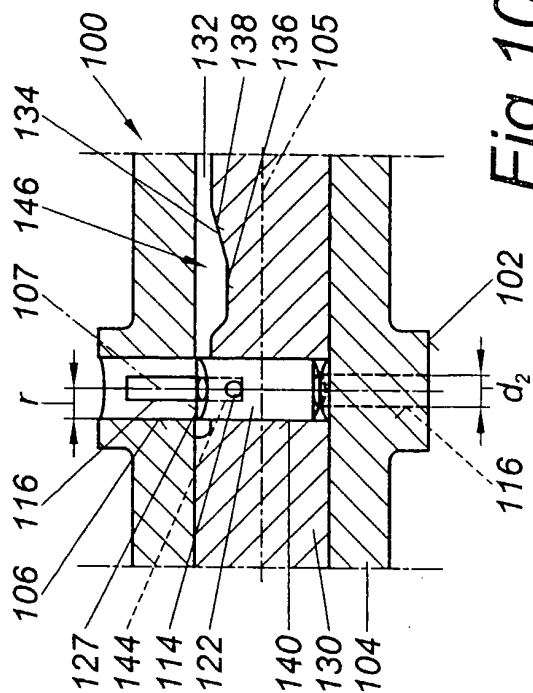


Fig. 10

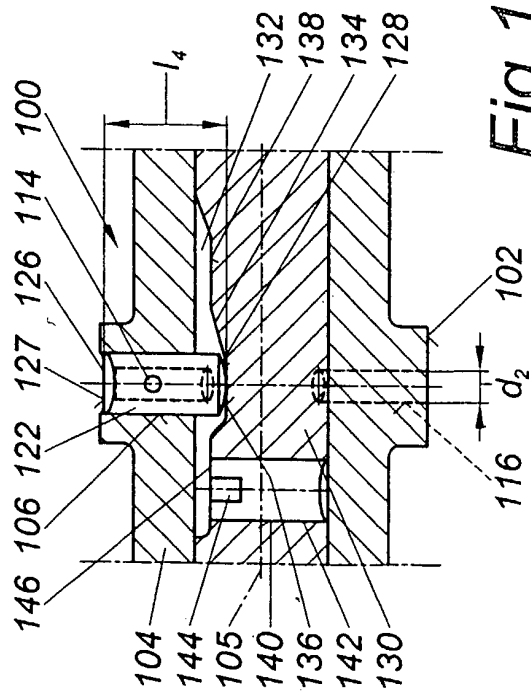


Fig. 11

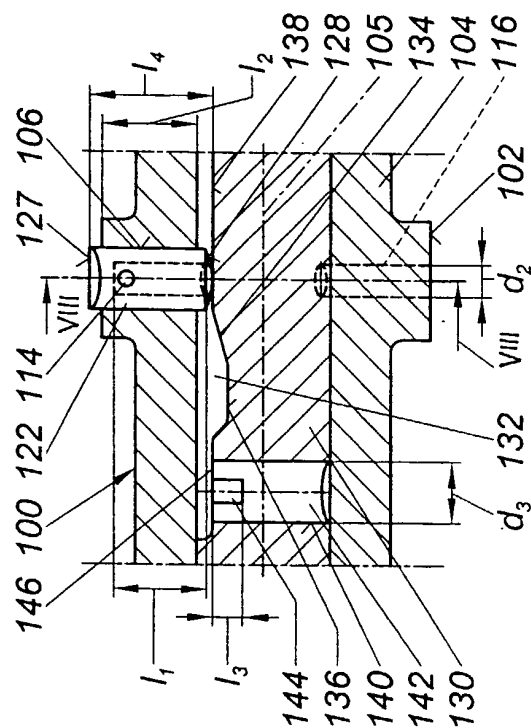


Fig. 12

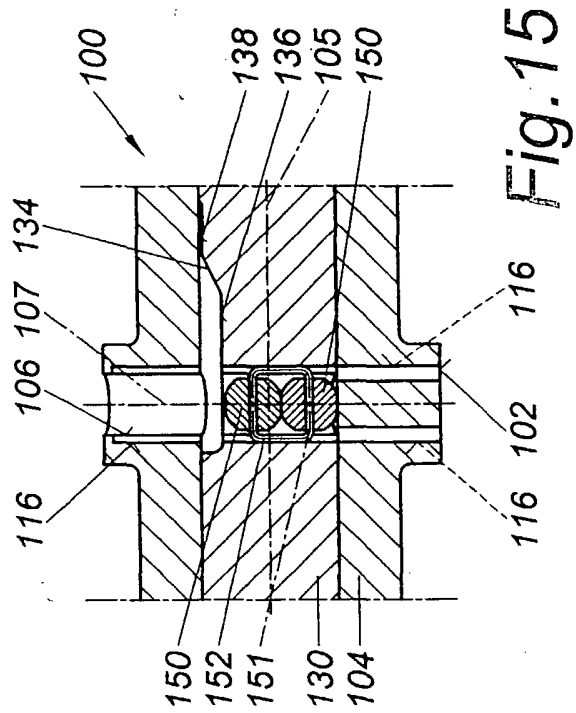


Fig. 14

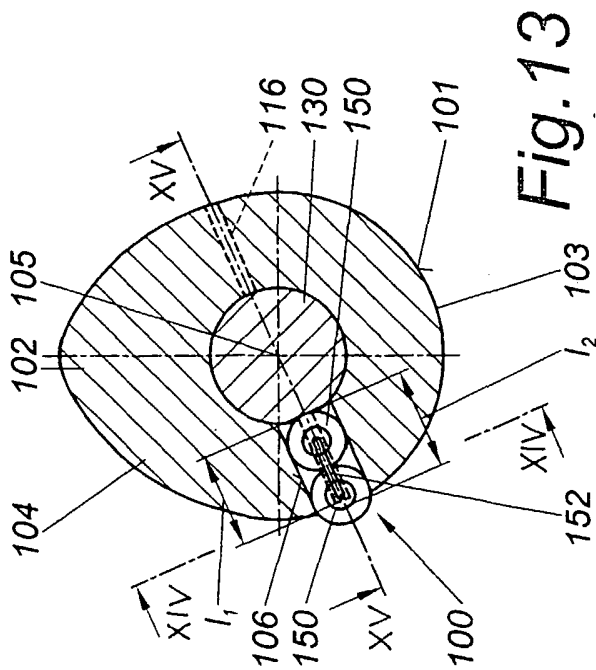
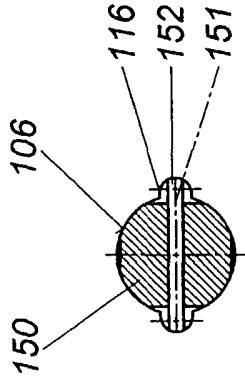


Fig. 16

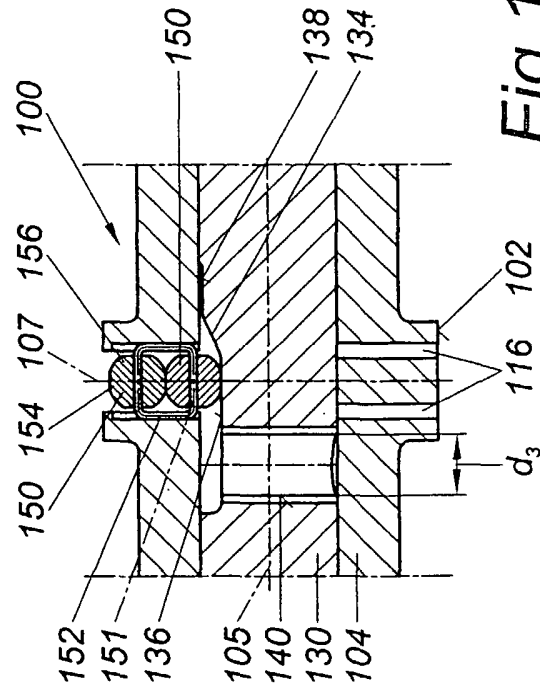
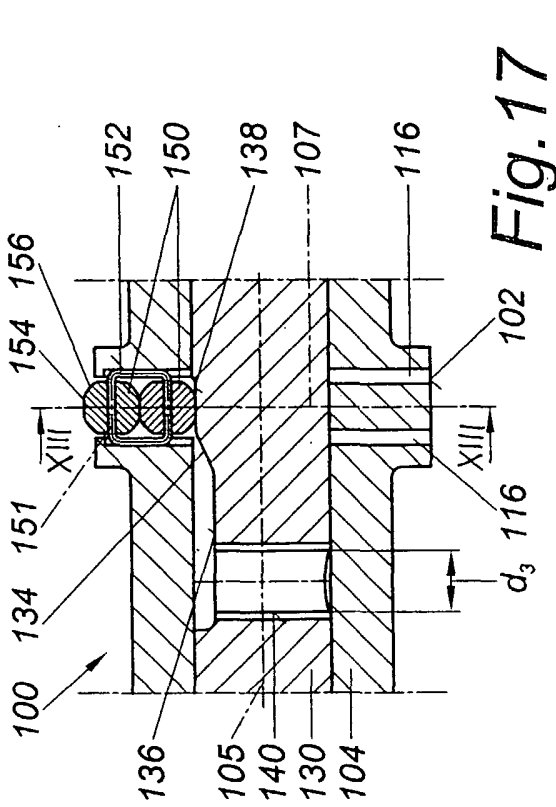


Fig. 17



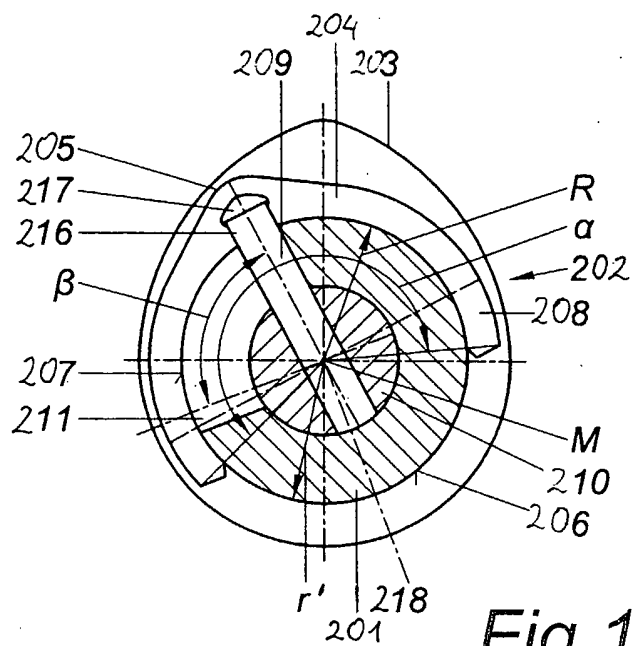


Fig. 18

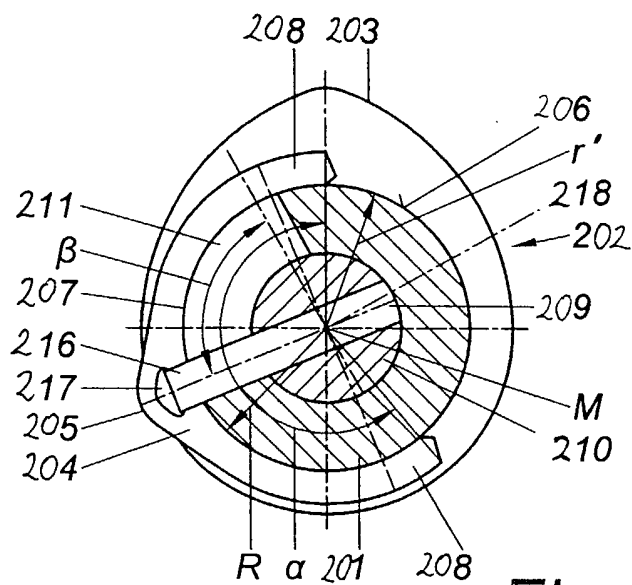


Fig. 19

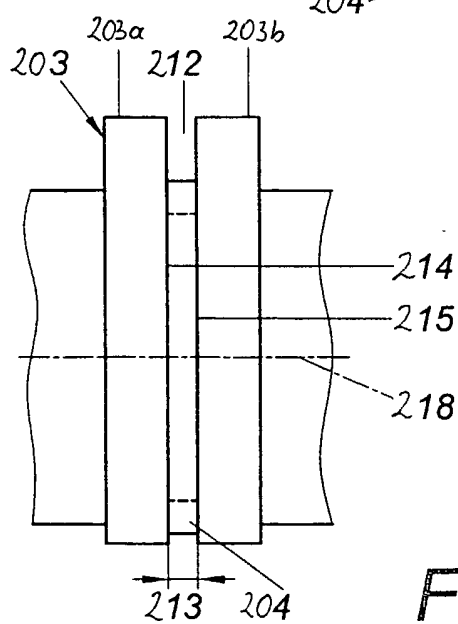


Fig. 20

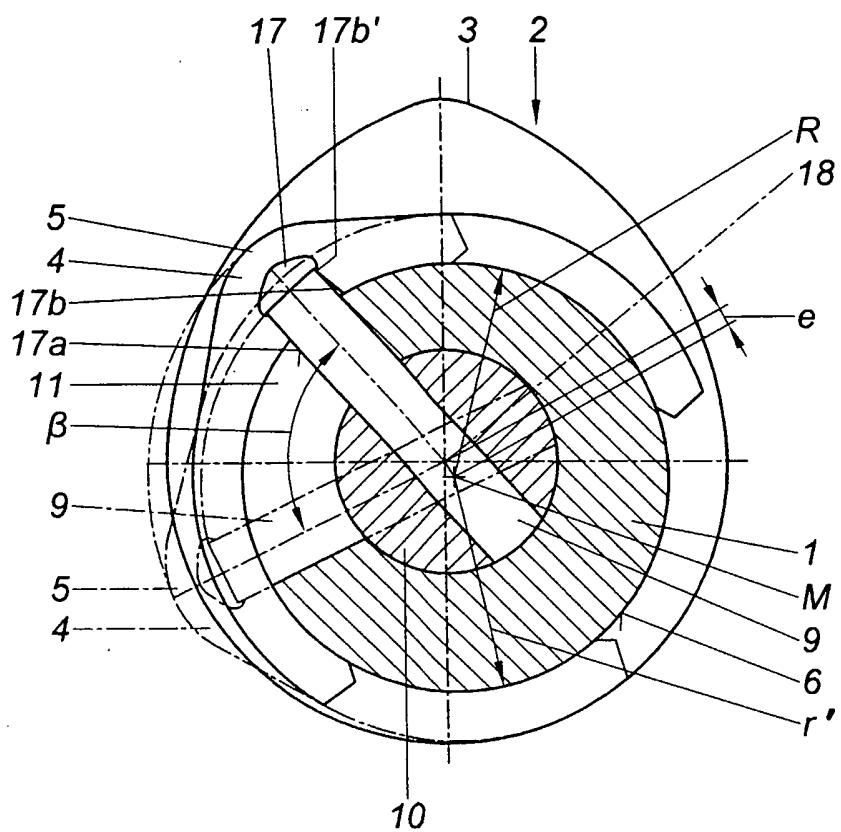


Fig. 21