

(19)



(11)

**EP 1 853 797 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**16.02.2011 Patentblatt 2011/07**

(51) Int Cl.:  
**F01L 13/00** <sup>(2006.01)</sup>      **F01L 1/18** <sup>(2006.01)</sup>  
**F01L 1/14** <sup>(2006.01)</sup>      **F01L 1/26** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **06723176.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2006/001925**

(22) Anmeldetag: **02.03.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2006/092312 (08.09.2006 Gazette 2006/36)**

**(54) VARIABLE MECHANISCHE VENTILSTEUERUNG EINER BRENNKRAFTMASCHINE**

VARIABLE MECHANICAL VALVE CONTROL FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

COMMANDE MECANIQUE VARIABLE DE SOUPAPES D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE ES FR**

(72) Erfinder:  

- **FLIERL, Rudolf**  
**67661 Kaiserslautern (DE)**
- **MOHR, Mark, Andy**  
**88067 Tettang (DE)**
- **VOLPERT, Bastian**  
**67165 Waldsee (DE)**

(30) Priorität: **03.03.2005 DE 102005010182**  
**14.03.2005 DE 102005012081**  
**18.10.2005 DE 102005049671**

(74) Vertreter: **Patentanwälte ter Smitten**  
**Postfach 27 03 63**  
**40526 Düsseldorf (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**14.11.2007 Patentblatt 2007/46**

(73) Patentinhaber:  

- **Hydraulik-Ring GmbH**  
**97828 Marktheidenfeld (DE)**
- **enTec Consulting GmbH**  
**58675 Hemer (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 111 768**      **EP-A- 1 387 050**  
**WO-A-2004/088094**      **WO-A-2004/088099**  
**DE-A1- 10 041 466**      **DE-A1- 10 140 635**  
**US-A1- 2004 103 865**

**EP 1 853 797 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 variable mechanische Ventilsteuerung einer Brennkraftmaschine zum Regulieren der Steuerzeit, Öffnungszeit und/oder des Hubes von Gaswechselventilen, Ein- und Auslassventilen sowie der Ansteuerung von Kraftstoffventilen einer Brennkraftmaschine, insbesondere von Motoren mit Kipphebeltrieben.

**[0002]** Bekannt sind Brennkraftmaschinen mit oben liegender Nockenwelle, bei denen ein von einer Steuerwelle angetriebener Nocken direkt einen Kipphebel betätigt, der entweder direkt oder über weitere Übertragungsglieder ein Gaswechselventil öffnet und schließt. Dabei wird üblicherweise jedoch weder die Steuerzeit noch der Ventilhub oder die Ventilöffnungsdauer stufenlos variiert. Haben derartige mechanisch variable Ventilhubsteuerungen nur eine Steuerwelle, auf der die Nocken für die Ein- und Auslasserhebungen der Ventile gleichzeitig vorgesehen sind, kann der Zeitpunkt des Öffnens bzw. Schließens des Einlassventils nicht unabhängig vom Zeitpunkt des Öffnens oder Schließens des Auslassventils gesteuert werden. In bekannter Weise wird für die Verschiebung der Öffnungszeitpunkte zwischen Ein- und Auslassventilen ein Phasenversteller verwendet, wobei die Nockengeometrien für den Ein- und Auslassventilhub auf verschiedenen Nockenwellen vorgesehen wird. Für die Phasenverstellung wird dann die Einlassnockenwelle relativ zur Auslassnockenwelle verschoben.

**[0003]** Aus der DE 103 14 683 A1 ist eine variable Ventilhubsteuerung für einen Verbrennungsmotor mit unten liegender Nockenwelle bekannt, bei der der Ventilhub eines oder mehrerer Einlass- und/oder Auslassventile last- und drehzahlabhängig eingeregelt werden kann, so dass gleichzeitig mit dem Ventilhub auch die Öffnungszeit der Ventile eingeregelt wird. Aus DE 100 41 466 A1 und DE 43 30 913 A1 sind weiterhin Ventiltriebe zum Steuern der Ein- und Auslasssteuerzeiten von Gaswechselventilen und der Kraftstoffansaugsteuerung einer Brennkraftmaschine bekannt. Jedoch muss bei beiden Systemen ein hoher Aufwand betrieben werden, um das Ventilspiel in einem gewissen Maß konstant zu halten. Des Weiteren sind zahlreiche variable Ventiltriebe bekannt, die sowohl den Ventilhub als auch die Öffnungszeit des Ventils annähernd stufenlos verstellen können. Alle aufgeführten variablen Ventiltriebe nutzen mindestens ein variabel verstellbares Übertragungsglied, um den Nockenhub über dieses Übertragungsglied auf ein Ventilbetätigungsglied, das den Ventilhub erzeugt, zu übertragen. Alle diese Systeme sind in der Lage eine hohe Variabilität des Ventilhubes zu erzeugen. Die meisten dieser Ventiltriebe sind jedoch für oben liegende Nockenwellen ausgeführt. In der DE 101 40 635 A1 und der EP1387050 A1, wird, eine Ventilhubvorrichtung zur unabhängigen variablen Hubverstellung der Gaswechselventile einer Verbrennungskraftmaschine beschrieben, bei der die Ventilhubcharakteristik durch die Geo-

metrie der Kulissenbahn, durch die Kontur der Verstellleiste und durch eine Arbeitskurve des Kipphebels gebildet wird, so dass mit dieser Ventilhubvorrichtung die beiden Einlassventile eines 4-Ventilmotors mit unterschiedlichen Hubkurven betätigt werden. Aus DE 1 751 690 und der DE 2 256 091 sind Ventilsteuereinheiten bekannt, die den Ventilhub eines Ventils last- und drehzahlabhängig für Verbrennungsmotoren mit untenliegender Nockenwelle verändern können. Jedoch basieren beide auf Gleitkontakten und haben damit Probleme mit der Reibung und damit mit der Verlustleistung.

**[0004]** Nachteilig bei den bekannten mechanischen variablen Ventiltrieben mit untenliegender Nockenwelle oder Kipphebeln ist, dass diese Ventiltriebe einen zusätzlichen Hebel verwenden, der die Bewegung der Stoßstange auf das Zwischenglied überträgt, welches für die Variabilität der Ventilhubkurven verantwortlich ist. So ergeben sich für die gleiche Funktionalität mehr Bauteile und Gelenk- bzw. Kontaktstellen. Dadurch ergibt sich weiterhin eine größere Toleranz- sowie Steifigkeitsproblematik. Außerdem wirkt sich die Anzahl der Bauteile und Gelenk- bzw. Kontaktstellen negativ auf die Systemkosten aus. Eine Steuerzeitverschiebung bzw. Phasenverschiebung des maximalen Ventilhubes ist in diesen Systemen nicht vorgesehen. Bei den hier aufgeführten bekannten Systemen kann sowohl der Ventilhub, die Ventilöffnungszeit als auch die Steuerzeit bzw. die Phasenlage des Hubmaximums nicht verändert werden, obwohl die aufgeführten Systeme einzelne der an einen mechanisch variablen Ventiltrieb gestellten Anforderungen erfüllen können. Jedoch gibt es kein System, das sowohl die Öffnungszeit und den Hub, sowie die Spreizung der Ventile verstellen kann. Außerdem ist bei diesen Systemen nicht vorgesehen, dass man für einen Motor mit nur einer Nockenwelle die Ventilhubparameter für die Ein- und Auslassventile getrennt verstellen kann.

**[0005]** Daher besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, einen Ventiltrieb für eine Brennkraftmaschine mit vorzugsweise Kipphebeln mit voll variablem Ventilhub und variabler Öffnungs- und Schließzeit zu schaffen, mit dem ein kompaktes Übertragungsgetriebe zwischen Steuerwelle und Ein- und Auslassventilen erhalten wird, die Anzahl der benötigten Bauteile des Übertragungsgetriebes reduziert werden und zusätzlich ein mechanischer vollvariabler Ventiltrieb erhalten wird mit einer erweiterten Variabilität des Ventiltriebs, insbesondere für Motoren mit Kipphebeltrieben.

**[0006]** Gelöst wird diese Aufgabe durch die Merkmale im Kennzeichen des Patentanspruchs 1, indem ein Zwischenhebel über eine Achse mit einer Steuerwellenrolle so verbunden ist, dass eine auf der Achse drehbar gelagerte Kulissenrolle über eine Nockenwellenrolle und über die Achse durch die Nockenwelle angetrieben in einer Kulisse bewegt wird, wobei eine Kontaktfläche am Zwischenhebel sich, vorzugsweise über eine Feder verstärkt, an einer Steuerwelle abstützt und eine Arbeitskurve einen Kipp- oder Schleppebel bewegt, über den die Gaswechselventile geöffnet und/oder geschlossen wer-

den. An mindestens einer der Nocken- oder Steuerwellen ist ein Phasenversteller angebracht, so dass eine Phasenverschiebung zwischen der mit gleicher Drehzahl drehenden Nockenwelle und der Steuerwelle so vorgesehen ist, dass bei der variablen Ventilsteuerung für unterschiedliche Ventilhubhöhe entweder der Ventilöffnungszeitpunkt oder der Ventilschließzeitpunkt für die unterschiedlichen Ventilhubhöhe gleich ist. Die Nockenwelle kann zur Steuerwelle den gleichen Drehsinn oder einen entgegen gesetzten Drehsinn aufweisen.

**[0007]** Wesentliche Vorteile der vorliegenden Erfindung bestehen in der kompakten Gestalt des Übertragungsgetriebes, das zwischen Steuerwellenantrieb und Ventilbetätigung, insbesondere bei Brennkraftmaschinen mit Kipp- oder Schwinghebeln, angeordnet ist. Die Systemtoleranzen des Übertragungsgetriebes können gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Ventiltrieben deutlich verbessert werden. Ein weiterer großer Vorteil der variablen mechanischen Ventilsteuerung nach der Erfindung besteht darin, dass sowohl der Ventilhub, die Ventilöffnungszeit als auch die Phasenlage des Hubmaximums mit nur einer Verstellung verändert werden können.

**[0008]** Vorteilhaft ist auch, dass die Hebel, die direkt über den Gaswechselventilen angebracht sind, als Kipp- oder Schwinghebel ausgebildet sein können. Die Bahn der Kulisse kann durch einen Kreisbogen um den Mittelpunkt einer Hebelrolle und/oder einen ersten Bereich der Arbeitskurve durch einen Kreisbogen um den Mittelpunkt der Kulissenrolle gebildet werden. Bei einer Brennkraftmaschine mit mindestens zwei Einlass- und/oder Auslassventilen können die entsprechenden Zwischenhebel und Hebel, die direkt über den Gaswechselventilen angeordnet sind, für die Ventilbetätigung unterschiedliche Geometrien aufweisen und entweder auf einer gemeinsamen Achse oder auf unterschiedlichen Achsen gelagert sein.

**[0009]** Bevorzugt ist vorgesehen, dass der über den Gaswechselventilen vorgesehene Hebel direkt über eine Ventilbrücke gleichzeitig zwei Gaswechselventile betätigt. Eine vorteilhafte Ausführungsform wird darin gesehen, dass die Kontaktfläche des Zwischenhebels für die Steuerwelle Bestandteil einer drehbar gelagerten Rolle ist. Damit ist ein reibungsarmer Betrieb des Übertragungsgetriebes gegeben.

**[0010]** Dadurch, dass unter anderem mit der vorliegenden Erfindung die Variation des Ventilhubes von einem Maximalhub bis zu einem Nullhub ausführbar ist, kann eine Ventilstilllegung einzelner Ventile bis zur Stilllegung aller Ventile eines Zylinders erfolgen.

**[0011]** Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung der variablen mechanischen Ventilsteuerung bei einer Brennkraftmaschine mit Kipphebeln wird darin gesehen, dass abhängig von der Ventilhubvariation die Phasenlage der Ventilhubmaxima durch nur ein Verstellelement und durch eine permanente Rotation der Steuerwelle eine vorgegebene Veränderung der Phasenlage und Ventilerhebungen der Gaswechselventile erfolgt. Des Wei-

teren ist es möglich, dass je nach Verschiebung der Phasenlage der zwei Steuerwellen zueinander, bezogen auf die maximale Auslenkung der zwei Steuerwellen, die Ventilöffnungszeitpunkte bzw. die Ventilschließzeitpunkte unterschiedlich einstellbar sind, so dass beispielsweise die Ventilöffnungszeitpunkte bei unterschiedlichen Ventilhubhöhen gleich sind und die Schließzeitpunkte sich über dem Steuerwellenwinkel verändern. Für andere Auslegungen der Brennkraftmaschinen kann es vorteilhaft sein, die Schließzeitpunkte der Ventilhubhöhen konstant zu halten und die Öffnungsbeginne der Ventilerhebungskurven zu verändern. Hierzu ist durch das Verstellelement entsprechend die Phasenlage der zwei Steuerwellen zu verändern.

**[0012]** Weitere vorteilhafte Ausführungsformen bestehen darin, dass die Verstellung von Ein- und Auslassventilerhebungen zueinander getrennt und unterschiedlich erfolgt. Die Nockenwelle kann mindestens einen Sekundärnocken aufweisen, über den je Steuerwellendrehung ein zweites Öffnen und Schließen der Ein- und/oder Auslassventile erfolgt. Hiermit lässt sich insbesondere die Restgassteuerung von Motoren vorteilhaft über die Variation des Sekundärhubes steuern. Dieser Vorteil wirkt sich besonders bei Brennkraftmaschinen vorteilhaft aus, an denen als Mittel zur zusätzlichen unabhängigen Ventilhuböffnung und Schließung je Steuerwellendrehung kein zweites Betätigungssystem für einen Sekundärhub vorgesehen ist, wobei durch das zweite Betätigungssystem die Ventilöffnung der Gaswechselventile veränderlich und abhängig von der Öffnung von einem Primärhub erfolgt.

**[0013]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand von bevorzugten, in Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

**[0014]** Es zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines variablen Ventiltriebs eines Gaswechselventils mit Kipphebeln in Seitenansicht;

Fig. 2 eine Ventilhubschär des Ausführungsbeispiels des variablen Ventiltriebs mit konstantem Ventilöffnungszeitpunkt; und

Fig. 3 eine Ventilhubschär eines weiteren Ausführungsbeispiels des variablen Ventiltriebs mit konstantem Ventilschließpunkt.

**[0015]** Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines variablen Ventiltriebs, bestehend aus einer Nockenwelle 202, einer Nockenwellenrolle 207, die an einer Kontur der Nockenwelle 202 abrollt und ausgelenkt wird. Die Nockenwellenrolle 207 ist drehbar in einem Zwischenhebel 210 gelagert. Der Zwischenhebel 10 stützt sich über eine Kulissenrolle 204, eine Kontaktfläche 209 und eine Hebelrolle 213 ab. Eine Steuerwelle 208 rotiert mit einer Drehzahl der Nockenwelle 202 und der Zwischenhebel 210 wird relativ zum Drehpunkt der Kulissenrolle

204 gekippt. Ein Kipp- oder Schwinghebel 215 ist in einem Hebeldrehpunkt 214 drehbar gelagert. Ein Gaswechselventil 201 wird über den Hebel 215 betätigt. Der Zwischenhebel 210 rollt mit der Kulissenrolle 204 in einer Kulissee 206 ab. Außerdem stützt sich der Zwischenhebel 210 mit der Kontaktfläche 209 an der Steuerwelle 208 ab. Die Kontaktfläche 209 kann auch Bestandteil einer drehbar gelagerten Rolle des Zwischenhebels 110 sein.

[0016] Ausgelenkt durch die Kontur der Nockenwelle 202 kippt der Zwischenhebel 210, so dass die am Kipp- oder Schwinghebel 215 drehbar gelagerte Hebelrolle 213 auf einer Arbeitskurve 211 des Zwischenhebels 210 abläuft. Abhängig von der Positionierung durch die rotierende Steuerwelle 208 kommen unterschiedliche Bereiche der Arbeitskurve 211 mit der Hebelrolle 213 in Kontakt. Befindet sich die Hebelrolle 213 in Kontakt mit dem Nullhubbereich der Arbeitskurve 211, wird trotz Schwenken des Zwischenhebels 210 keine Bewegung des Kipp- oder Schwinghebels 215 erzeugt und somit auch nicht das Gaswechselventil 201 betätigt. Befindet sich die Hebelrolle 213 in Kontakt mit dem Hubbereich der Arbeitskurve 211, wird der Hebel 215 und mit ihm auch das Gaswechselventil 201 betätigt. Je länger die Hebelrolle 213 durch Verstellung des Zwischenhebels 210 auf dem Nullhubbereich abrollt, desto kürzer rollt sie im Hubbereich und desto kleiner wird der Ventilhub bis hin zum Nullhub, wenn nur der Nullhubbereich der Arbeitskurve 211 während des Nockenhubes abgefahren wird. Außerdem verschiebt sich je nach Ausrichtung der Nockenwelle 202 und der Steuerwelle 208 zueinander entweder der Öffnungszeitpunkt nach spät und der Schließzeitpunkt bleibt gleich oder umgekehrt. Diese Verstellung kann vorzugsweise durch einen Phasenversteller erfolgen.

[0017] Um einen Kraftschluss zwischen allen Bauteilen gewährleisten zu können, können mehrere Federn in das System eingefügt werden. Die Art, Anzahl und Positionierung der Federn hängt von der Konfiguration und Auslegung des Systems ab.

[0018] Zum Ausgleich des Ventilspiels zwischen Ventil und den Ventiltriebskomponenten kann ein mechanisches Ventilspielausgleichselement 216 oder ein hydraulischer Ventilspielausgleichsmechanismus vorgesehen sein. Bei bestimmten geometrischen Stellungen der Bauteile des Übertragungsgetriebes ist ein Nullhub eines Gaswechselventils 201 einstellbar und damit kann mindestens ein Gaswechselventil 201 je Zylinder stillgelegt werden. Die Nockenwelle 202 kann weiterhin mindestens eine Sekundärerhebung 217 am Grundkreisdurchmesser der Nockenkontur der Nockenwelle 202 aufweisen, über die je Nockenwellenumdrehung ein zweites Öffnen und Schließen der Ein- und/oder Auslassventile erfolgen kann.

[0019] Weiterhin kann als Mittel zur zusätzlichen unabhängigen Ventilhuböffnung und -schließung je Nockenwellenumdrehung ein zweites Betätigungssystem für einen Sekundarhub vorgesehen sein, wobei durch das zweite Betätigungssystem die Ventilöffnung der Gaswechselventile 201 veränderlich und unabhängig von der

Öffnung von einem Primarhub erfolgt. Zur Einstellung des Zwischenhebels 210 bzw. des Kipp- oder Schwinghebels 215 können Mittel zur Feineinstellung an dem Hebeldrehpunkt 212 und dem Hebeldrehpunkt 214 der Achse 205 sowie der Kulissee 206 vorgesehen sein. Die Geometrien der Ventiltriebsbetätigung der Zwischenhebel 210, der Kipp- oder Schwinghebel 215, die Nockenkonturen der Nockenwelle 202 oder die Exzenter an der Steuerwelle 208 können derart ausgebildet sein, dass unterschiedliche Ventilhuben benachbarter Ventile einstellbar sind.

[0020] In den Fig. 2 und 3 sind Ventilhubscharen des variablen Ventiltriebs über dem Drehwinkel der Steuerwellen für verschiedene Ausführungsbeispiele der variablen Ventilsteuerung und Stellungen der rotierenden Nockenwelle 202 und der Steuerwelle 208 zueinander dargestellt. Je nach Phasenverschiebung der Nockenwelle 202 und der Steuerwelle 208 stellt sich die Lage der Hubmaxima bzw. die Öffnungs- oder Schließzeitpunkte der Ventilerhebungen über dem Nockenwinkel dar.

#### Patentansprüche

1. Variable mechanische Ventilsteuerung einer Brennkraftmaschine mit einem Kipp- oder Schwinghebel zur Einstellung eines Ventilhubes und einer Öffnungs- und Schließzeit mindestens eines Einlass- und/oder Auslassventils (201), mit einer eine Nockenkontur aufweisenden Nockenwelle (202), bei der die Nockenkontur eine Teilkontur zum Öffnen und eine Teilkontur zum Schließen des Einlass- und/oder Auslassventils (201) aufweist, mit einem Übertragungsgetriebe, das einen Zwischenhebel (210) mit einer Arbeitskurve (211), eine Kulissee (206) zur Führung des Zwischenhebels (210), eine Kontaktfläche (209) des Zwischenhebels, die sich an einer eine Exzenterkontur aufweisenden Steuerwelle (208) abstützt, aufweist, wobei ein über das Übertragungsgetriebe mittels der Nockenwelle (202) angetriebener Kipphebel (215) das Ein- und/oder Auslassventil (201) betätigt,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der Zwischenhebel (210) über eine Achse (205) mit einer Nockenwellenrolle (207) so verbunden ist, dass eine auf der Achse (205) drehbar gelagerte Kulissenrolle (204) durch die Nockenwelle (202) über die Nockenwellenrolle (207) und der Achse (205) angetrieben in der Kulissee (206) bewegt wird, wobei die Kontaktfläche (209) am Zwischenhebel (210) sich an der Steuerwelle (208) abstützt und über die Arbeitskurve (211) der Kipp- oder Schwinghebel (215) bewegbar ist, über den das Gaswechselventil (201) geöffnet wird und/oder schließbar ist, wobei eine Phasenverschiebung zwischen der mit gleicher Drehzahl drehenden Nockenwelle (202) und der Steuerwelle (208) so vorgesehen ist, dass bei der variablen Ventilsteuerung für unter-

- schiedliche Ventilhübe entweder der Ventilöffnungszeitpunkt oder der Ventilschließzeitpunkt für die unterschiedlichen Ventilhübe gleich ist und wobei an der Nockenwelle (202) und/oder an der Steuerwelle (208) ein Phasenversteller zur Verstellung der Phasenlage der Ventilerhebungen des Gaswechselventils (201) vorgesehen ist.
2. Variable mechanische Ventilsteuerung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Nockenwelle (202) zur Steuerwelle (208) den gleichen Drehsinn aufweist.
  3. Variable mechanische Ventilsteuerung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Nockenwelle (202) zur Steuerwelle (208) einen entgegengesetzten Drehsinn aufweist.
  4. Variable mechanische Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Bahn der Kulisse (206) durch einen Kreisbogen um einen Mittelpunkt einer Hebelrolle (13) und/oder ein erster Bereich der Arbeitskurve (211) durch einen Kreisbogen um einen Mittelpunkt der Kulissenrolle (204) gebildet wird.
  5. Variable mechanische Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** bei einer Brennkraftmaschine mit mindestens zwei Einlass- und/oder Auslassventilen die entsprechenden Zwischenhebel (210) und/oder die Kipp- oder Schwinghebel (215) für die Ventilbetätigung unterschiedliche Geometrien aufweisen und auf einer gemeinsamen Achse (205) gelagert sind.
  6. Variable mechanische Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** bei einer Brennkraftmaschine mit mindestens zwei Einlass- und/oder Auslassventilen die entsprechenden Zwischenhebel (210) und/oder die Kipp- oder Schwinghebel (215) für die Ventilbetätigung unterschiedliche Geometrien aufweisen und auf unterschiedlichen Achsen (205) gelagert sind.
  7. Variable mechanische Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** ein Phasenversteller nicht direkt an der Nockenwelle (202) oder an der Steuerwelle (208) vorgesehen ist, sondern vorzugsweise an einem Getriebe zwischen Nockenwelle (202) und Steuerwelle (208) angeordnet ist.
  8. Variable mechanische Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zur Erreichung einer höheren Variabilität der Ventilerhebungen ein zusätzlicher Phasenversteller entweder an der Nockenwelle (202) oder an der Steuerwelle (208) oder an dem Zwischengetriebe (210) vorgesehen ist.
  9. Variable mechanische Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** je nach Phasenlage der Nockenwelle (202) oder Steuerwelle (208) zueinander sich die Ventilöffnungszeitpunkte bzw. die Ventilschließzeitpunkte unterschiedlich einstellen.
  10. Variable mechanische Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** entweder die Nockenwelle (202) zur Steuerwelle (208) oder die Steuerwelle (208) zur Nockenwelle (202) oder beide gleichzeitig phasenverschiebbar sind.
  11. Variable mechanische Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zum Ausgleich des Ventilspiels zwischen Ventil und den Ventiltriebskomponenten ein mechanisches Ventilspielausgleichselement (216) oder ein hydraulischer Ventilspielausgleichsmechanismus vorgesehen ist.
  12. Variable mechanische Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Kipp- oder Schwinghebel (215) über eine Verbindung, vorzugsweise eine Ventilbrücke, gleichzeitig zwei Gaswechselventile (201) betätigt.
  13. Variable mechanische Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Kontaktfläche (209) des Zwischenhebels (210) Bestandteil einer drehbar im Zwischenhebel (210) gelagerten Rolle ist.
  14. Variable mechanische Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** bei bestimmten geometrischen Stellungen der Bauteile des Übertragungsgetriebes der Nullhub eines Gaswechselventils (201) einstellbar ist und damit mindestens ein Gaswechselventil (201) je Zylinder stillgelegt ist.
  15. Variable mechanische Ventilsteuerung nach einem

- der Ansprüche 1 bis 14,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zu der Verstellung der Einlassventile die Verstellung der Auslassventile voneinander getrennt und unterschiedlich erfolgt.
16. Variable mechanische Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 15,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Nockenwelle (202) mindestens eine Sekundärerhebung (217) am Grundkreisdurchmesser der Nockenkontur aufweist, über die je Nockenwellenumdrehung ein zweites Öffnen und Schließen des Ein- und/oder Auslassventils erfolgt.
17. Variable mechanische Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 16,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** als Mittel zur zusätzlichen unabhängigen Ventilhuböffnung und Schließung je Nockenwellenumdrehung ein zweites Betätigungssystem für einen Sekundärhub vorgesehen ist, wobei durch das zweite Betätigungssystem die Ventilöffnung der Gaswechselventile (201) veränderlich und unabhängig von der Öffnung von einem Primärhub erfolgt.
18. Variable mechanische Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 17,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zur Einstellung des Zwischenhebels (210) bzw. des Kipp- oder Schwinghebels (215) Mittel zur Feineinstellung an den Achsen (212, 213, 205) sowie der Kulisse (206) vorgesehen sind.
19. Variable mechanische Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 18,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Geometrien der Ventiltriebsbetätigung der Zwischenhebel (210), der Kipp- oder Schwinghebel (215), die Nockenkonturen der Nockenwelle (202) und/oder die Exzenter an der Steuerwelle (208) derart ausgebildet sind, dass unterschiedliche Ventilhuben benachbarter Ventile einstellbar sind.
20. Variable mechanische Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 19,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Zwischenhebel (210) durch mindestens eine Feder vorgespannt ist.
- Claims**
1. A variable mechanical valve control for an internal combustion engine having a rocker arm or a cam follower for adjusting a valve stroke and an opening and closing time of at least one intake and/or exhaust valve (201), a camshaft (202) having a cam contour, wherein the cam contour has a partial contour for opening the intake and/or exhaust valve (201) and a partial contour for closing the same, a transmission gear with an intermediate lever (210) having an operating curve (211), a slide gate (206) for guiding the intermediate lever (210), a contact surface (209) of the intermediate lever which surface is supported on a control shaft (208) having a eccentric contour, wherein a rocker arm (215) driven by the camshaft (202) via the transmission gear actuates the intake and/or exhaust valve (201),  
**characterized in that**  
the intermediate lever (210) is linked to a camshaft roller (207) via an axle (205) such that a slide gate roller (204), which is rotatably mounted on the axle (205) and driven by the camshaft (202) via the camshaft roller (207) and the axle (205), is moved in the slide gate (206), wherein the contact surface (209) on the intermediate lever (210) is supported on the control shaft (208) and the rocker arm or the cam follower (215) is movable over the operating curve (211), by means of which the gas exchange valve (201) is opened and/or closed, and wherein a phase shifting between the camshaft (202) and the control shaft (208), operating at the same rotational speed, is provided such that, in the variable valve control for different valve strokes, either the valve opening time or the valve closing time is the same for the different valve strokes, and wherein the camshaft (202) and/or the control shaft (208) is/are provided with a phase adjusting means for shifting the phase position of the valve lifts of the gas exchange valve (201).
2. The variable mechanical valve control according to claim 1, wherein the camshaft (202) rotates in the same sense as the control shaft (208).
3. The variable mechanical valve control according to claim 1, wherein the camshaft (202) rotates in a sense opposite to that of the control shaft (208).
4. The variable mechanical valve control according to one of claims 1 to 3, wherein a path of the slide gate (206) is defined by an arc around a center point of a lever roller (13) and/or a first portion of the operating curve (211) is defined by an arc around a center point of the slide gate roller (204).
5. The variable mechanical valve control according to one of claims 1 to 4, wherein, for an internal combustion engine having at least two intake and/or exhaust valves, the corresponding intermediate levers (210) and/or the rocker or cam follower levers (215) have different geometries for valve actuation and are provided on a common axle (205).
6. The variable mechanical valve control according to

- one of claims 1 to 4, wherein, for an internal combustion engine having at least two intake and/or exhaust valves, the corresponding intermediate levers (210) and/or the rocker arm or the cam follower (215) have different geometries for valve actuation and are provided on different axle (205).
7. The variable mechanical valve control according to one of claims 1 to 6, wherein the phase adjusting means is not provided directly on the camshaft (202) or on the control shaft (208), but is preferably provided at a transmission between the camshaft (202) and the control shaft (208).
  8. The variable mechanical valve control according to one of claims 1 to 7, wherein, for a greater variability of the valve lifts, an additional phase adjusting means is provided either on the camshaft (202) or on the control shaft (208) or at the intermediate transmission (210).
  9. The variable mechanical valve control according to one of claims 1 to 8, wherein depending on the phase position of the camshaft (202) or the control shaft (208) with respect to each other, the valve opening times and the valve closing times, respectively, are adjusted differently.
  10. The variable mechanical valve control according to one of claims 1 to 9, wherein either the camshaft (202) is adjustable in phase with respect to the control shaft (208) or the control shaft (208) is adjustable in phase with respect to the camshaft (202) or both are adjustable in phase at the same time.
  11. The variable mechanical valve control according to one of claims 1 to 10, wherein a mechanical valve lash adjusting element (216) or a hydraulic valve lash adjusting element is provided to compensate for the valve lash between the valve and the valve train components.
  12. The variable mechanical valve control according to one of claims 1 to 11, wherein the rocker arm or the cam follower (215) actuates simultaneously two gas exchange valves (201) by way of a connection, preferably a valve bridge.
  13. The variable mechanical valve control according to one of claims 1 to 12, wherein the contact surface (209) of the intermediate lever (210) is a component of a roller rotatably mounted in the intermediate lever (210).
  14. The variable mechanical valve control according to one of claims 1 to 13, wherein, for certain geometric positions of components of the transmission gear, a zero stroke of a gas exchange valve (201) is adjustable and thus at least one gas exchange valve (201) for each cylinder is shut down.
  15. The variable mechanical valve control according to one of claims 1 to 14, wherein the adjustment of the exhaust valves is effected separately and differently from the intake valves.
  16. The variable mechanical valve control according to one of claims 1 to 15, wherein the camshaft (202) comprises at least one secondary cam (217) at the base circle diameter of the cam contour by means of which a second opening and closing of the intake and/or exhaust valves is effected during each camshaft revolution.
  17. The variable mechanical valve control according to one of claims 1 to 16, wherein, as means for the additional independent valve stroke opening and closing for each camshaft revolution, there is provided a second actuating system for a secondary stroke, wherein, through the second actuating system, the valve opening of the gas exchange valves (201) takes place in a changeable manner and independently from the opening of a primary stroke.
  18. The variable mechanical valve control according to one of claims 1 to 17, wherein, for the adjustment of the intermediate lever (210) or the rocker arm or cam follower (215), fine adjustment means are provided at the axles (212, 213, 205) and the slide gate (206).
  19. The variable mechanical valve control according to one of claims 1 to 18, wherein the geometries of the valve train actuators of the intermediate levers (210), the rocker arm or the cam follower (215), the cam contours of the camshaft (202) and/or the eccentric on the control shaft (208) are designed such that different valve strokes of adjacent valves can be adjusted.
  20. The variable mechanical valve control according to one of claims 1 to 19, wherein the intermediate lever (210) is prestressed by means of at least one spring.

## Revendications

1. Commande mécanique variable d'un moteur à combustion interne comprenant un culbuteur ou basculeur pour ajuster la levée de soupape et les temps d'ouverture et de fermeture d'au moins une soupape d'admission et/ou d'échappement (201), un arbre à cames (202) avec une contour de came, le contour de came comprenant un contour partiel pour ouvrir et un contour partiel pour fermer ladite soupape d'admission et/ou d'échappement (201), une transmission comprenant un levier intermédiaire (210) avec

une courbe de travail (211), une coulisse (206) pour le guidage dudit levier intermédiaire (210), une face de contact (209) dudit levier intermédiaire s'appuyant sur un arbre de commande (208) ayant la contour d'un excentrique, un culbuteur (215), entraîné par l'arbre à cames par l'intermédiaire de ladite transmission, actionnant ladite soupape d'admission et/ou d'échappement (201),

**caractérisée en ce que**

ledit levier intermédiaire (210) est lié à un rouleau de l'arbre à cames (207), par l'intermédiaire d'un axe (205), de manière qu'un rouleau de coulisse (204) rotatif sur ledit axe (205) est déplacé dans la coulisse (206), le rouleau étant entraîné par l'arbre à cames (202) par l'intermédiaire du rouleau de l'arbre à cames (207) et dudit axe (205), la face de contact (209) sur ledit levier intermédiaire (210) s'appuyant sur l'arbre de commande (208), et le culbuteur ou basculeur (215) ouvrant et/ou fermant la soupape d'échange de gaz (201) étant mobile par la courbe de travail (211), une décalage de phase étant prévue entre l'arbre à cames (202) et l'arbre de commande (208), tournant à la même vitesse, la décalage étant de sorte que dans la commande de soupape variable pour des levées de soupape différentes soit le temps d'ouverture de la soupape, soit le temps de fermeture de la soupape est le même pour les levées de soupape différentes, et un moyen d'ajustage de phase étant prévu sur l'arbre à cames (202) et/ou l'arbre de commande pour l'ajustage de la position de phase des levées de soupape dudit soupape d'échange de gaz (201).

2. Commande mécanique variable d'un moteur à combustion interne selon la revendication 1, dans laquelle ledit arbre à cames (202) tourne dans le même sens de rotation que l'arbre de commande (208).
3. Commande mécanique variable d'un moteur à combustion interne selon la revendication 1, dans laquelle ledit arbre à cames (202) tourne dans le sens de rotation opposé à celui de l'arbre de commande (208).
4. Commande mécanique variable d'un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle le chemin de la coulisse (206) est défini par un arc de cercle autour du centre d'un rouleau de levier (13) et/ou une première partie de la courbe de travail (211) est définie par un arc de cercle autour du centre du rouleau de coulisse (204).
5. Commande mécanique variable d'un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle, dans un moteur à combustion interne avec au moins deux soupapes d'admission et/ou d'échappement, les leviers intermé-

diaires (210) respectifs et/ou les culbuteurs ou basculeurs (215) pour l'actionnement des soupapes présentent des géométries différentes.

- 5 6. Commande mécanique variable d'un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle, dans un moteur à combustion interne avec au moins deux soupapes d'admission et/ou d'échappement, les leviers intermédiaires (210) respectifs et/ou les culbuteurs ou basculeurs (215) pour l'actionnement des soupapes présentent des géométries différentes et sont supportés par des axes (205) différents.
- 10 7. Commande mécanique variable d'un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle un moyen d'ajustage de phase n'est pas prévu directement sur l'arbre à cames (202) ou l'arbre de commande (208), mais de préférence sur une transmission entre l'arbre à cames (202) ou l'arbre de commande (208).
- 15 8. Commande mécanique variable d'un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle, pour obtenir une plus grande variabilité des levées de soupapes, un moyen d'ajustage de phase additionnel est prévu soit sur l'arbre à cames (202), soit sur l'arbre de commande (208) ou bien sur la transmission intermédiaire (210).
- 20 9. Commande mécanique variable d'un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle, en fonction de la position de phase dudit arbre à cames (202) ou dudit arbre de commande (208) l'un par rapport à l'autre, les temps d'ouverture de soupapes ou les temps de fermeture de soupapes sont ajustés différemment.
- 25 10. Commande mécanique variable d'un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans laquelle l'arbre à cames (202) est apte à être décalé en phase par rapport à l'arbre de commande (208), ou bien l'arbre de commande (208) est apte à être décalé en phase par rapport à l'arbre à cames (202), ou bien les deux sont aptes à être décalés en phase simultanément.
- 30 11. Commande mécanique variable d'un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans laquelle, pour la compensation du jeu de soupape entre la soupape et les éléments de commande de soupapes, il est prévu un élément de compensation du jeu de soupape mécanique (216) ou un mécanisme de compensation du jeu de soupape hydraulique.
- 35 12. Commande mécanique variable d'un moteur à com-
- 40
- 45
- 50
- 55

- bustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans laquelle ledit culbuteur ou le basculeur (215) simultanément actionne deux soupapes d'échange de gaz (201) par l'intermédiaire d'une connexion, de préférence un pont de soupapes.
- 5
13. Commande mécanique variable d'un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans laquelle la face de contact (209) dudit levier intermédiaire (210) fait partie d'un rou-  
10  
leau rotatif dans ledit levier intermédiaire (210).
14. Commande mécanique variable d'un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans laquelle, en certaines positions géométriques des composants de la transmission, la levée nulle d'une soupape d'échange de gaz (201) est ajustable et, par cela, au moins une soupape d'échange de gaz (201) par cylindre est désactivée.  
15  
20
15. Commande mécanique variable d'un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, dans laquelle l'ajustage des soupapes d'échappement est effectué séparément et différemment de l'ajustage des soupapes d'admission.  
25
16. Commande mécanique variable d'un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans laquelle ledit arbre à cames (202) comprend au moins une saillie secondaire (217) sur le diamètre du cercle de fond du contour de came, par laquelle saillie il est effectué une deuxième ouverture et fermeture de ladite soupape d'admission et/ou d'échappement par chaque révolution de l'arbre à cames.  
30  
35
17. Commande mécanique variable d'un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, dans laquelle l'on prévoit, comme moyen pour effectuer une ouverture et fermeture de la levée de soupape additionnelle et indépendante par chaque révolution de l'arbre à cames, un deuxième système d'actionnement pour une levée secondaire, l'ouverture de soupape des soupapes d'échange de gaz (201) étant effectuée par ledit deuxième système d'actionnement de manière variable et indépendant de l'ouverture d'une levée primaire.  
40  
45  
50
18. Commande mécanique variable d'un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, dans laquelle, pour l'ajustage dudit levier intermédiaire (210) ou du culbuteur ou du basculeur (215), l'on prévoit des moyens pour mise au point fine sur les axes (212, 213, 205) et sur la coulisse (206).  
55
19. Commande mécanique variable d'un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 18, dans laquelle les géométries pour l'actionnement des soupapes des leviers intermédiaires (210), des culbuteurs ou basculeurs (215), les contours des cames de l'arbre à cames (202) et/ou les excentriques sur l'arbre de commande (208) sont formés de sorte que l'on peut ajuster différentes levées de soupapes pour des soupapes voisines.
20. Commande mécanique variable d'un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, dans laquelle ledit levier intermédiaire (210) est précontraint par au moins un ressort.

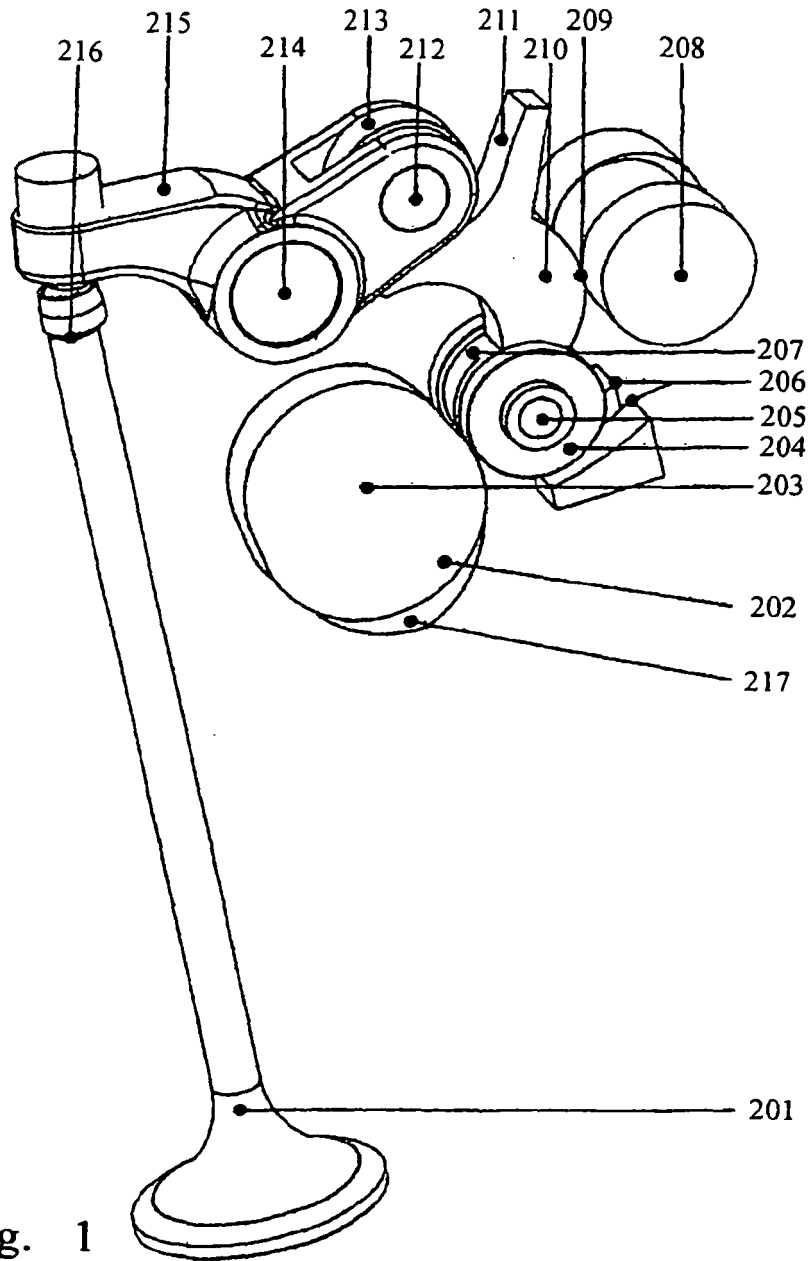


Fig. 1

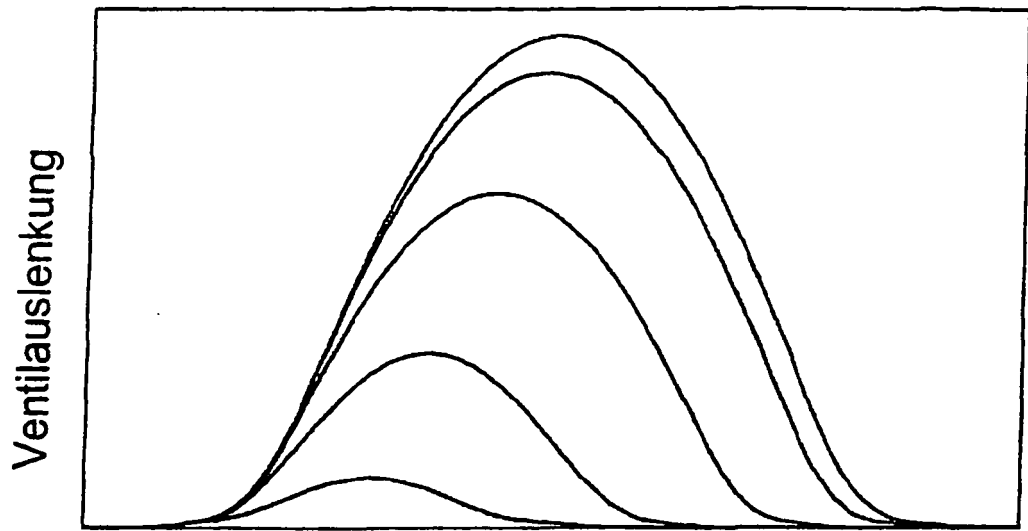


Fig. 2 Steuerwellendrehwinkel

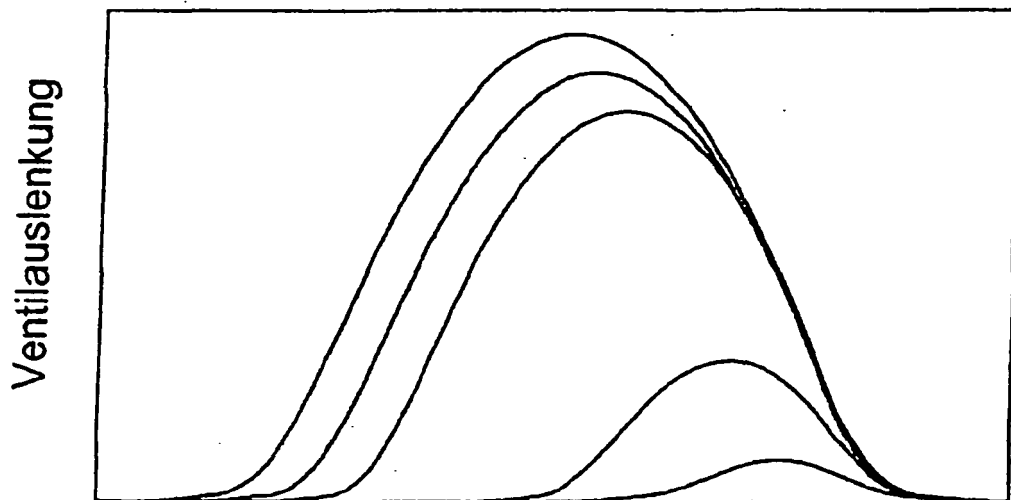


Fig. 3 Steuerwellendrehwinkel

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10314683 A1 [0003]
- DE 10041466 A1 [0003]
- DE 4330913 A1 [0003]
- DE 10140635 A1 [0003]
- EP 1387050A1 A [0003]
- DE 1751690 [0003]
- DE 2256091 [0003]