

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Anmeldenummer: GM 8047/2017
(22) Anmeldetag: 20.07.2016
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.03.2018
(45) Veröffentlicht am: 15.03.2018

(51) Int. Cl.: **F01L 1/26** (2006.01)

(67) Umwandlung von A 50664/2016

(56) Entgegenhaltungen:
GB 2443419 A
US 2015267575 A1

(73) Gebrauchsmusterinhaber:
AVL LIST GMBH
8020 GRAZ (AT)

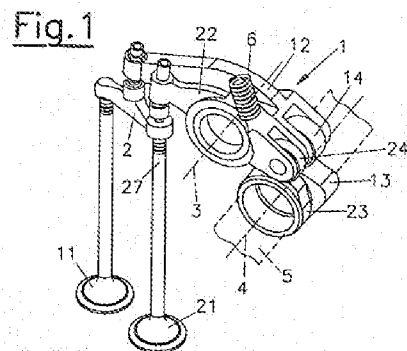
(72) Erfinder:
Zurk Andreas Ing.
8481 Weinburg (AT)
Klampfer Martin Ing.
8151 Hitzendorf (AT)
Gelter Jürgen Ing.
8054 Graz (AT)
Salmutter Thomas Ing.
8052 Graz (AT)

(74) Vertreter:
Babeluk Michael Dipl.Ing.Mag.
1080 Wien (AT)

(54) **Brennkraftmaschine mit einer Ventilbetätigungseinrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einer Ventilbetätigungseinrichtung (1) mit zumindest einem ersten Auslassventil (11) und einem zweiten Auslassventil (21) pro Zylinder, welche in zumindest einem Betriebsbereich der Brennkraftmaschine über eine Auslassventilbrücke (2) und einen ersten Ventilhebel (12) durch eine erste Nockenerhebung (15) eines auf einer Nockenwelle (5) angeordneten ersten Auslassnockens (13) gemeinsam betätigbar sind, wobei die Nockenwelle (5) einen eine zweite Nockenerhebung (15) aufweisenden zweiten Auslassnocken (23) aufweist, mit welchem das zweite Auslassventil (21) in zumindest einem anderen Betriebsbereich der Brennkraftmaschine betätigbar ist.

Um auf möglichst einfache Weise ein rasches Aufwärmen der Brennkraftmaschine zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass der erste Auslassnocken (13) relativ zum zweiten Auslassnocken (23) verdrehbar ausgebildet ist, und dass - in einer Projektion parallel zur Drehachse (4) der Nockenwelle (5) betrachtet - in zumindest einer Drehlage des ersten Auslassnockens (13) die zweite Nockenerhebung (25) durch die erste Nockenerhebung (15) abdeckbar ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einer Ventilbetätigungseinrichtung mit zumindest einem ersten Auslassventil und einem zweiten Auslassventil pro Zylinder, welche in zumindest einem Betriebsbereich der Brennkraftmaschine über eine Auslassventilbrücke und einen ersten Ventilhebel durch eine erste Nockenerhebung eines auf einer Nockenwelle angeordneten ersten Auslassnockens gemeinsam betätigbar sind, wobei die Nockenwelle einen eine zweite Nockenerhebung aufweisenden zweiten Auslassnocken aufweist, mit welchem das zweite Auslassventil in zumindest einem anderen Betriebsbereich der Brennkraftmaschine betätigbar ist.

[0002] Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einer Ventilbetätigungseinrichtung mit zumindest einem ersten Auslassventil und einem zweiten Auslassventil pro Zylinder, welche in zumindest einem Betriebsbereich über eine Auslassventilbrücke und einen ersten Ventilhebel durch eine erste Nockenerhebung eines auf einer Nockenwelle angeordneten ersten Auslassnockens gemeinsam betätigt werden, wobei die Nockenwelle einen eine zweite Nockenerhebung aufweisenden zweiten Auslassnocken aufweist, mit welchem zumindest das zweite Auslassventil in zumindest einem anderen Betriebsbereich der Brennkraftmaschine betätigt wird.

[0003] Weiters sind aus den Druckschriften US 9,188,030 B2, DE 10 2014 225 054 A1, DE 10 2010 023 571 A1 und WO 11/032632 A1 variable Ventilbetätigungseinrichtungen für Brennkraftmaschinen bekannt, bei denen die Steuerzeit durch relatives Verdrehen zweier Nocken einer Nockenwelle verstellt werden kann.

[0004] Aus der EP 1 945 918 B1 ist eine Nockenwellenanordnung bekannt, welche eine Innenwelle und eine Außenwelle umfasst, wobei die Innenwelle innerhalb der relativ zu dieser verdrehbaren Außenwelle angeordnet ist. Eine erste Gruppe von Nocken ist drehfest mit dem Außenrohr, eine zweite Gruppe von Nocken drehfest mit dem Innenrohr verbunden.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es auf möglichst einfache Weise ein rasches Aufwärmen einer Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art zu ermöglichen. Eine weitere Aufgabe ist es, auf möglichst einfache Weise ein rasches Anspringen der Abgasnachbehandlungseinrichtung bei einer solchen Brennkraftmaschine zu ermöglichen.

[0006] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass der erste Auslassnocken relativ zum zweiten Auslassnocken verdrehbar ausgebildet ist, und dass - in einer Projektion parallel zur Drehachse der Nockenwelle betrachtet - in zumindest einer Drehlage des ersten Auslassnockens die zweite Nockenerhebung durch die erste Nockenerhebung abdeckbar ist.

[0007] Die Verdrehbarkeit des ersten Auslassnockens relativ zum zweiten Auslassnocken kann in ähnlicher Weise wie in EP 1 945 918 B1 beschrieben realisiert werden: Die Nockenwelle kann dabei eine erste und eine zweite Welle aufweisen, wobei die beiden Wellen konzentrisch zueinander angeordnet sind, und wobei die erste Welle mittels eines Phasenstellers in Bezug auf die zweite Welle verdrehbar ist. Eine der beiden Wellen - beispielsweise die erste Welle - kann dabei als Hohlwelle ausgeführt und die andere Welle - beispielsweise die zweite Welle - innerhalb der ersten Welle angeordnet sein. Die erste Welle ist vorteilhaft drehbar auf der zweiten Welle gelagert, wobei der erste Auslassnocken drehfest mit der ersten Welle und der zweite Auslassnocken drehfest mit der zweiten Welle verbunden ist.

[0008] Zumindest eine zweite Nockenerhebung des zweiten Auslassnockens ist so gestaltet, dass sie in Bezug auf Steuerzeit und geometrischer Form in zumindest einer Drehlage des ersten Auslassnockens innerhalb des durch den ersten Auslassnocken definierten normalen Auslasshubes liegt. Ist die erste Welle und somit der erste Auslassnocken nicht verdreht in Ihrer Ausgangsposition, überlagert jeder erste Auslassnocken den entsprechenden benachbarten zweiten Auslassnocken.

[0009] Durch Verwendung des Phasenstellers lassen sich die ersten Auslassnocken durch Verdrehen der ersten Welle relativ zur zweiten Welle zum Beispiel nach früh verschieben. Die

Steuerung der zweiten Auslassnocken bleibt unverändert.

[0010] Vorzugsweise weist die zweite Nockenerhebung eine maximale Hubhöhe auf, welche gleich einer maximalen Hubhöhe der ersten Nockenerhebung oder kleiner als die maximale Hubhöhe der ersten Nockenerhebung ist. Alternativ oder zusätzlich dazu kann vorgesehen sein, dass die zweite Nockenerhebung eine Hubdauer aufweist, welche gleich oder kleiner ist als eine Hubdauer der ersten Nockenerhebung.

[0011] Durch Verdrehen des ersten Auslassnockens relativ zum zweiten Auslassnocken kann die Auslassöffnungszeit verlängert werden, indem zumindest die zweite Nockenerhebung des zweiten Auslassnockens quasi aus dem Schatten des Auslasshubes tritt. Dadurch ist es möglich die Öffnungsdauer zumindest eines Auslassventiles bei gleichzeitiger Verschiebung des Hauptauslasses beizubehalten oder zu verändern.

[0012] In einer ersten Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass das zweite Auslassventil über einen zweiten Ventilhebel durch den zweiten Auslassnocken unabhängig vom ersten Auslassventil betätigbar ist, wobei vorzugsweise der zweite Auslasshebel gleichachsig zum ersten Ventilhebel schwenkbar gelagert ist. Der zweite Ventilhebel wirkt dabei nicht auf die Ventilbrücke, sondern direkt auf den Ventilschaft oder einen Ventilstößel des zweiten Auslassventils ein.

[0013] In einer zweiten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass das erste und das zweite Auslassventil über den ersten Ventilhebel durch den zweiten Auslassnocken unabhängig vom ersten Auslassnocken betätigbar sind.

[0014] Dabei ist vorzugsweise vorgesehen, dass der zweite Auslassnocken über einen zweiten Auslasshebel auf den ersten Auslasshebel einwirkt, wobei besonders vorzugsweise der zweite Auslasshebel gleichachsig zum ersten Ventilhebel schwenkbar gelagert ist.

[0015] Durch die zweite Nockenerhebung kann der zweite Auslassnocken zur Verlängerung der Auslassöffnungsdauer verwendet werden. Dabei wird durch Verdrehen des ersten Auslassnockens nach früh der Auslassventilöffnungsbeginn vorverschoben, und der zweite Auslassnocken - in einer Projektion in Richtung der Drehachse der Nockenwelle betrachtet - nicht mehr durch den ersten Auslassnocken abgedeckt wird und somit die Ventilerhebung des zweiten Auslassnockens außerhalb der Ventilerhebung des ersten Auslassnockens liegt.

[0016] In der Ruhelage des ersten Auslassnockens - also ohne Phasenverstellung der ersten Welle - wird der zweite Auslassnocken vom ersten Auslassnocken abgedeckt. Wird die erste Welle, beispielsweise nach früh, verdreht, so kommt die zweite Nockenerhebung des zweiten Auslassnockens zumindest teilweise aus dem Überdeckungsbereich der ersten Nockenerhebung des ersten Auslassnockens, wodurch die Auslassdauer verlängert wird. Durch die Form des zweiten Auslassnockens wird dabei der Verlauf des gesamten Auslasshubes bestimmt. Ist die zweite Nockenerhebung kleiner als die erste Nockenerhebung, so kann sich ggf. ein stufenförmiger gesamter Auslasshubverlauf einstellen.

[0017] Ein stufenloser Gesamthubverlauf lässt sich realisieren, wenn erster und zweiter Auslassnocken die gleiche Nockenform, gleiche Öffnungsdauer und gleichen Hub, sowie eine flachen Erhebungsform aufweisen. Flache Erhebungsform heißt in diesem Zusammenhang, dass die Hubkurve im Bereich des Maximalhubes flach ausgebildet ist, d.h. dass der Maximalhub über einen definierten Kurbelwinkel beibehalten bleibt.

[0018] Durch Verdrehen des ersten Auslassnockens kann der Auslassventilhub nach früh verstellt werden.

[0019] Eine einfache Variation der Erfindung sieht dabei vor, dass der zweite Auslassnocken direkt auf den ersten Auslasshebel - beispielsweise auf eine drehbar am Auslasshebel gelagerte Rolle - einwirkt. Dadurch lassen sich Teile einsparen und Reibungsverluste minimieren. Der erste Ventilhebel kann dabei eine erste Rolle für den ersten Auslassnocken und eine zweite Rolle für den zweiten Auslassnocken aufweisen. Um Teile einzusparen, ist es auch möglich, dass erster und zweiter Auslassnocken auf dieselbe Rolle einwirken.

[0020] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einer Ventilbetätigungseinrichtung mit zumindest einem ersten Auslassventil und einem zweiten Auslassventil pro Zylinder sieht vor, dass in zumindest einem ersten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine beide Auslassventile gleichzeitig nur durch den ersten Auslassnocken betätigt werden, und dass in zumindest einem zweiten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine der erste Auslassnocken relativ zum zweiten Auslassnocken verdreht wird, wobei in einer ersten Phase des Auslasstaktes das erste und das zweite Auslassventil gleichzeitig nur durch den ersten Auslassnocken und in einer zweiten Phase des Auslasstaktes das zweite Auslassventil oder beide Auslassventile nur durch den zweiten Auslassnocken betätigt bzw. offengehalten wird/werden.

[0021] Durch Frühverstellen der Auslassventilerhebung des ersten Auslassnockens wird ein schnelles Aufheizen der Brennkraftmaschine und ein frühes Anspringen der Abgasnachbehandlung erreicht. Gleichzeitig können durch den nicht verdrehten zweiten Auslassnocken Akustikprobleme in Folge Restgasverdichtung vermieden werden, indem die Auslassöffnungsdauer verlängert wird.

[0022] Die Erfindung wird im Folgenden an Hand der in den nicht einschränkenden Figuren gezeigten Ausführungsvarianten erläutert. Darin zeigen

- [0023]** Fig. 1 eine Ventilbetätigungseinrichtung einer erfindungsmäßen Brennkraftmaschine in einer ersten Ausführungsvariante in einer Schrägansicht,
- [0024]** Fig. 2 einen ersten und einen zweiten Auslassnocken dieser Ventilbetätigungseinrichtung in einer ersten Drehlage des ersten Auslassnockens in einer Projektion in Richtung der Drehachse der Nockenwelle betrachtet,
- [0025]** Fig. 3 ein Ventilhubdiagramm der Ventilbetätigungseinrichtung aus Fig. 1 für die erste Drehlage des ersten Auslassnockens,
- [0026]** Fig. 4 einen ersten und einen zweiten Auslassnocken der Ventilbetätigungseinrichtung aus Fig. 1 in einer zweiten Drehlage des ersten Auslassnockens, in einer Projektion in Richtung der Drehachse der Nockenwelle betrachtet,
- [0027]** Fig. 5 ein Ventilhubdiagramm der Ventilbetätigungseinrichtung aus Fig. 1 für die zweite Drehlage des ersten Auslassnockens,
- [0028]** Fig. 6 eine Ventilbetätigungseinrichtung einer erfindungsmäßen Brennkraftmaschine in einer zweiten Ausführungsvariante in einer Schrägansicht,
- [0029]** Fig. 7 diese Ventilbetätigungseinrichtung in einer Ansicht gemäß dem Pfeil VII in Fig. 6.
- [0030]** Fig. 8 einen ersten und einen zweiten Auslassnocken der Ventilbetätigungseinrichtung aus Fig. 6 in einer ersten Drehlage des ersten Auslassnockens in einer Projektion in Richtung der Drehachse der Nockenwelle betrachtet,
- [0031]** Fig. 9 ein Ventilhubdiagramm der Ventilbetätigungseinrichtung aus Fig. 6 für die erste Drehlage des ersten Auslassnockens,
- [0032]** Fig. 10 einen ersten und einen zweiten Auslassnocken der Ventilbetätigungseinrichtung aus Fig. 6 in einer zweiten Drehlage des ersten Auslassnockens, in einer Projektion in Richtung der Drehachse der Nockenwelle betrachtet,
- [0033]** Fig. 11 ein Ventilhubdiagramm der Ventilbetätigungseinrichtung aus Fig. 6 für die zweite Drehlage des ersten Auslassnockens,
- [0034]** Fig. 12 eine Ventilbetätigungseinrichtung einer erfindungsmäßen Brennkraftmaschine in einer dritten Ausführungsvariante in einer Schrägansicht,
- [0035]** Fig. 13 einen ersten und einen zweiten Auslassnocken dieser Ventilbetätigungseinrichtung in einer ersten Drehlage des ersten Auslassnockens in einer Projektion in Richtung der Drehachse der Nockenwelle betrachtet,

- [0036]** Fig. 14 ein Ventilhubdiagramm der Ventilbetätigungseinrichtung aus Fig. 12 für die erste Drehlage des ersten Auslassnockens,
- [0037]** Fig. 15 einen ersten und einen zweiten Auslassnocken der Ventilbetätigungseinrichtung aus Fig. 12 in einer zweiten Drehlage des ersten Auslassnockens, in einer Projektion in Richtung der Drehachse der Nockenwelle betrachtet, und
- [0038]** Fig. 16 ein Ventilhubdiagramm der Ventilbetätigungseinrichtung aus Fig. 12 für die zweite Drehlage des ersten Auslassnockens.

[0039] Funktionsgleiche Teile sind in den Ausführungsvarianten mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

[0040] Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsvariante einer Ventilbetätigungseinrichtung 1 einer Brennkraftmaschine der Hubkolben-Bauart, welche zumindest zwei Auslassventile, und zwar ein erstes Auslassventil 11 und ein zweites Auslassventil 21 pro Zylinder aufweist, welche gemeinsam über eine Ventilbrücke 2 und einen ersten Ventilhebel 12 betätigt werden können. Der als Kipphebel ausgeführte erste Ventilhebel 12 ist um eine Hebelachse 3 schwenkbar im nicht weiter dargestellten Zylinderkopf der Brennkraftmaschine gelagert. Die Betätigung des ersten Ventilhebels 12 erfolgt durch einen ersten Auslassnocken 13 einer um eine Drehachse 4 drehbar im Zylinderkopf angeordneten Nockenwelle 5, deren Drehachse mit Bezugszeichen 4 angedeutet ist, über eine drehbar am ersten Ventilhebel 12 gelagerte erste Rolle 14. Der erste Auslassnocken 13 weist zumindest eine erste Nockenerhebung 15 auf.

[0041] Weiters weist die Ventilbetätigungseinrichtung 1 benachbart zum ersten Ventilhebel 12 einen zweiten Ventilhebel 22 auf, welcher ebenfalls um die Hebelachse 3 schwenkbar gelagert ist. Die Betätigung des zweiten Ventilhebels 22 erfolgt durch einen zumindest eine zweite Nockenerhebung 25 aufweisenden zweiten Auslassnocken 23 der mit Bezugszeichen 5 angedeuteten Nockenwelle über eine drehbar am ersten Ventilhebel 12 gelagerte zweite Rolle 24. Über den zweiten Ventilhebel 22, welcher ebenfalls als Kipphebel ausgebildet ist, lässt sich das zweite Auslassventil 21 separat zum ersten Auslassventil 11 durch den zweiten Auslassnocken 23 betätigen. Mittels der Feder 6 wird der zweite Ventilhebel 22 an den zweiten Auslassnocken 23 gedrückt und ein Abheben des zweiten Ventilhebels 22 vom Auslassnocken 23 unterbunden.

[0042] Sowohl der erste Ventilhebel 12, als auch der zweite Ventilhebel 22 sind auf der Nockenwelle 5 angeordnet und werden durch diese gedreht. Die Nockenwelle 5 kann dabei - wie in der EP 1 945 918 B1 gezeigt - einen Hohlwellenteil und einen Innenwellenteil aufweisen, wobei die ersten Auslassnocken 13 mit dem Innenwellenteil und die zweiten Auslassnocken 23 mit dem Außenwellenteil drehfest verbunden sind. Der Innenwellenteil kann in bekannter Weise über einen Phasensteller relativ zum Hohlwellenteil verdreht werden.

[0043] Wie aus Fig. 2 erkennbar, ist in zumindest einer ersten Drehlage des ersten Auslassnockens 13 das Profil der zweiten Nockenerhebung 25 des zweiten Auslassnockens 23 durch die erste Nockenerhebung 15 des ersten Auslassnockens 13 - in einer Projektion parallel zur Drehachse 4 der Nockenwelle 5 betrachtet - überdeckt. Die zweite Nockenerhebung 25 weist dabei eine maximale Hubhöhe h_{25max} auf, welche im Ausführungsbeispiel kleiner ist als die maximale Hubhöhe h_{15max} der ersten Nockenerhebung 15. Weiters definiert die zweite Nockenerhebung 25 eine Öffnungsdauer t_{25} , welche im gezeigten Beispiel kleiner ist als eine Öffnungsdauer t_{15} der ersten Nockenerhebung 15 (Fig. 3, 5). Es ist aber auch denkbar, die Form und Größe der zweiten Nockenerhebung 25 der ersten Nockenerhebung 15 anzugleichen.

[0044] Wird der erste Auslassnocken 13 in Bezug auf den zweiten Auslassnocken 23 in zumindest eine in Fig. 4 dargestellte zweite Drehlage verdreht, beispielsweise vorverstellt, so wird - wieder in einer Projektion parallel zur Drehachse 4 der Nockenwelle 5 betrachtet - die Überdeckung der zweiten Nockenerhebung 25 durch die erste Nockenerhebung 15 aufgehoben. Durch die zweite Nockenerhebung 25 des zweiten Auslassnockens 23 lässt sich mittels Verdrehen des ersten Auslassnockens 13 eine verlängerte Gesamtauslassöffnung t_{Ges} realisieren.

[0045] In Fig. 3 und 5 sind die Ventilhubbe h der Einlassventile und der Auslassventile 11, 21

über dem Kurbelwinkel KW für einen Arbeitszyklus dargestellt. Dabei sind die Einlassventilhubkurven mit h_E , die Auslassventilhubkurve des ersten Auslassnockens 13 mit h_{13} und die Auslassventilhubkurve des zweiten Auslassnockens 23 mit h_{23} bezeichnet. Mit $h_{13,0}$ ist dabei der Hub der Auslassventile 11, 21 bei unverdrehter erster Stellung des ersten Auslassnockens 13 und mit $h_{13,v}$ der Hub der Auslassventile 11, 21 bei relativer Verdrehung des ersten Auslassnockens 13 in Bezug auf den zweiten Auslassnocken 23 bezeichnet.

[0046] Wie aus den Fig. 3 und 5 anschaulich hervorgeht, lassen sich mit der beschriebenen erfindungsgemäßen Ventilbetätigungseinrichtung 1 verschiedene Betriebsweisen verwirklichen, nämlich Normalbetrieb und verlängerter Auslassbetrieb.

[0047] Im Normalbetrieb ist, wie in Fig. 2 und 3 ersichtlich ist, die zweite Nockenerhebung 25 des zweiten Auslassnockens 23 für die Auslasshubverlängerung durch den ersten Auslassnocken 13 verdeckt und somit ohne Wirkung auf die Auslassöffnung, da der auf den zweiten Ventilhebel 22 wirkende Auslasshub h_{23} kleiner ist als der auf den ersten Ventilhebel wirkende Auslasshub h_{13} . Der erste Ventilhebel 12 betätigt über die Ventilbrücke 2 somit beide Auslassventile 11, 21.

[0048] Im verlängerten Auslassbetrieb ist, wie in Fig. 4 und 5 ersichtlich, der erste Auslassnocken 13 mittels Phasensteller der Nockenwelle 5 in eine Frühstellung gedreht. Hierdurch verschiebt sich die Auslasshubkurve h_{13} in die mit Linie $h_{13,v}$ in Fig. 5 angedeutete Frühstellung, wobei die mit h_{23} bezeichnete Hubkurve des zweiten Auslassnockens 23 wirksam ist. Durch die Vorverschiebung der Auslasshubkurve h_{13} des ersten Auslassnockens 13 wird der durch die zweite Nockenerhebung 25 definierte Auslasshub h_{23} nicht mehr verdeckt und verlängert somit die Auslassöffnungszeit zumindest des zweiten Auslassventils 21 auf t_{Ges} , indem der zweite Ventilhebel 22 direkt oder über einen in der Ventilbrücke 2 in Öffnungsrichtung des zweiten Auslassventils 21 verschiebbar gelagerten, nicht weiter dargestellten, Ventilstößel auf den Ventilschaft 27 des zweiten Auslassventils 21 einwirkt. Die direkte Betätigung eines zweiten Auslassventils mittels eines zweiten Auslassventilhebels, welcher über ein in einer Ventilbrücke in Öffnungshubrichtung verschiebbar gelagertes Stößelement auf den Ventilschaft des zweiten Auslassventils einwirkt, ist etwa aus der WO 2012/038195 A1 bekannt.

[0049] Fig. 6 zeigt eine Ventilbetätigungseinrichtung 1 einer Brennkraftmaschine in einer zweiten Ausführungsvariante. Die Ventilbetätigungseinrichtung 1 weist zumindest ein erstes Auslassventil 11 und ein zweites Auslassventil 21 pro Zylinder auf, welche wie im ersten Ausführungsbeispiel gemeinsam über eine Ventilbrücke 2 und einen ersten Ventilhebel 12 betätigt werden können. Der als Kipphebel ausgeführte erste Ventilhebel 12 ist um eine Hebelachse 3 schwenkbar im nicht weiter dargestellten Zylinderkopf der Brennkraftmaschine gelagert. Die Betätigung des ersten Ventilhebels 12 erfolgt durch einen ersten Auslassnocken 13 einer um eine Drehachse 4 drehbar im Zylinderkopf angeordneten Nockenwelle 5, deren Drehachse mit Bezugszeichen 4 angedeutet ist, über eine drehbar am ersten Ventilhebel 12 gelagerte erste Rolle 14. Der erste Auslassnocken 13 weist zumindest eine erste Nockenerhebung 15 auf.

[0050] Weiters weist die Ventilbetätigungseinrichtung 1 benachbart zum ersten Ventilhebel 12 einen zweiten Ventilhebel 22 auf, welcher ebenfalls um die Hebelachse 3 schwenkbar gelagert ist. Die Betätigung des als Kipphebel ausgeführten zweiten Ventilhebels 22 erfolgt durch einen zumindest eine zweite Nockenerhebung 25 aufweisenden zweiten Auslassnocken 23 der mit Bezugszeichen 5 angedeuteten Nockenwelle über eine drehbar am ersten Ventilhebel 12 gelagerte zweite Rolle 24.

[0051] Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel wirkt der zweite Ventilhebel 22 auf den ersten Ventilhebel 12 - und nicht nur auf das zweite Auslassventil 21 - ein, wodurch sich durch den zweiten Auslassnocken 23 über den zweiten Ventilhebel 22, den ersten Ventilhebel 12 und die Ventilbrücke 2 sowohl das erste Auslassventil 11, als auch das zweite Auslassventil 21 gleichzeitig betätigen lassen. Mittels der Feder 6 wird der zweite Ventilhebel 22 an den zweiten Auslassnocken 23 gedrückt und ein Abheben des zweiten Ventilhebels 22 vom Auslassnocken 23 unterbunden.

[0052] Wie in Fig. 7 erkennbar, greift der zweite Ventilhebel 22 über eine Einstellschraube 29 an einem Anschlag 16 des ersten Ventilhebels 12 an.

[0053] Die Verdrehung des ersten Auslassnockens 13 relativ zum zweiten Auslassnocken 23 erfolgt in der bereits beschriebenen Weise.

[0054] Wie aus Fig. 8 erkennbar, ist auch hier wieder in zumindest einer ersten Drehlage des ersten Auslassnockens 13 das Profil der zweiten Nockenerhebung 25 des zweiten Auslassnockens 23 durch die erste Nockenerhebung 15 des ersten Auslassnockens 13 - in einer Projektion parallel zur Drehachse 4 der Nockenwelle 5 betrachtet - überdeckt. Die zweite Nockenerhebung 25 weist dabei eine maximale Hubhöhe $h_{25\max}$ auf, welche im Ausführungsbeispiel kleiner ist als die maximale Hubhöhe $h_{15\max}$ der ersten Nockenerhebung 15. Weiters definiert die zweite Nockenerhebung 25 eine Öffnungsdauer t_{25} , welche im gezeigten Beispiel kleiner ist als eine Öffnungsdauer t_{15} der ersten Nockenerhebung 15 (Fig. 9, 11). Es ist aber auch denkbar, die Form und Größe der zweiten Nockenerhebung 25 der ersten Nockenerhebung 15 anzugleichen.

[0055] Wird der erste Auslassnocken 13 in Bezug auf den zweiten Auslassnocken 23 in zumindest eine in Fig. 10 dargestellte zweite Drehlage verdreht, beispielsweise vorverstellt, so wird - wieder in einer Projektion parallel zur Drehachse 4 der Nockenwelle 5 betrachtet - die Überdeckung der zweiten Nockenerhebung 25 durch die erste Nockenerhebung 15 aufgehoben. Durch die zweite Nockenerhebung 25 des zweiten Auslassnockens 23 lässt sich mittels Verdrehen des ersten Auslassnockens 13 eine verlängerte Gesamtauslassöffnung t_{Ges} beider Auslassventile 11, 21 realisieren.

[0056] In Fig. 9 und 11 sind - analog zu den Fig. 3 und 5 - die Ventilhube h der Einlassventile und der Auslassventile 11, 21 über dem Kurbelwinkel KW für einen Arbeitszyklus dargestellt. Dabei sind die Einlassventilhubkurven mit h_E , die Auslassventilhubkurve des ersten Auslassnockens 13 mit h_{13} und die Auslassventilhubkurve des zweiten Auslassnockens 23 mit h_{23} bezeichnet. Mit $h_{13,0}$ ist dabei der Hub der Auslassventile 11, 21 bei unverdrehter erster Stellung des ersten Auslassnockens 13 und mit $h_{13,v}$ der Hub der Auslassventile 11, 21 bei relativer Verdrehung des ersten Auslassnockens 13 in Bezug auf den zweiten Auslassnocken 23 bezeichnet.

[0057] Auch hier lassen sich mit der beschriebenen erfindungsgemäßen Ventilbetätigungseinrichtung 1 zwei Betriebsweisen verwirklichen, nämlich Normalbetrieb und verlängerter Auslassbetrieb.

[0058] Im Normalbetrieb ist, wie in Fig. 8 und 9 ersichtlich ist, die zweite Nockenerhebung 25 des zweiten Auslassnockens 23 für die Auslasshubverlängerung durch den ersten Auslassnocken 13 verdeckt und somit ohne Wirkung auf die Auslassöffnung, da der auf den zweiten Ventilhebel 22 wirkende Auslasshub h_{23} kleiner ist als der auf den ersten Ventilhebel wirkende Auslasshub h_{13} . Der erste Ventilhebel 12 betätigt über die Ventilbrücke 2 somit beide Auslassventile 11, 21.

[0059] Im verlängerten Auslassbetrieb ist, wie in Fig. 10 und 11 gezeigt, der erste Auslassnocken 13 mittels Phasensteller der Nockenwelle 5 in eine Frühstellung gedreht. Hierdurch verschiebt sich die Auslasshubkurve h_{13} in die mit Linie $h_{13,v}$ in Fig. 11 angedeutete Frühstellung, wodurch die mit Linie h_{23} bezeichnete Hubkurve des zweiten Auslassnockens 23 wirksam wird. Durch die Vorverschiebung der Auslasshubkurve h_{13} des ersten Auslassnockens 13 wird der durch die zweite Nockenerhebung 25 definierte Auslasshub h_{23} nicht mehr verdeckt und verlängert somit die Auslassöffnungszeit beider Auslassventils 11, 21 auf t_{Ges} . Im Unterschied zur ersten Ausführungsvariante ist im zweiten Ausführungsbeispiel der Auslasshub h beider Auslassventile 11, 21 als Kombination beider Hubkurven h_{13} , h_{23} gebildeter Gesamthub h_{Ges} dargestellt.

[0060] Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist in den Fig. 12 bis 16 dargestellt, welches sich von dem zweiten Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, dass sowohl der erste Auslassnocken 13, als auch der zweite Auslassnocken 23, über eine erste Rolle 14 bzw. zweite Rolle 24 auf

den ersten Ventilhebel 12 wirken, welcher wiederum mittig an der Ventilbrücke 2 zur gleichzeitigen Betätigung beider Auslassventile 11, 21 angreift. An Stelle von zwei Rollen 14, 24 kann auch nur eine einzige breite Rolle vorgesehen sein. Ein zweiter Ventilhebel 22 ist hier nicht vorgesehen. Auch mit dieser Ausführung lässt sich eine effektive Verlängerung des Auslasshubes h zu einem Gesamthub h_{Ges} durch Vorverdrehen des ersten Auslassnockens 13 in der bereits beschriebenen Weise verwirklichen.

[0061] Wie in Fig. 13 und 15 gezeigt ist, sind die ersten 13 und zweiten Auslassnocken 23 als sogenannte Sattelnocken ausgeführt und weisen flache Nockenerhebungen auf. Unter einer flachen Nockenerhebung wird hier eine Nockenerhebung verstanden, welche eine Auslassventilöffnung mit einem über einen gewissen Kurbelwinkelbereich $t_{15,25\text{max}}$ konstanten maximalen Auslasshub h_{max} ermöglicht. Im dargestellten Beispiel weisen die ersten 13 und zweiten Auslassnocken 23 das gleiche Nockenprofil - also gleiche Nockenform, gleiche Öffnungsdauer und gleichen maximalen Hub - auf. Durch Verdrehen des ersten Auslassnockens 13 nach früh wird die Auslassöffnungszeit von $t_{15, 25}$ auf t_{Ges} verlängert, wobei der Kurbelwinkelbereich mit dem konstanten maximalen Auslasshub h_{max} von $t_{15,25\text{max}}$ auf $t_{\text{Ges, max}}$ verlängert wird.

Ansprüche

1. Brennkraftmaschine mit einer Ventilbetätigungseinrichtung (1) mit zumindest einem ersten Auslassventil (11) und einem zweiten Auslassventil (21) pro Zylinder, welche in zumindest einem Betriebsbereich der Brennkraftmaschine über eine Auslassventilbrücke (2) und einen ersten Ventilhebel (12) durch eine erste Nockenerhebung (15) eines auf einer Nockenwelle (5) angeordneten ersten Auslassnockens (13) gemeinsam betätigbar sind, wobei die Nockenwelle (5) einen eine zweite Nockenerhebung (15) aufweisenden zweiten Auslassnocken (23) aufweist, mit welchem das zweite Auslassventil (21) in zumindest einem anderen Betriebsbereich der Brennkraftmaschine betätigbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Auslassnocken (13) relativ zum zweiten Auslassnocken (23) verdrehbar ausgebildet ist, und dass - in einer Projektion parallel zur Drehachse (4) der Nockenwelle (5) betrachtet - in zumindest einer Drehlage des ersten Auslassnockens (13) die zweite Nockenerhebung (25) durch die erste Nockenerhebung (15) abdeckbar ist.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Nockenerhebung (25) eine maximale Hubhöhe (h_{25max}) aufweist, welche gleich einer maximalen Hubhöhe (h_{15max}) der ersten Nockenerhebung (15) oder kleiner als die maximale Hubhöhe (h_{15max}) der ersten Nockenerhebung (15) ist.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Nockenerhebung (25) eine Öffnungsdauer (t_{25}) definiert, welche gleich oder kleiner ist als eine Öffnungsdauer (t_{15}) der ersten Nockenerhebung (15).
4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Auslassventil (21) über einen zweiten Ventilhebel (22) durch den zweiten Auslassnocken (23) unabhängig vom ersten Auslassventil (23) betätigbar ist, wobei vorzugsweise der zweite Auslasshebel (22) gleichachsig zum ersten Ventilhebel (12) schwenkbar gelagert ist.
5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste (11) und das zweite Auslassventil (21) über den ersten Ventilhebel (12) durch den zweiten Auslassnocken (23) unabhängig vom ersten Auslassnocken (13) betätigbar sind.
6. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Auslassnocken (23) über einen zweiten Ventilhebel (22) auf den ersten Ventilhebel (12) einwirkt, wobei vorzugsweise der zweite Ventilhebel (22) gleichachsig zum ersten Ventilhebel (12) schwenkbar gelagert ist.
7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Auslassnocken (23) direkt auf den ersten Ventilhebel (12) - beispielsweise auf eine drehbar am ersten Ventilhebel (12) gelagerte Rolle (24) - einwirkt.
8. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einer Ventilbetätigungseinrichtung (1) mit zumindest einem ersten Auslassventil (11) und einem zweiten Auslassventil (21) pro Zylinder, welche in zumindest einem Betriebsbereich über eine Auslassventilbrücke (2) und einen ersten Ventilhebel (12) durch eine erste Nockenerhebung (15) eines auf einer Nockenwelle (5) angeordneten ersten Auslassnockens (13) gemeinsam betätigt werden, wobei die Nockenwelle (5) einen eine zweite Nockenerhebung (25) aufweisenden zweiten Auslassnocken (23) aufweist, mit welchem zumindest das zweite Auslassventil (21) in zumindest einem anderen Betriebsbereich der Brennkraftmaschine betätigt wird, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass in zumindest einem ersten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine beide Auslassventile (11, 12) gleichzeitig nur durch den ersten Auslassnocken (13) betätigt werden,

- dass in zumindest einem zweiten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine der erste Auslassnocken (13) relativ zum zweiten Auslassnocken (23) verdreht wird, wobei in einer ersten Phase des Auslasstaktes das erste (11) und das zweite Auslassventil (21) gleichzeitig nur durch den ersten Auslassnocken (13) und in einer zweiten Phase des Auslasstaktes das zweite Auslassventil (21) oder beide Auslassventile (11, 21), nur durch den zweiten Auslassnocken (23) betätigt bzw. offengehalten wird/werden.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

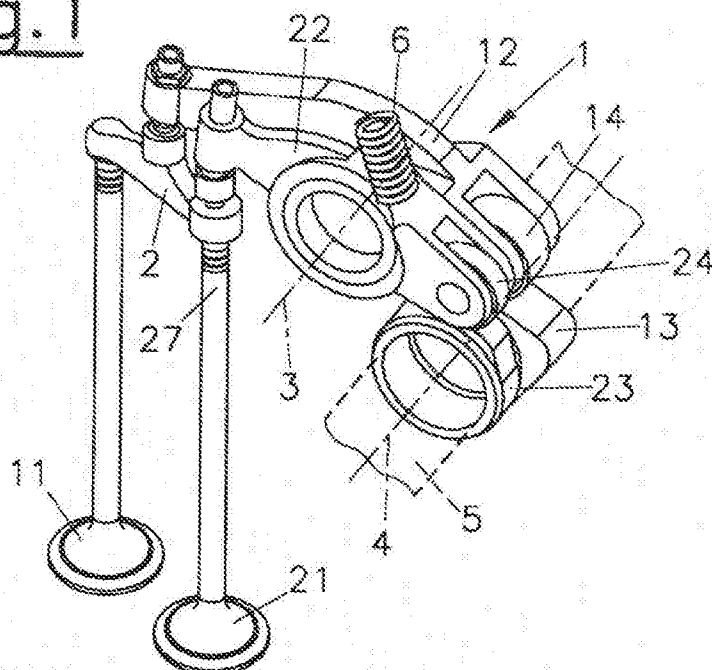


Fig. 2

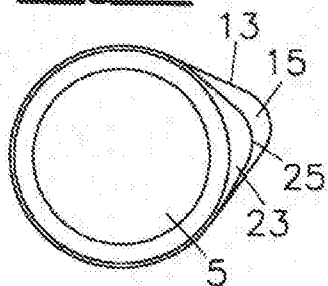


Fig. 3

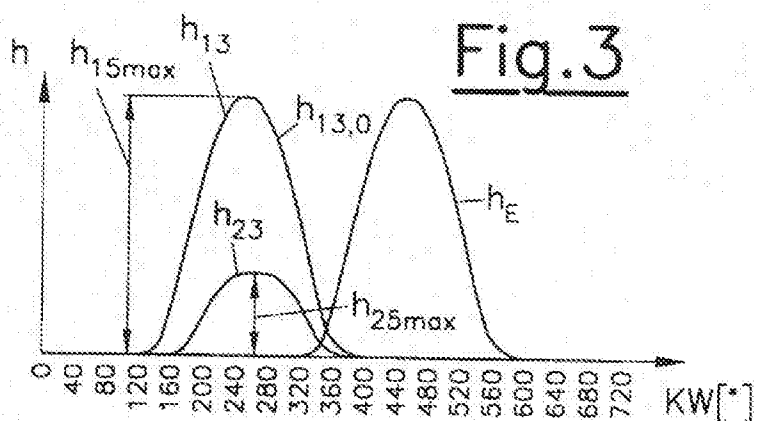


Fig. 4

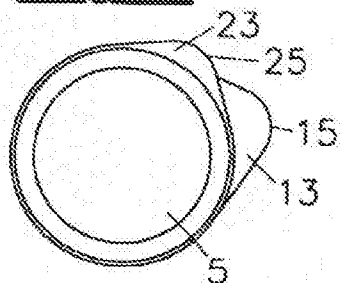
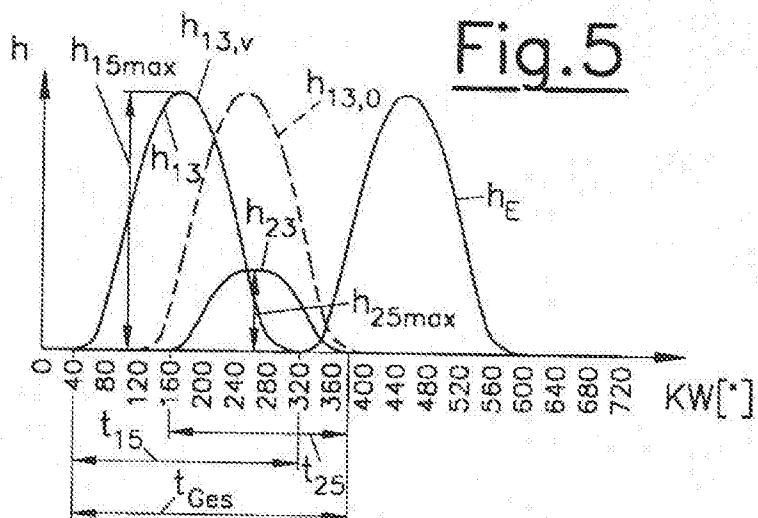


Fig. 5



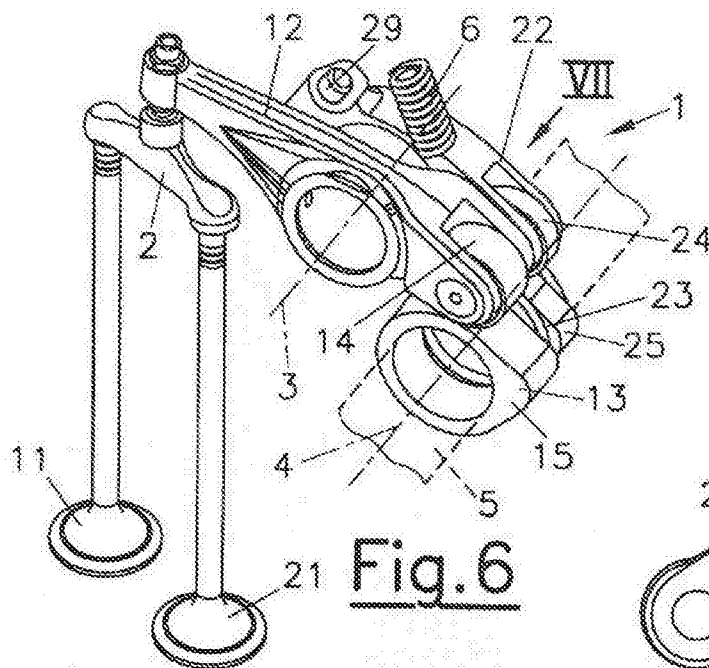


Fig. 6

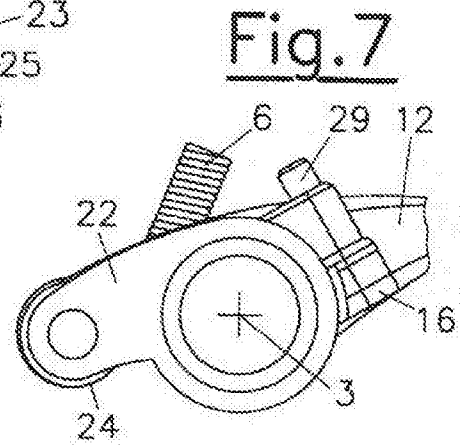


Fig. 7

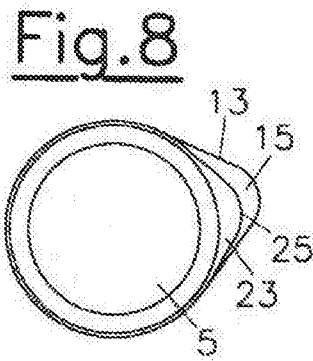


Fig. 8

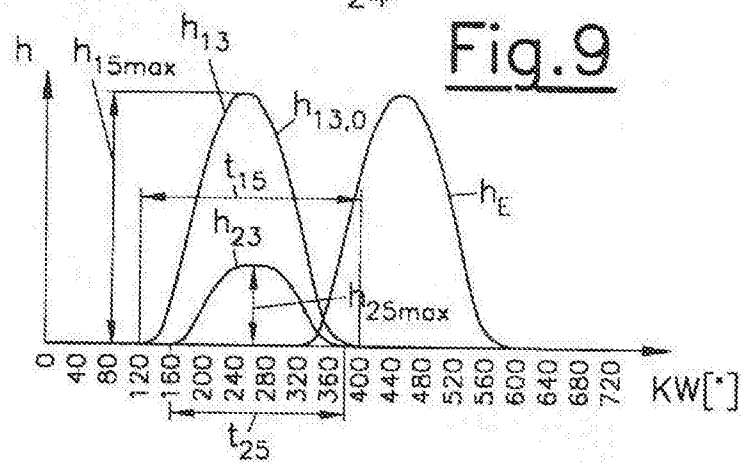


Fig. 9

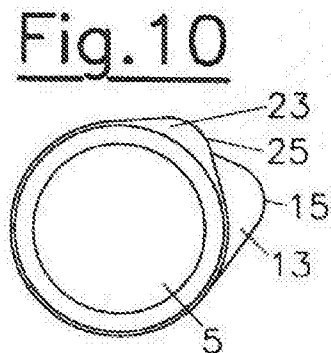


Fig. 10

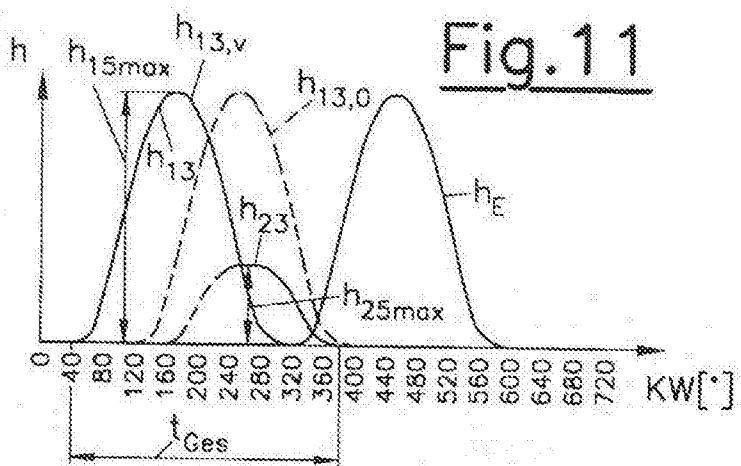


Fig. 11

Fig.12

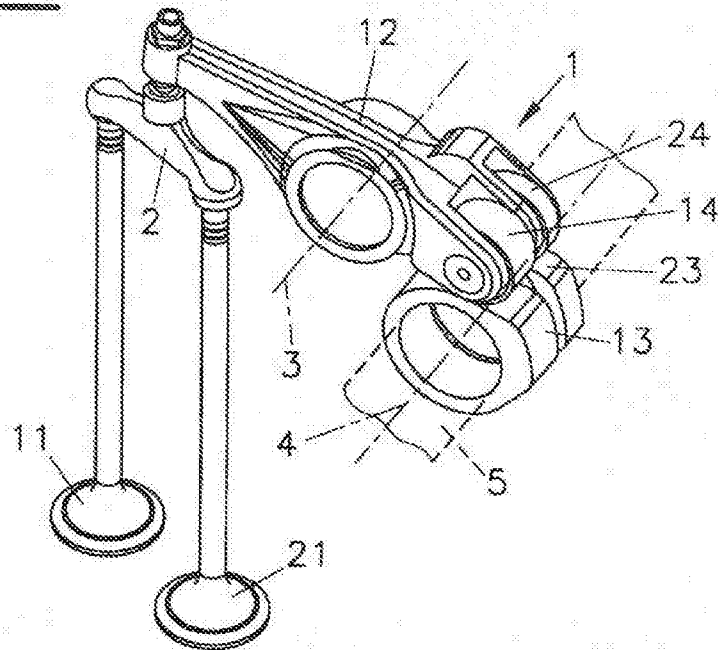


Fig.13

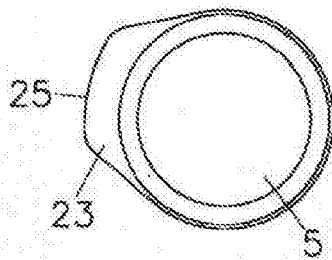


Fig.14

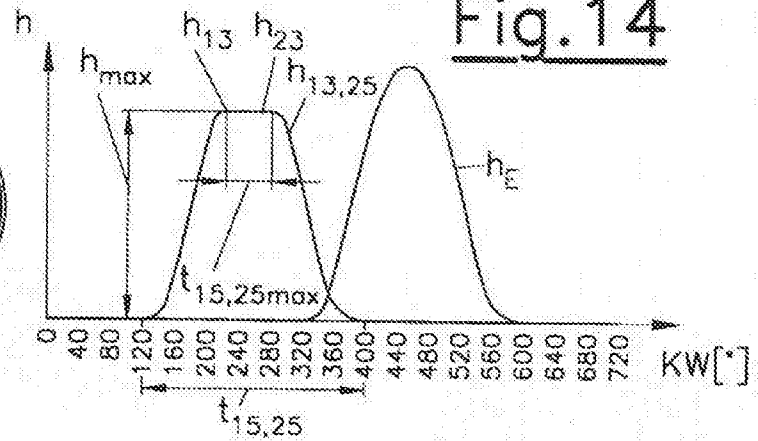


Fig.15

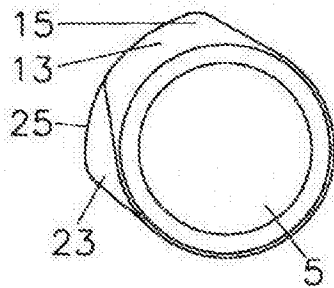
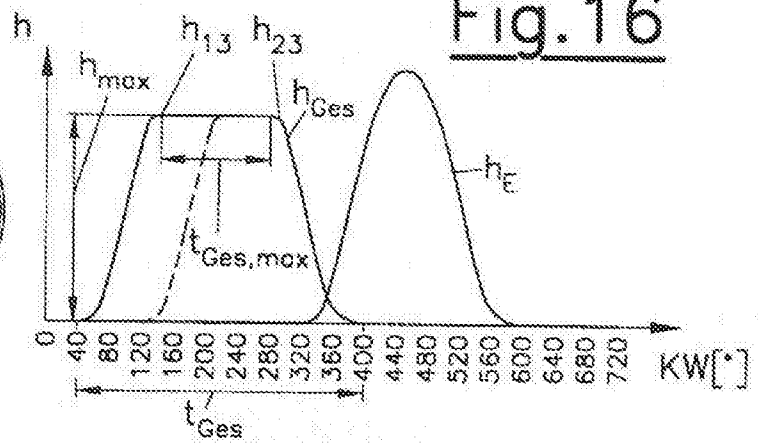


Fig.16



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

F01L 1/26 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

F01L 1/267 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

F01L

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC, WPI, TXTnn

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **20.07.2016** eingereichten Ansprüchen **1-8** erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungs- datum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	GB 2443419 A (MECHADYNE PLC) 07. Mai 2008 (07.05.2008) Abstract; Fig. 1-6; Seiten 1, 2, 5, 6	1-4, 8
A	US 2015267575 A1 (NAKAMURA MAKOTO) 24. September 2015 (24.09.2015) Abstract; Fig. 8, 13; Absätze 23, 28, 133, 188	1, 8

Datum der Beendigung der Recherche:

24.05.2017

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

RODLAUER Gerhard

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:

X Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungs-
gegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf
erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.

Y Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht
als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Ver-
öffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser
Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen
Fachmann naheliegend** ist.

A Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.

P Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach
dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.

E Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem
ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch
nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage
stellen).

& Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.