

(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
25. Januar 2018 (25.01.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/014065 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F01L 1/18 (2006.01) *F01L 1/344* (2006.01)
F01L 1/26 (2006.01) *F01L 1/08* (2006.01)
F01L 13/00 (2006.01) *F02D 13/02* (2006.01)
F01L 13/06 (2006.01) *F02D 13/04* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2017/060183

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Juli 2017 (20.07.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 50662/2016 20. Juli 2016 (20.07.2016) AT

(71) Anmelder: AVL LIST GMBH [AT/AT]; Hans-List-Platz
1, 8020 GRAZ (AT).

(72) Erfinder: ZURK, Andreas; Siebing 97, 8481 WEIN-
BURG (AT). KLAMPFER, Martin; Neureitersweg 41,
8151 HITZENDORF (AT). HIRSCHL, Gernot; Kantsnit-
strasse 10/12, 9330 ALTHOFEN (AT).

(74) Anwalt: BABELUK, Michael; Florianigasse 26/3, 1080
WIEN (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE HAVING A VALVE ACTUATION DEVICE

(54) Bezeichnung: BRENNKRAFTMASCHINE MIT EINER VENTILBETÄTIGUNGSEINRICHTUNG

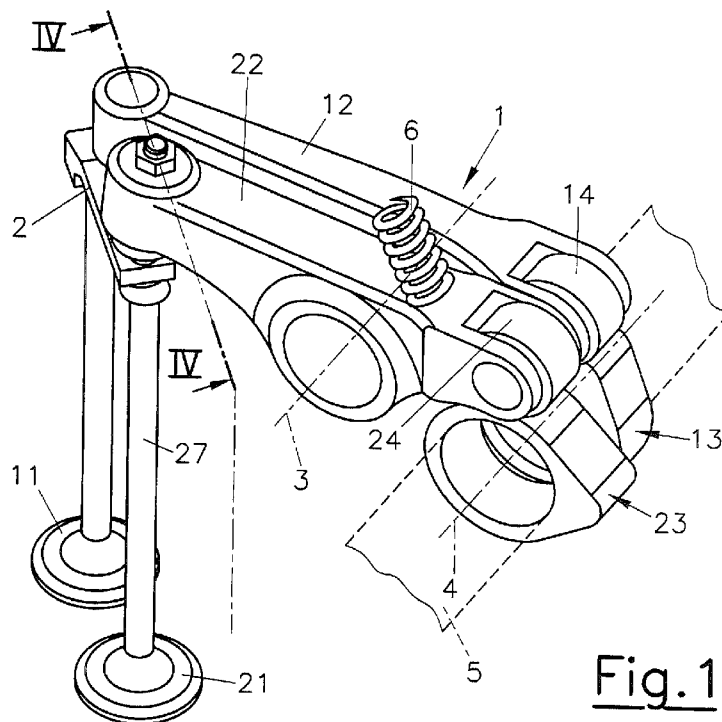
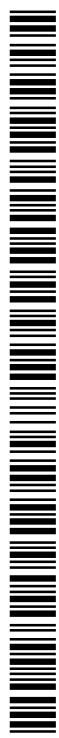


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an internal combustion engine that has a valve actuation device (1), said internal combustion engine comprising at least one first exhaust valve (11) and one second exhaust valve (21) per cylinder, which can be actuated together in at least one operating area of the internal combustion engine, via an exhaust valve bridge (2) and a first valve lifter (12), by a first cam lobe (15) of a first exhaust cam (13) which is arranged on a camshaft (5). In order to provide the simplest possible rapid warm-up for the internal combustion engine, said camshaft (5) comprises a second exhaust cam (23) that has at least one additional cam lobe (26) and at least one second cam lobe (25), a transmission device (30) being arranged in the functional path between the second exhaust cam (23) and the second exhaust valve (21) and allowing an idle stroke (36) to be activated or deactivated, and the first exhaust cam



WO 2018/014065 A1



NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(13) being designed to be rotatable into different rotational positions relative to the second exhaust cam (23), and/or the second exhaust cam (23) being designed to be rotatable into different rotational positions relative to the first exhaust cam (13), wherein, in at least one first rotational position of the cam shaft (5), the second cam lobe (25) can be covered by the first cam lobe (15) and, in at least one second rotational position in which the first exhaust cam (13) is rotated about the rotational axis (4) of the camshaft (5) counter to the second exhaust cam (23), the first cam lobe (15) and the second cam lobe (25) can be transmitted to the exhaust valves (11, 21).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einer Ventilbetätigungseinrichtung (1), wobei die Brennkraftmaschine zumindest ein erstes Auslassventil (11) und ein zweites Auslassventil (21) pro Zylinder aufweist, 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. Um auf möglichst einfache Weise ein rasches Aufwärmen der Brennkraftmaschine zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass die Nockenwelle (5) einen zweiten Auslassnocken (23) mit zumindest einer Zusatznockenerhebung (26) und zumindest einer zweiten Nockenerhebung (25) aufweist, wobei im Wirkweg zwischen dem zweiten Auslassnocken (23) und dem zweiten Auslassventil (21) eine Übertragungseinrichtung (30) angeordnet ist, mit welcher ein Leerhub (36) aktivierbar oder deaktivierbar ist und der erste Auslassnocken (13) relativ zum zweiten Auslassnocken (23) und/oder der zweite Auslassnocken (23) relativ zum ersten Auslassnocken (13) in verschiedene Drehlagen verdrehbar ausgebildet ist, wobei in zumindest einer ersten Drehlage der Nockenwelle (5) die zweite Nockenerhebung (25) durch die erste Nockenerhebung (15) abdeckbar ist und in zumindest einer zweiten Drehlage, in der der erste Auslassnocken (13) um die Drehachse (4) der Nockenwelle (5) gegen den zweiten Auslassnocken (23) verdreht ist, die erste Nockenerhebung (15) und die zweite Nockenerhebung (25) auf die Auslassventile (11, 21) übertragbar sind.

Brennkraftmaschine mit einer Ventilbetätigungseinrichtung

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einer Ventilbetätigungseinrichtung, wobei die Brennkraftmaschine zumindest ein erstes Auslassventil und ein zweites Auslassventil pro Zylinder aufweist, 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.

Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine 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.

Es ist bekannt, bei einer Brennkraftmaschine zusätzlich zu den Auslassventilen ein eigenes Motorbremsventil anzuordnen, welches während der Motorbremsung getaktet oder ständig geöffnet wird. Derartige Motorbremsventile werden üblicherweise hydraulisch oder pneumatisch betätigt und sind beispielsweise aus der DE 44 23 657 C2, der DE 38 39 452 C2, der DE 38 39 450 C2, der AT 004.387 U1 oder der AT 003.600 U1 bekannt. Aus der DE 41 25 831 A1 ist weiters eine Motorbremseinrichtung bekannt, deren Motorbremsventil elektrisch betätigbar ist.

Bekannte Betätigungseinrichtungen für Motorbremsventile erfordern allerdings einen relativ hohen Bauaufwand und benötigen vergleichsweise viel Platz im Zylinderkopf, welcher in vielen Fällen nur schwer bereitgestellt werden kann. Um den Zylinderdruck abzulassen, ist meist ein zusätzlicher Behälter sowie ein Hochdruckölsystem mit Hochdruckpumpe und elektrohydraulischen Ventilen für jeden Zylinder erforderlich. Zudem weisen bekannte Motorbremseinrichtung eine hohe Zahl an Einzelteilen auf, welche die Störungsanfälligkeit erhöhen und sich nachteilig auf den Fertigungsaufwand auswirken.

Die US 6,000,374 A beschreibt eine Motorbremse für eine Brennkraftmaschine, bei der pro Arbeitszyklus mehrere Bremsphasen verwirklicht werden können. Dabei ist neben Ein- und Auslasskipphebel ein zusätzlicher Bremskipphebel pro Zylinder vorgesehen, der – angetrieben von einem Bremsnocken – ein Auslassventil betätigt. Alle Kipphebel verfügen dabei über ein Hydroelement an ihrem ventillseitigen Ende. Über Solenoide kann beeinflusst werden, welche Hydroele-

mente mit Drucköl beaufschlagt werden und welche nicht. Dadurch wird erreicht, dass im normalen Arbeitsbetrieb der Bremskipphel nur leer läuft und das Auslassventil über den Bremskipphel nicht betätigt wird, weil sein Hydroelement ohne Ölversorgung die Kraft nicht übertragen kann. Die Ein- und Auslasskipphel arbeiten im Arbeitsbetrieb, solange ihre Hydroelemente mit Öl befüllt sind. Im Bremsbetrieb werden die Hydroelemente der Auslasskipphel deaktiviert und die Hydroelemente der Bremskipphel aktiviert. Auf diese Weise ist es auch möglich, die Ventilbewegungen hydraulisch zu manipulieren, um eine Bremsleistungsregelung und eine Anpassung zu jeder Drehzahl zu gewährleisten. Nachteilig ist, dass ein hoher Regelungsaufwand erforderlich ist.

Aus der WO 2015/177127 A1 ist ein Ventiltrieb für eine Brennkraftmaschine bekannt, welche pro Zylinder ein erstes und ein zweites Auslassventil aufweist, die über eine Ventilbrücke und einen ersten Ventilhebel durch einen ersten Auslassnocken gemeinsam betätigt werden können. Das zweite Auslassventil kann darüber hinaus zur Realisierung einer Motorbremse über einen zweiten Ventilhebel durch einen zweiten Auslassnocken betätigt werden, wobei zwischen dem zweiten Ventilhebel und dem zweiten Auslassventil eine hydraulische Übertragungseinrichtung angeordnet ist. Sowohl der erste, als auch der zweite Auslassnocken sind drehfest mit einer Nockenwelle verbunden. Die Aktivierung bzw. Deaktivierung der Motorbremse erfolgt durch die hydraulische Übertragungseinrichtung.

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. Auch die EP 1 945 918 B1 zeigt eine Nockenwellenanordnung, 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.

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.

Diese Aufgabe wird durch eine eingangs genannte Brennkraftmaschine erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Nockenwelle einen zweiten Auslassnocken mit zumindest einer Zusatznockenerhebung, mit welcher das zweite Auslassventil

in einem Motorbremsbetrieb der Brennkraftmaschine betätigbar ist, und zumindest einer zweiten Nockenerhebung aufweist, wobei im Wirkweg zwischen dem zweiten Auslassnocken und dem zweiten Auslassventil eine vorzugsweise hydraulisch schaltbare Übertragungseinrichtung angeordnet ist, mit welcher ein eine definierte Hubhöhe aufweisender Leerhub aktivierbar oder deaktivierbar ist und der erste Auslassnocken relativ zum zweiten Auslassnocken und/oder der zweite Auslassnocken relativ zum ersten Auslassnocken in verschiedene Drehlagen verdrehbar ausgebildet ist, wobei in einer Projektion parallel zur Drehachse der Nockenwelle betrachtet in zumindest einer ersten Drehlage der Nockenwelle die zweite Nockenerhebung durch die erste Nockenerhebung abdeckbar ist und in zumindest einer zweiten Drehlage, in der der erste Auslassnocken um die Drehachse der Nockenwelle gegen den zweiten Auslassnocken verdreht ist, die erste Nockenerhebung und die zweite Nockenerhebung auf die Auslassventile übertragbar sind. Mit anderen Worten ist in der zweiten Drehlage die erste Nockenerhebung relativ zur zweiten Nockenerhebung verdreht und die zweite Nockenerhebung durch die erste Nockenerhebung nicht mehr abdeckbar.

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.

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.

Erfindungsgemäß kann damit der Auslasshub in einer zweiten Drehlage nach früher oder später ("früher" und "später" sind hier sowohl hinsichtlich Kurbelwinkel als auch zeitlich in Bezug auf eine Drehung der Kurbelwelle zu verstehen) verschoben werden, wodurch mit der zweiten Nockenerhebung ein weiterer Auslasshub aktiv wird. Bei Verstellung des Beginns des Auslasshubs nach früher verlängert die zweite Nockenerhebung den Auslasshub und ermöglicht einen vollständigen Auslass – der frühere Beginn des Auslasshubs ermöglicht ein Einleiten von heißem Abgas in den Abgastrakt und die Abgasnachbehandlungskomponenten und deren Aufheizen bzw. Auf-Temperatur-Halten.

Mit anderen Worten ist somit eine zweite Nockenerhebung des zweiten Auslassnockens 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 der Hubs jedes ersten Auslassnockens den Hubs des entsprechenden benachbarten zweiten Auslassnockens.

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 mit der zweiten Nockenerhebung eine Hub- bzw. Öffnungsdauer definierbar ist, welche gleich oder kleiner ist als eine Hub- bzw. Öffnungsdauer der ersten Nockenerhebung.

In einer Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass die zumindest eine Zusatznockenerhebung und die zweite Nockenerhebung des zweiten Auslassnockens so ausgeführt sind, dass die Zusatznockenerhebung nur bei deaktiviertem Leerhub auf das zweite Auslassventil übertragbar ist und die zweite Nockenerhebung unabhängig vom Zustand der Übertragungseinrichtung auf das zweite Auslassventil übertragbar ist. Damit lässt sich der durch die Zusatznockenerhebung bewirkte Hub über den Zustand der Übertragungseinrichtung aktivieren oder deaktivieren, während der Hub der zweiten Nockenerhebung durch den Zustand der Übertragungseinrichtung nicht beeinflusst wird. "Deaktivierter" Leerhub bedeutet hier, dass kein Leerhub vorhanden ist, sondern Nockenerhebungen durch die Übertragungseinrichtung weitergegeben werden.

Durch Verdrehen des ersten Auslassnockens relativ zum zweiten Auslassnocken und/oder Verdrehen des zweiten Auslassnockens relativ zum ersten 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.

In einer weiteren Ausführungsform 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 Ventilhebel gleichachsig zum ersten Ventilhebel schwenkbar gelagert ist. Dabei kann in Weiterführung der Erfindung vorgesehen sein, dass der zweite Auslassnocken zumindest zwei Zusatznockenerhebungen aufweist, wobei vorzugsweise zumindest eine Zusatznockenerhebung einen Motorbremshub ausbil-

det. Damit lässt sich über die Zusatznockenerhebungen ein Motorbremsbetrieb realisieren.

Besonders günstig ist es, wenn die maximale Hubhöhe zumindest einer Zusatznockenerhebung kleiner ist als die maximale Hubhöhe der zweiten Nockenerhebung. Diese Ausbildung ist besonders vorteilhaft im Wirkweg zwischen dem zweiten Auslassnocken und dem zweiten Auslassventil angeordneter hydraulischer Übertragungseinrichtung, mit welcher ein eine definierte Hubhöhe aufweisender Leerhub aktivierbar oder deaktivierbar ist. Der zweite Auslassnocken erfüllt somit zwei Funktionen: Einerseits kann er – durch die zweite Nockenerhebung – zur Beeinflussung, insbesondere Verlängerung der Auslassöffnungsdauer verwendet werden. Andererseits dient er – mittels der Zusatznockenerhebung(en) – dazu, einen wirksamen Motorbremsbetrieb zu ermöglichen, indem zumindest ein Auslassventil – außerhalb des Auslasstaktes – zumindest einmal, beispielsweise am Ende des Einlass- und/oder Verdichtungstaktes geöffnet wird.

Besondere Vorteile lassen sich erreichen, wenn der Leerhub der Übertragungseinrichtung – vorzugsweise bereinigt um ein Übersetzungsverhältnis des zweiten Ventilhebels – mindestens der maximalen Hubhöhe zumindest einer Zusatznockenerhebung entspricht. Dies ermöglicht es, die Motorbremse ein- und Auszuschalten. Bei ausgeschalteter Motorbremse ist durch die Übertragungseinrichtung der Leerhub aktiviert – die Auslenkung des zweiten Ventilhebels durch die Zusatznockenerhebung wird vollständig durch den Leerhub kompensiert. Somit wird der Hub aus der Zusatznockenerhebung nicht an das Auslassventil weitergeleitet. Da der maximale Hub der zweiten Nockenerhebung größer ist als der maximale Hub der Zusatznockenerhebung, wird die den Leerhub überschreitende Hubdifferenz zwischen zweiter Nockenerhebung und Zusatznockenerhebung von der Übertragungseinrichtung weitergeleitet. Eine Öffnung des entsprechenden Auslassventiles kann aber nur dann auftreten, wenn die zweite Auslassnockenerhebung des zweiten Auslassnockens nicht durch die erste Auslassnockenerhebung des ersten Auslassnockens verdeckt wird.

In der Ruhelage – 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.

Durch Verdrehen des ersten Auslassnockens kann der Auslassventilhub nach früh verstellt werden. Durch Verdrehen des zweiten Auslassnockens kann der Auslasshub, insbesondere das Auslasshubende, nach spät verstellt werden.

Die oben genannte Aufgabe wird des Weiteren durch das eingangs erwähnte Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Nockenwelle einen zweiten Auslassnocken mit zumindest einer Zusatznockenerhebung, mit welcher zumindest das zweite Auslassventil in zumindest einem Motorbremsbereich der Brennkraftmaschine betätigt wird, und zumindest einer zweiten Nockenerhebung aufweist, wobei in zumindest einem ersten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine beide Auslassventile gleichzeitig nur durch den ersten Auslassnocken betätigt werden, 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 nur durch den zweiten Auslassnocken, insbesondere die zweite Nockenerhebung, betätigt bzw. offengehalten wird, wobei die Hubübertragung zwischen dem zweiten Auslassnocken und dem zweiten Auslassventil teilweise unterbrochen wird und nur einen definierten Wert überschreitende Hübe vom zweiten Auslassnocken an das zweite Auslassventil übertragen werden.

In einer Variante der Erfindung wird in einem dritten Motorbetriebsbereich die Hubübertragung zwischen dem zweiten Auslassnocken und dem zweiten Auslassventil freigegeben wird und zumindest ein Bremschub des zweiten Auslassventils am Ende des Einlasstaktes und/oder des Verdichtungstaktes durchgeführt.

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.

Durch Verdrehen des zweiten Auslassnockens nach spät können thermodynamische Ziele erreicht werden.

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

Fig. 1 eine Ventilbetätigungseinrichtung einer erfindungsmäßen Brennkraftmaschine in einer Schrägsicht;

- Fig. 2 einen ersten und einen zweiten Auslassnocken in einer Schrägansicht, in einer ersten Drehlage des ersten Auslassnockens;
- Fig. 3 einen ersten und einen zweiten Auslassnocken in einer Schrägansicht, in einer zweiten Drehlage des ersten Auslassnockens;
- Fig. 4 ein Detail der Ventilbetätigungseinrichtung, in einem Schnitt gemäß der Linie IV – IV in Fig. 1, in einer ersten Stellung des zweiten Ventilhebels;
- Fig. 5 ein Detail der Ventilbetätigungseinrichtung, in einem Schnitt gemäß der Linie IV – IV in Fig. 1, in einer zweiten Stellung des zweiten Ventilhebels;
- Fig. 6 ein Ventilhubdiagramm einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in einer ersten Ausführungsvariante mit deaktivierter Motorbremse;
- Fig. 7 ein Ventilhubdiagramm dieser Brennkraftmaschine mit aktivierter Motorbremse; und
- Fig. 8 ein Ventilhubdiagramm einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in einer zweiten Ausführungsvariante mit deaktivierter Motorbremse.

Fig. 1 zeigt eine 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.

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 Nockenerhebung aufweisenden zweiten Auslassnocken 23 der nicht dargestellten Nockenwelle über eine drehbar am zweiten Ventilhebel 22 gelagerte zweite Rolle 24. Über den zweiten Ventilhebel 22, wel-

cher 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. Mit dem zweiten Ventilhebel 22 lässt sich damit über den zweiten Auslassnocken zumindest ein Bremshub realisieren. Es wird darauf hingewiesen, dass Fig. 1 aus Gründen Übersichtlichkeit den zweiten Auslassnocken 23 mit nur einer Nockenerhebung darstellt – für Details siehe Fig. 2 und Fig. 3 und zugehörige Beschreibung.

Sowohl der erste Auslassnocken 13 als auch der zweite Auslassnocken 23 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 der erste Auslassnocken 13 mit dem Innenwellenteil und der zweite Auslassnocken 23 mit dem Außenwellenteil drehfest verbunden sind. Der Innenwellenteil kann in bekannter Weise über einen Phasensteller relativ zum Hohlwellenteil verdreht werden. Damit lassen sich der erste 13 und der zweite Auslassnocken 23 gegeneinander verstellen, wobei der erste Auslassnocken 13 gegenüber dem zweiten Auslassnocken 23 nach früher oder nach später verstellt werden kann. Das bedeutet, dass der durch die erste Nockenerhebung 15 des ersten Auslassnockens 13 resultierende Auslasshub zeitlich vor oder nach den durch die zumindest eine zweite Nockenerhebung des zweiten Auslassnockens 23 resultierenden Hub (bzw. weitere Hübe, die durch zusätzliche Nockenerhebungen am zweiten Auslassnocken 23 realisiert werden) verschoben werden kann. In einer ersten Drehlage sind erster 13 und zweiter Auslassnocken 23 nicht gegeneinander verdreht, in zumindest einer zweiten Drehlage sind die Auslassnocken 13, 23 gegeneinander verdreht. Grundsätzlich sind diskrete und kontinuierliche Verdrehungen der Nocken 13, 23 gegeneinander möglich.

Wie aus Fig. 2 erkennbar, sind am zweiten Auslassnocken 23 insgesamt drei Nockenerhebungen ausgeführt: Der zweite Auslassnocken 23 weist zumindest eine als Bremsnockenerhebung ausgebildete Zusatznockenerhebung 26 auf, um einen Motorbremsbetrieb zu ermöglichen. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine erste Zusatznockenerhebung 26a zur Durchführung eines Motorbremshubes am Ende des Einlasstaktes und eine zweite Zusatznockenerhebung 26b zur Durchführung eines MotorbremsHubes am Ende des Verdichtungstaktes vorgesehen. Natürlich kann auch nur eine dieser Zusatznockenerhebungen 26a, 26b vorgesehen sein.

Zusätzlich ist erfindungsgemäß eine zweite Nockenerhebung 25 vorgesehen. Die maximale Hubhöhe $h_{26\max}$ jeder Zusatznockenerhebung 26a, 26b ist geringer als

die maximale Hubhöhe $h_{25\max}$ der zweiten Nockenerhebung 25. In zumindest einer ersten Drehlage des ersten Auslassnockens 13 ist 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 - überdeckbar.

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. Es ist aber auch denkbar, die Form und Größe der zweiten Nockenerhebung 25 der ersten Nockenerhebung 15 anzugleichen.

Wird der erste Auslassnocken 13 in Bezug auf den zweiten Auslassnocken 23 in zumindest eine in Fig. 3 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. Der durch die erste Nockenerhebung 15 bewirkte Auslasshub wird zeitlich nach vorne verlegt, so dass Abgas höherer Temperatur aus dem Zylinder bzw. dessen Brennraum in das Abgas-system, insbesondere ein Abgasnachbehandlungssystem geleitet wird und die dortigen Abgasnachbehandlungskomponenten erwärmt. Um zu verhindern, dass die Auslassventile 11, 21 auch früher schließen und dadurch Abgas im Zylinder verbleibt bzw. der Druck darin zu hoch wird, wirkt die aus dem Schatten des ersten Auslassnocken 13 aufgetauchte zweite Nockenerhebung 25 ein Offenhalten zumindest eines Auslassventils 11, 21. Durch die zweite Nockenerhebung 25 des zweiten Auslassnockens 23 lässt sich also trotz Verdrehen des ersten Auslassnockens 13 eine verlängerte Auslassöffnung realisieren.

Die Verdrehung kann dabei im Wesentlichen beliebig gewählt werden, sodass der Schließzeitpunkt der Auslassventile 11, 21 trotz Vorverdrehen der ersten Nockenerhebung 15 gleich bleibt oder ebenfalls nach früher verlegt wird. Mit anderen Worten ist also in einer Projektion parallel zur Drehachse 4 der Nockenwelle 5 betrachtet in zumindest einer ersten Drehlage der Nockenwelle 5 die zweite Nockenerhebung 25 durch die erste Nockenerhebung 15 abdeckbar und in zumindest einer zweiten Drehlage, in der der erste Auslassnocken 13 um die Drehachse 4 der Nockenwelle 5 gegen den zweiten Auslassnocken 23 verdreht ist, die erste Nockenerhebung 15 und die zweite Nockenerhebung 25 auf die Auslassventile 11, 21 übertragbar.

Während also die zweite Nockenerhebung 25 erfindungsgemäß durch den unverdrehten ersten Auslassnocken 13 überdeckt bzw. durch den verdrehten ersten Auslassnocken 13 wirksam geschaltet wird, wirken die für den Bremsbetrieb vorgesehenen Zusatznockenerhebungen 26a, 26b immer auf den zweiten Ventilhebel 22 ein. Um den Motorbremsbetrieb zu aktivieren bzw. zu deaktivieren weist die Ventilbetätigungseinrichtung 1 im Wirkungsweg zwischen dem zweiten Auslassnocken 23 und dem zweiten Auslassventil 21 eine hydraulisch schaltbare Übertragungseinrichtung 30 auf. Die in den Fig. 4 und Fig. 5 in verschiedenen Betriebszuständen gezeigte Übertragungseinrichtung 30 ist im zweiten Ventilhebel 22 angeordnet und weist einen Betätigungskolben 31 auf, der in einem Führungszylinder 32 verschiebbar gelagert ist.

Der Betätigungskolben 31 grenzt dabei an einen Druckraum 33, welcher über einen im zweiten Ventilhebel 22 angeordneten Kanal 34 von einem Hydraulikmedium beaufschlagbar ist. Bei Füllen des Druckraumes 33 wird der Betätigungskolben 31 entgegen der Kraft einer Rückstellfeder 35 ausgelenkt. Im Kanal 34 oder in einer mit diesem verbundenen Leitung ist ein nicht weiter dargestelltes Druckhalteventil und/oder Steuerventil angeordnet, mit welchem die Übertragungseinrichtung 30 (und damit der Motorbremsbetrieb) deaktiviert oder aktiviert werden kann. Die Fig. 4 zeigt die Übertragungseinrichtung im deaktivierten Zustand, in welchem der Druckraum 33 drucklos geschaltet ist. Der Betätigungskolben 31 wird somit durch die Rückstellfeder 35 in seine in Fig. 4 dargestellte Ruhelage bewegt, wodurch sich ein Leerhub 36 der Übertragungseinrichtung 30 definierendes Spiel s zwischen dem zweiten Auslassventil 21 – genauer gesagt zwischen einem auf den Ventilschaft 27 des zweiten Auslassventils 21 angreifenden Ventilstößel 28 – und dem Betätigungskolben 31 einstellt. Der Leerhub 36 entspricht mindestens der Hubhöhen h_{26} zumindest einer Zusatznockenerhebung 26. Somit werden nur Auslenkungen des zweiten Ventilhebels 21 an das zweite Auslassventil 21 übertragen, welche größer sind als der Leerhub 36. Der maximale wirksame Hub zu Folge der zweiten Nockenerhebung 25 entspricht also der Differenz Δh der maximalen Hubhöhen $h_{25\max} - h_{26\max}$. Dies bedeutet, dass bei deaktivierter Übertragungseinrichtung 30 keine Hübe h_{26} der Zusatznockenerhebungen 26 übertragen werden, sondern nur Hübe h_{25} der zweiten Nockenerhebung 25, welche den Leerhub 36 überragen.

Fig. 5 zeigt die Übertragungseinrichtung 30 im aktivierten, d.h. hydraulisch steif geschaltetem Zustand. Der Druckraum 33 ist dabei mit dem unter Druck stehenden Hydraulikmedium – beispielsweise Schmieröl der Brennkraftmaschine – beaufschlagt, wobei der Kolben entgegen der Rückstellkraft der Rückstellfeder 35 in Fig. 5 die dargestellte Motorbremsstellung gedrückt wird, bei der der Betätigungskolben 31 am Ventilschaft 27 bzw. am Ventilstößel 28 anliegt. Da der

Druck im Druckraum 33 gehalten wird, wird die Auslenkung des zweiten Ventilhebels 22 unvermindert an das zweite Auslassventil 21 übertragen. Da der Ventilstößel 28 in der Ventilbrücke 2 in Öffnungshubrichtung des zweiten Auslassventils 21 verschiebbar gelagert ist und sich in Schließrichtung des zweiten Auslassventils 21 an einem Absatz 7 der Ventilbrücke 2 abstützt, kann das zweite Auslassventil 21 unabhängig vom ersten Auslassventil 11 mittels des zweiten Ventilhebels 22 geöffnet werden. Damit kann im Bremsbetrieb das zweite Auslassventil 21 durch die Übertragungseinrichtung 30 betätigt werden, ohne dass die Ventilbrücke 2 mitbewegt wird.

In Fig. 6 und Fig. 7 sind die Ventilhube h der Einlassventile und der Auslassventile 11, 21 über dem Kurbelwinkel KW für einen Arbeitszyklus einer Brennkraftmaschine in einer ersten Ausführungsvariante 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. Mit $h_{23,0}$ ist der Hub zu Folge des zweiten Auslassnockens 23 bei deaktivierter Motorbremse und mit $h_{23,B}$ ist der Hub zu Folge des zweiten Auslassnockens 23 bei aktivierter Motorbremse bezeichnet. Aktivierte und deaktivierte Motorbremse bezeichnet hier die im Zusammenhang mit Fig. 4 und Fig. 5 beschriebenen Betriebszustände der hydraulischen Übertragungseinrichtung 30.

Wie aus den Fig. 6 und Fig. 7 anschaulich hervorgeht, lassen sich mit der beschriebenen erfindungsgemäßen Ventilbetätigungseinrichtung 1 verschiedene Betriebsweisen verwirklichen: Normalbetrieb, Motorbremsbetrieb und verlängerter bzw. nach früher verschobener Auslassbetrieb.

Im Normalbetrieb ist, wie in Fig. 2 ersichtlich ist, die zweite Nockenerhebung 25 des zweiten Auslassnockens 23 für die Auslasshubverlängerung durch den ersten Auslassnocken 13 verdeckt. Des Weiteren ist, wie in Fig. 4 gezeigt, im zweiten Ventilhebel 22 der Betätigungskolben 31 eingefahren, wodurch zu Folge der zweiten Nockenerhebung 25 anstelle des vollen Hubes h_{25} im Motorbremsbetrieb (siehe $h_{23,B}$) nur ein reduzierter Hub Δh entsteht, siehe Linie $h_{23,0}$ in Fig. 6. Da sich dieser reduzierte Hub Δh im Normalbetrieb innerhalb des in Fig. 6 durch eine strichlierte Linie angedeuteten Hubes $h_{13,0}$ der Auslassventile 11, 21 befindet, ist somit der zweite Ventilhebel 22 ohne Funktion. Der erste Ventilhebel 12 betätigt über die Ventilbrücke 2 beide Auslassventile 11, 21.

Im Motorbremsbetrieb ist, wie in Fig. 5 ersichtlich, im zweiten Ventilhebel 22 der Betätigungskolben 31 mittels Öldruck ausgefahren, wodurch der volle Hub h_{25} zu Folge der zweiten Nockenerhebung 25 des zweiten Auslassnockens 23 durchgeführt wird, siehe Fig. 7. Hierdurch entstehen zusätzliche Bremshübe h_{26} durch die Zusatznockenerhebungen 26 am zweiten Auslassventil 21 am Ende des Einlasshubes h_E und vor dem Auslasshub h_{13} . Der erhöhte Hub h_{25} zu Folge der zweiten Nockenerhebung des zweiten Auslassnockens 23 wird weiterhin durch den durch den ersten Auslassnocken 13 bewirkten normalen Auslasshub $h_{13,0}$ verdeckt.

Durch den zweiten Ventilhebel 22 kann somit die Funktion einer Motorbremse umgesetzt werden, indem das zweite Auslassventil direkt durch den die Zusatznockenerhebungen 26 betätigt wird. Der zweite Ventilhebel 22 ist durch eine zusätzliche Hydraulik, welche ein Spiel s zwischen dem zweiten Ventilhebel 22 und dem zweiten Auslassventil 21 überbrückt, aktivierbar. Dieses überbrückbare Spiel s ist so ausgeführt, dass es im deaktivierten Zustand der Übertragungseinrichtung 30 den Bremsventilhub vollständig eliminiert, wobei der zweite Ventilhebel 22 zwar die Bewegung der Zusatznockenerhebungen 26 ausführt, aber kein Kontakt zum zweiten Auslassventil 21 aufgrund des Spieles s vorhanden ist.

Im verlängerten Auslassbetrieb ist, wie in Fig. 3 ersichtlich, der erste Auslassnocken 13 mittels (nicht dargestelltem) Phasensteller der Nockenwelle 5 in eine Frühstellung gedreht und der Betätigungskolben 31 im zweiten Ventilhebel 22 in die in Fig. 4 dargestellte Ruhestellung bewegt. Hierdurch verschiebt sich die Auslasshubkurve h_{13} in die mit Linie $h_{13,v}$ in Fig. 6 angedeutete Frühstellung, wobei die mit Linie $h_{23,0}$ angedeutete reduzierte 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 reduzierte Hub Δh nicht mehr verdeckt und verlängert somit die Auslassöffnungszeit zumindest des zweiten Auslassventils 21 auf t_{Ges} (siehe Fig. 6).

Durch Frühverstellen der Auslassventilerhebung des ersten Auslassnockens 13 kann ein schnelles Aufheizen der Brennkraftmaschine und ein frühes Anspringen einer – nicht weiter dargestellten – Abgasnachbehandlungseinrichtung erreicht werden. In dem die Auslassöffnungsdauer durch den nicht verdrehten zweiten Auslassnocken 23 verlängert wird, können außerdem Akustikprobleme in Folge der Restgasverdichtung vermieden werden.

Fig. 8 zeigt die Ventilhubes h der Einlassventile und der Auslassventile 11, 21 über dem Kurbelwinkel KW für einen Arbeitszyklus einer Brennkraftmaschine in einer zweiten Ausführungsvariante der Erfindung, bei der der zweite Auslassnocken 23 durch den Phasensteller relativ zum ersten Auslassnocken 13 verdrehbar ist. Im verlängerten Auslassbetrieb wird der zweite Auslassnocken 23 mittels Phasen-

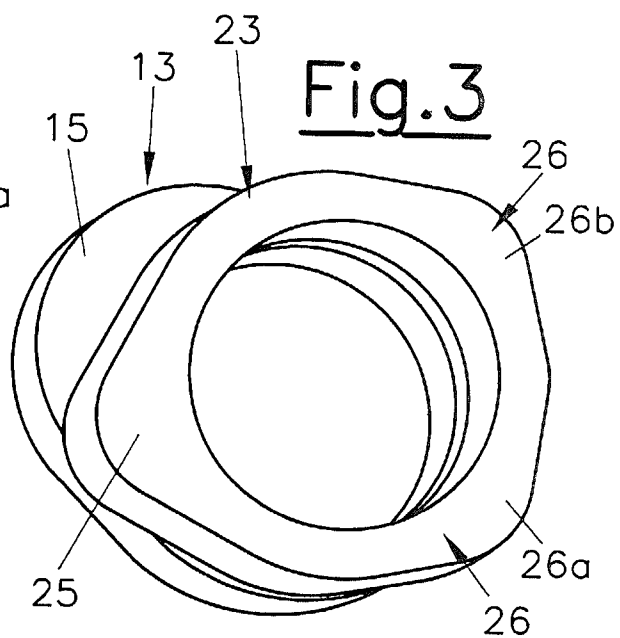
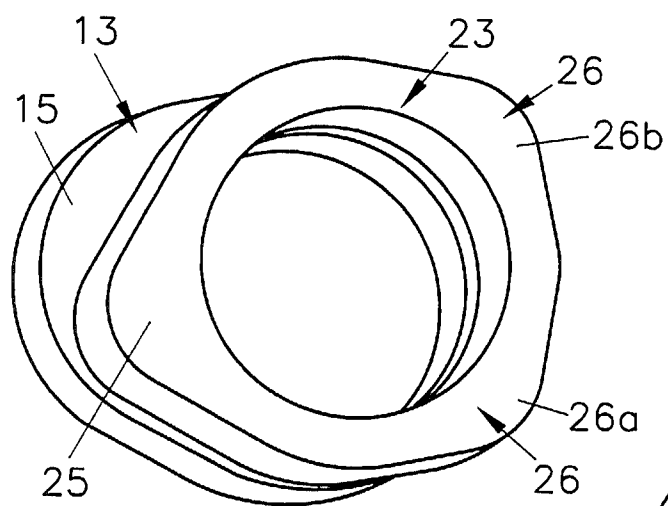
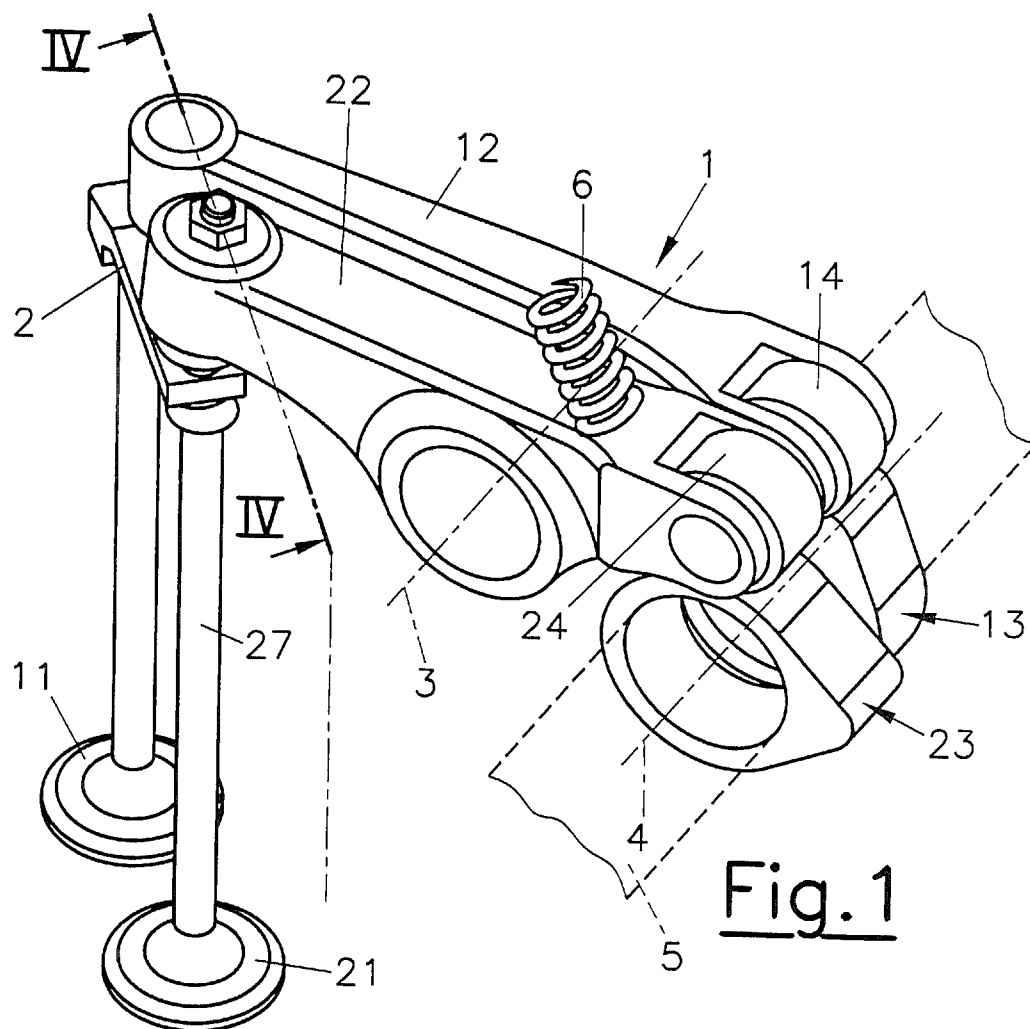
steller der Nockenwelle 5 in eine Spätstellung gedreht und der Betätigungskolben 31 im zweiten Ventilhebel 22 in die in Fig. 4 dargestellte Ruhestellung bewegt. Hierdurch verschiebt sich die reduzierte Hubkurve $h_{23,0}$ des zweiten Auslassnockens 23 in Spätstellung und tritt aus dem Schatten der Hubkurve h_{13} des ersten Auslassnockens 13, womit sie wirksam wird. Durch die Spätverschiebung der Auslasshubkurve $h_{23,0}$ des zweiten Auslassnockens 23 wird der durch die zweite Nockenerhebung 25 definierte reduzierte Hub Δh nicht mehr verdeckt und verlängert somit die Auslassöffnungszeit zumindest des zweiten Auslassventils 21. Diese Funktion dient zum Erreichen von thermischen Zielen.

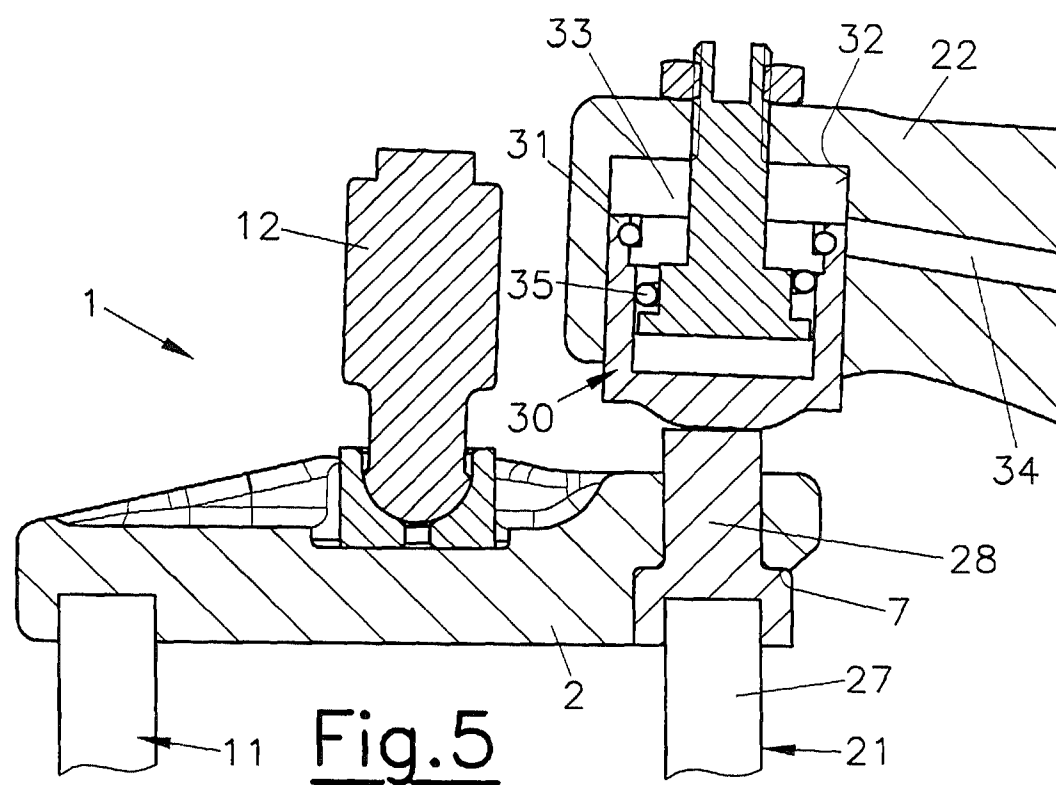
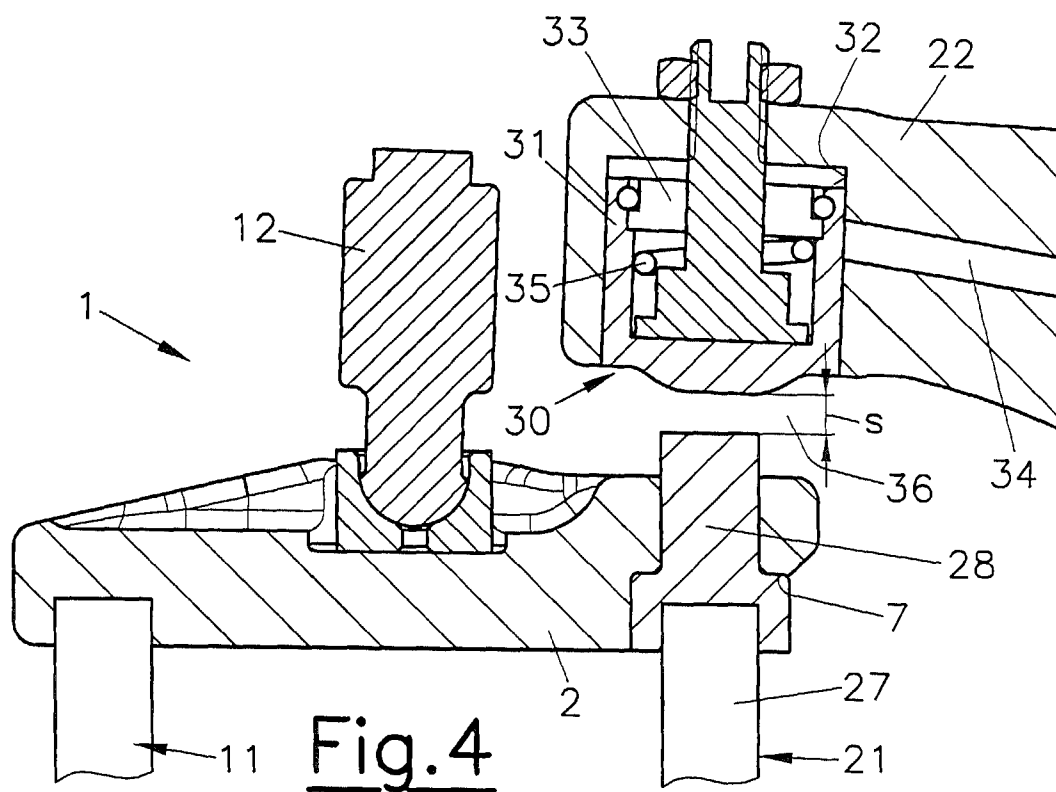
PATENTANSPRÜCHE

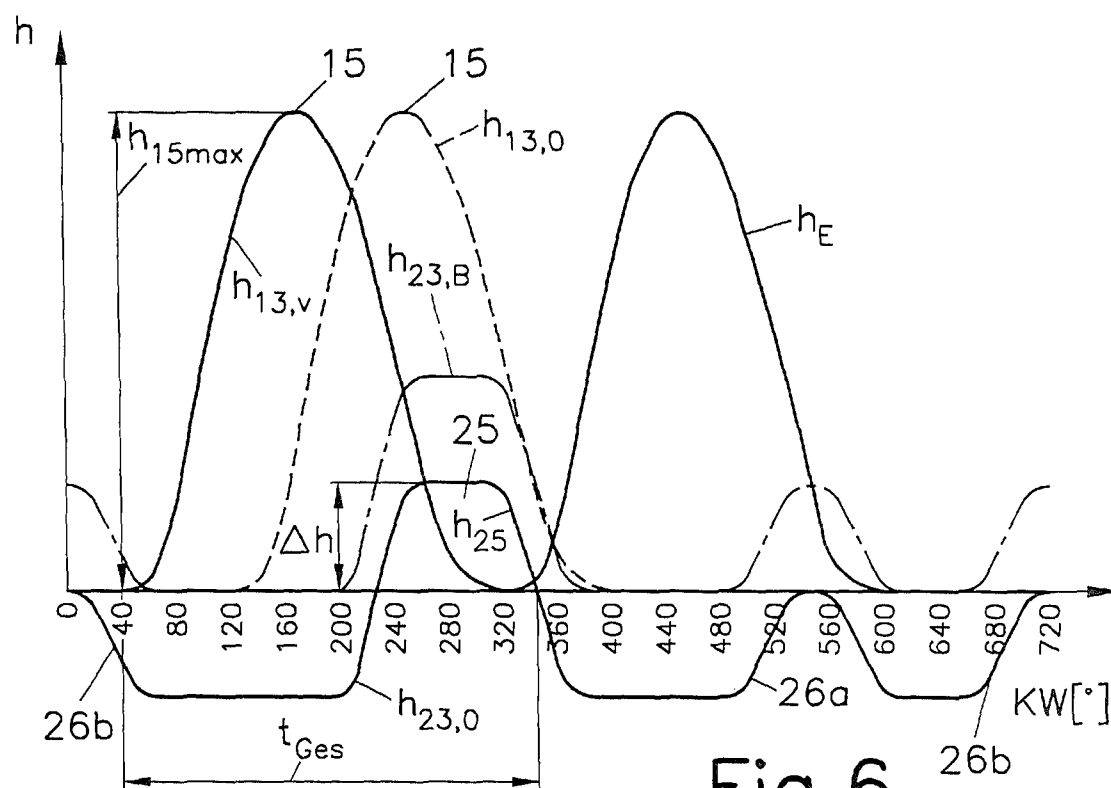
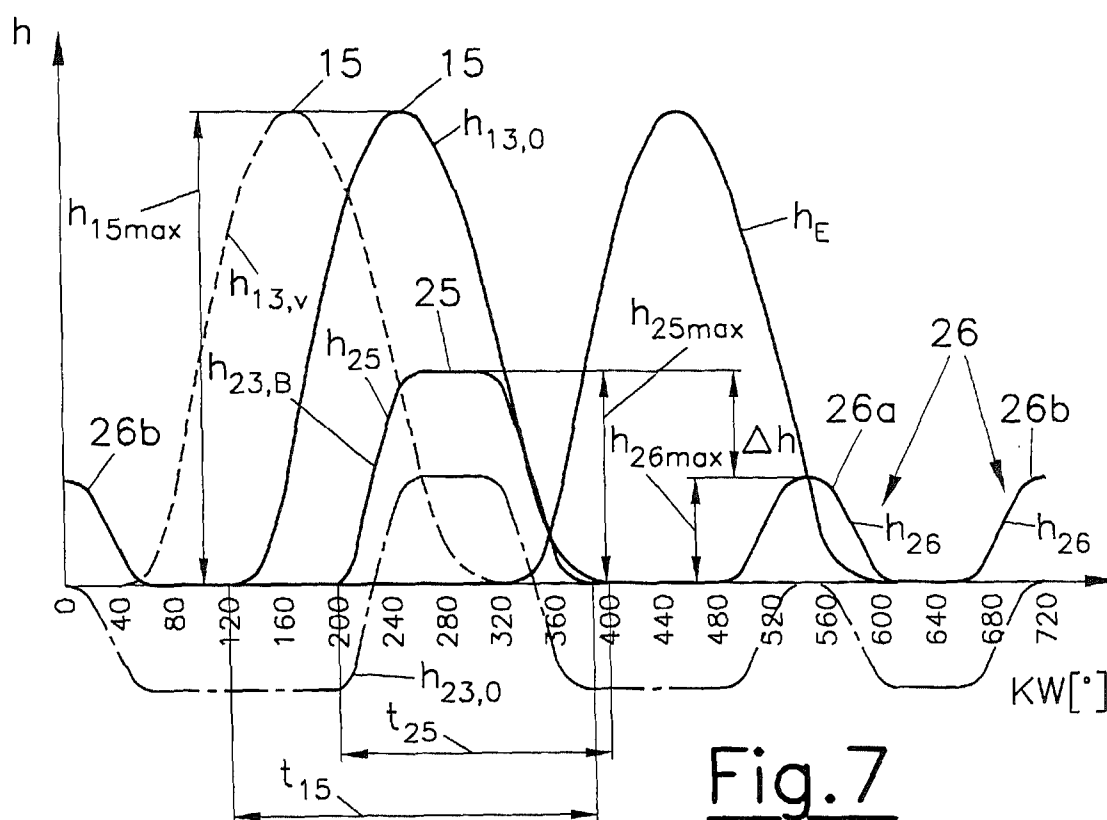
1. Brennkraftmaschine mit einer Ventilbetätigungseinrichtung (1), wobei die Brennkraftmaschine zumindest ein erstes Auslassventil (11) und ein zweites Auslassventil (21) pro Zylinder aufweist, welche in zumindest einem Betriebsbereich der Brennkraftmaschine über eine Auslassventilbrücke (2) und einen ersten Ventilhebel (12) durch eine erste Nockenerhebung (15) eines auf einer Nockenwelle (5) angeordneten ersten Auslassnockens (13) gemeinsam betätigbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nockenwelle (5) einen zweiten Auslassnocken (23) mit zumindest einer Zusatznockenerhebung (26), mit welcher das zweite Auslassventil (21) in einem Motorbremsbetrieb der Brennkraftmaschine betätigbar ist, und zumindest einer zweiten Nockenerhebung (25) aufweist, wobei im Wirkweg zwischen dem zweiten Auslassnocken (23) und dem zweiten Auslassventil (21) eine vorzugsweise hydraulisch schaltbare Übertragungseinrichtung (30) angeordnet ist, mit welcher ein eine definierte Hubhöhe aufweisender Leerhub (36) aktivierbar oder deaktivierbar ist und der erste Auslassnocken (13) relativ zum zweiten Auslassnocken (23) und/oder der zweite Auslassnocken (23) relativ zum ersten Auslassnocken (13) in verschiedene Drehlagen verdrehbar ausgebildet ist, wobei in einer Projektion parallel zur Drehachse (4) der Nockenwelle (5) betrachtet in zumindest einer ersten Drehlage der Nockenwelle (5) die zweite Nockenerhebung (25) durch die erste Nockenerhebung (15) abdeckbar ist und in zumindest einer zweiten Drehlage, in der der erste Auslassnocken (13) um die Drehachse (4) der Nockenwelle (5) gegen den zweiten Auslassnocken (23) verdreht ist, die erste Nockenerhebung (15) und die zweite Nockenerhebung (25) auf die Auslassventile (11, 21) übertragbar sind.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Nockenerhebung (25) eine maximale Hubhöhe ($h_{25\max}$) aufweist, welche gleich einer maximalen Hubhöhe ($h_{15\max}$) der ersten Nockenerhebung (15) ist oder kleiner als die maximale Hubhöhe ($h_{15\max}$) der ersten Nockenerhebung (15) ist.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Zusatznockenerhebung (26) und die zweite Nockenerhebung (25) des zweiten Auslassnockens (23) so ausgeführt sind, dass die Zusatznockenerhebung (26) nur bei deaktiviertem Leerhub (36) auf das zweite Auslassventil (21) übertragbar ist und die zweite Nockenerhebung (25) unabhängig vom Zustand der Übertragungseinrichtung (30) auf das zweite Auslassventil (21) übertragbar ist.

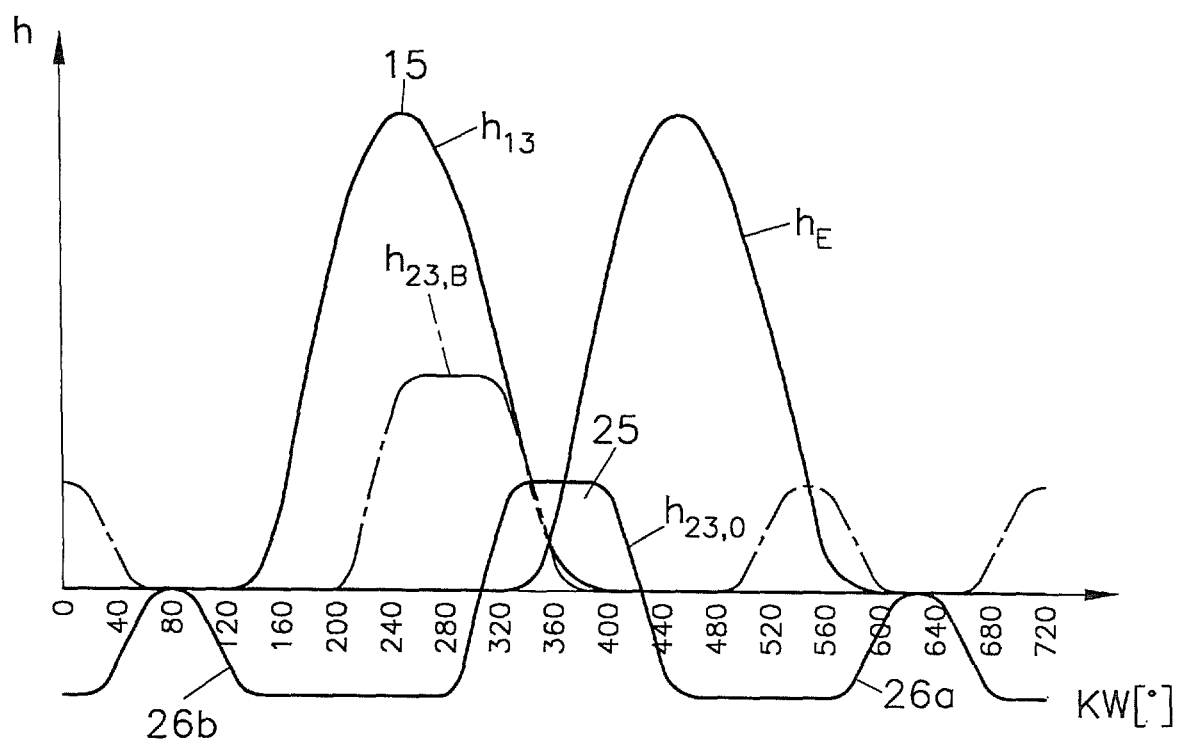
4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit der zweiten Nockenerhebung (25) eine Öffnungsdauer (t_{25}) definierbar ist, welche gleich oder kleiner ist als eine Öffnungsdauer (t_{15}) der ersten Nockenerhebung (15).
5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Auslassventil (21) über einen zweiten Ventilhebel (22) durch den zweiten Auslassnocken (23) unabhängig vom ersten Auslassventil (11) betätigbar ist.
6. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Ventilhebel (22) gleichachsig zum ersten Ventilhebel (12) schwenkbar gelagert ist.
7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Auslassnocken (23) zumindest zwei Zusatznockenerhebungen (26, 26a, 26b) aufweist, wobei vorzugsweise zumindest eine Zusatznockenerhebung (26, 26a, 26b) einen Motorbremshub ausbildet.
8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die maximale Hubhöhe ($h_{26\max}$) zumindest einer Zusatznockenerhebung (26) kleiner als die maximale Hubhöhe ($h_{25\max}$) der zweiten Nockenerhebung (25) ist.
9. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Leerhub (36) der Übertragungseinrichtung (30) – vorzugsweise bereinigt um ein Übersetzungsverhältnis des zweiten Ventilhebels (22) – mindestens der maximalen Hubhöhe ($h_{26\max}$) zumindest einer Zusatznockenerhebung (26) entspricht.
10. 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 zweiten Auslassnocken (23) mit zumindest einer Zusatznockenerhebung (26), mit welcher zumindest das zweite Auslassventil (21) in zumindest einem Motorbremsbereich der Brennkraftmaschine betätigt wird, und zumindest einer zweiten Nockenerhebung (25) aufweist, wobei

- in zumindest einem ersten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine beide Auslassventile (11, 12) gleichzeitig nur durch den ersten Auslassnocken (13) betätigt werden,
 - in zumindest einem zweiten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine der erste Auslassnocken (13) relativ zum zweiten Auslassnocken (23) und/oder der zweite Auslassnocken (23) relativ zum ersten Auslassnocken (13) 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) nur durch den zweiten Auslassnocken (23), insbesondere die zweite Nockenerhebung (25), betätigt bzw. offengehalten wird, wobei die Hubübertragung zwischen dem zweiten Auslassnocken (23) und dem zweiten Auslassventil (21) teilweise unterbrochen wird und nur einen definierten Wert überschreitende Hübe vom zweiten Auslassnocken (23) an das zweite Auslassventil (21) übertragen werden.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei in einem dritten Motorbetriebsbereich die Hubübertragung zwischen dem zweiten Auslassnocken (23) und dem zweiten Auslassventil (21) freigegeben wird und zumindest ein Bremschub des zweiten Auslassventils (21) am Ende des Einlasstaktes und/oder des Verdichtungstaktes durchgeführt wird.





Fig. 6Fig. 7

Fig.8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2017/060183

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F01L1/18 F01L1/26 F01L13/00 F01L13/06 F01L1/344 F01L1/08 F02D13/02 F02D13/04 ADD. According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC											
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F01L F02D Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data											
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>GB 2 443 419 A (MECHADYNE PLC [GB]) 7 May 2008 (2008-05-07) figures 1,3,5 page 7, lines 3-5 -----</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>DE 10 2005 031241 A1 (FEV MOTORENTECH GMBH [DE]) 4 January 2007 (2007-01-04) figures 13,14 -----</td> <td>1-11</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	GB 2 443 419 A (MECHADYNE PLC [GB]) 7 May 2008 (2008-05-07) figures 1,3,5 page 7, lines 3-5 -----	1-11	A	DE 10 2005 031241 A1 (FEV MOTORENTECH GMBH [DE]) 4 January 2007 (2007-01-04) figures 13,14 -----	1-11
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.									
A	GB 2 443 419 A (MECHADYNE PLC [GB]) 7 May 2008 (2008-05-07) figures 1,3,5 page 7, lines 3-5 -----	1-11									
A	DE 10 2005 031241 A1 (FEV MOTORENTECH GMBH [DE]) 4 January 2007 (2007-01-04) figures 13,14 -----	1-11									
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.											
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family											
Date of the actual completion of the international search 21 December 2017		Date of mailing of the international search report 05/01/2018									
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Aubry, Yann									

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/AT2017/060183

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2443419 A	07-05-2008	EP 2079904 A1	22-07-2009
		GB 2443419 A	07-05-2008
		US 2010288229 A1	18-11-2010
		WO 2008056181 A1	15-05-2008

DE 102005031241 A1	04-01-2007	DE 102005031241 A1	04-01-2007
		EP 1899584 A1	19-03-2008
		JP 2008545084 A	11-12-2008
		US 2008215228 A1	04-09-2008
		WO 2007003360 A1	11-01-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2017/060183

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	F01L1/18 F01L1/08	F01L1/26 F02D13/02
	F01L13/00 F02D13/04	F01L13/06 F01L1/344
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F01L F02D		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB 2 443 419 A (MECHADYNE PLC [GB]) 7. Mai 2008 (2008-05-07) Abbildungen 1,3,5 Seite 7, Zeilen 3-5	1-11
A	DE 10 2005 031241 A1 (FEV MOTORENTECH GMBH [DE]) 4. Januar 2007 (2007-01-04) Abbildungen 13,14	1-11
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
21. Dezember 2017		05/01/2018
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Aubry, Yann

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2017/060183

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2443419 A	07-05-2008	EP 2079904 A1	22-07-2009
		GB 2443419 A	07-05-2008
		US 2010288229 A1	18-11-2010
		WO 2008056181 A1	15-05-2008

DE 102005031241 A1	04-01-2007	DE 102005031241 A1	04-01-2007
		EP 1899584 A1	19-03-2008
		JP 2008545084 A	11-12-2008
		US 2008215228 A1	04-09-2008
		WO 2007003360 A1	11-01-2007
