

(19)



(11)

EP 3 551 854 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

07.05.2025 Patentblatt 2025/19

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F01L 9/14 (2021.01)

(21) Anmeldenummer: **17829154.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F01L 9/14

(22) Anmeldetag: **11.12.2017**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2017/082150

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2018/108778 (21.06.2018 Gazette 2018/25)

(54) **VENTILTRIEB FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE, BRENNKRAFTMASCHINE MIT EINEM SOLCHEN VENTILTRIEB UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE MIT EINEM SOLCHEN VENTILTRIEB**

VALVE DRIVE FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, INTERNAL COMBUSTION ENGINE COMPRISING SUCH A VALVE DRIVE, AND METHOD FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE COMPRISING SUCH A VALVE DRIVE

MÉCANISME DE DISTRIBUTION POUR UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE, MOTEUR À COMBUSTION INTERNE COMPRENANT UN TEL MÉCANISME DE DISTRIBUTION ET PROCÉDÉ PERMETTANT DE FAIRE FONCTIONNER UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE COMPRENANT UN TEL MÉCANISME DE DISTRIBUTION

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

• **LIPP, Jonathan**

88045 Friedrichshafen (DE)

• **SCHALK, Johannes**

88045 Friedrichshafen (DE)

(30) Priorität: **12.12.2016 DE 102016224754**

(74) Vertreter: **Kordel, Mattias et al**

Gleiss Große Schrell und Partner mbB

Patentanwälte Rechtsanwälte

Leitzstrasse 45

70469 Stuttgart (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

16.10.2019 Patentblatt 2019/42

(73) Patentinhaber: **Rolls-Royce Solutions GmbH**

88045 Friedrichshafen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-B1- 2 941 547

WO-A1-2014/106689

WO-A1-85/01984

CN-A- 103 925 037

CN-B- 103 925 037

DE-A1- 102006 024 669

DE-A1- 4 132 500

JP-A- S5 937 222

US-A1- 2016 215 661

US-B2- 9 625 050

(72) Erfinder:

• **FIMML, Wolfgang**

6912 Hörbranz (AT)

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).

EP 3 551 854 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Ventiltrieb für eine Brennkraftmaschine, eine Brennkraftmaschine mit einem solchen Ventiltrieb, und ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einem solchen Ventiltrieb.

[0002] Ein Ventiltrieb der hier angesprochenen Art weist wenigstens ein Gaswechselventil sowie einen ersten, mechanisch angetriebenen Triebmechanismus, im Folgenden als erste Triebmimik bezeichnet, auf. Weiterhin weist der Ventiltrieb einen zweiten, mit dem wenigstens einen Gaswechselventil zu dessen Verlagerung verbundenen Triebmechanismus, im Folgenden als zweite Triebmimik bezeichnet, auf. Die erste Triebmimik ist mit der zweiten Triebmimik über eine hydraulische Koppelvorrichtung wirkverbunden, wobei die hydraulische Koppelvorrichtung einen Druckraum aufweist, der über eine Ventileinrichtung druckentlastbar ist, wobei die Koppelvorrichtung eingerichtet ist, um die erste Triebmimik und die zweite Triebmimik unter Hydraulikdruck in dem Druckraum miteinander zu koppeln und im druckentlasteten Zustand des Druckraums voneinander zu entkoppeln. Um den Druckraum druckentlasten zu können, ist mit diesem strömungstechnisch ein Schaltventil verbunden, über welches der Druckraum im geöffneten Zustand des Schaltventils druckentlastbar ist. Somit ist es möglich, einen vollvariablen Ventiltrieb darzustellen. Dabei gibt die mechanisch angetriebene Triebmimik typischerweise eine Ventilhubkurve vor, die nur dann vollständig in einen entsprechenden Ventilhub des Gaswechselventils umgesetzt wird, wenn der Druckraum während des gesamten Verlaufs der Ventilhubkurve unter Hydraulikdruck gehalten wird, wobei die Kopplung der ersten Triebmimik mit der zweiten Triebmimik durch Druckentlasten des Druckraums über das Schaltventil während des Verlaufs der Ventilhubkurve zumindest teilweise aufgehoben werden kann, sodass für das Gaswechselventil sogenannte Unterkurven dargestellt werden können, wobei beispielsweise im Vergleich zu der vorgegebenen Ventilhubkurve insbesondere ein späteres Öffnen, ein verringerter Hubweg und/oder ein früheres Schließen des Gaswechselventils bewirkt werden kann/können.

[0003] Nachteilig an dieser Ausgestaltung ist, dass das Schaltventil schwer auf den Betrieb einer Brennkraftmaschine abstimmbar ist. Dies betrifft insbesondere die Auswahl einer geeigneten Größe des Schaltventils für eine bestimmte Brennkraftmaschine. Dabei zeigt sich, dass insoweit insbesondere ein Produkt aus einem Strömungsquerschnitt und einem Durchflussbeiwert für das Verhalten des Schaltventils entscheidend ist: Ist dieses Produkt zu klein, erfolgt die Absteuerung von Hydraulikmittel aus dem Druckraum langsam, woraus flache Flanken für den Ventilhub des Gaswechselventils resultieren, wobei dieses mithin insbesondere zu träge reagiert. Ist das Produkt aus Strömungsquerschnitt und Durchflussbeiwert dagegen zu groß, kann zwar eine schnelle Reak-

tion des Gaswechselventils auf eine Ansteuerung des Schaltventils bewirkt werden, dafür kommt es aber zu hohen Druckpulsationen in dem Druckraum und letztlich zu Schwingungen, die das Verhalten des Ventiltriebs unkontrollierbar und unvorhersagbar machen. Es kommt erschwerend hinzu, dass für jede Baureihe, Baugröße und/oder Leistungsklasse einer Brennkraftmaschine ein eigenes Schaltventil entwickelt werden muss, sodass in der Produktion für verschiedene Brennkraftmaschinen keine Gleichteile verwendet werden können.

[0004] Aus JP S59 37222 A geht ein Ventiltrieb hervor, der mindestens zwei mit einem Druckraum strömungstechnisch parallel zueinander verbundene Schaltventile aufweist, wobei der Druckraum in geöffnetem Zustand von wenigstens einem der Schaltventile über das geöffnete Schaltventil druckentlastbar ist. Hydraulisch gekoppelte Ventiltriebe sind auch aus DE 41 32 500 A1, CN 103 925 037 B, US 2016/0215661 A1 und WO 85/01984 A1 bekannt.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Ventiltrieb für eine Brennkraftmaschine, eine Brennkraftmaschine mit einem solchen Ventiltrieb und ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einem solchen Ventiltrieb zu schaffen, wobei die genannten Nachteile nicht auftreten.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst, indem die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche geschaffen werden. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0007] Die Aufgabe wird insbesondere gelöst, indem ein Ventiltrieb der zuvor angesprochenen Art dadurch weitergebildet wird, dass die Ventileinrichtung mindestens zwei mit dem Druckraum strömungstechnisch parallel zueinander verbundene Schaltventile aufweist, über die der Druckraum in geöffnetem Zustand von wenigstens einem der Schaltventile druckentlastbar ist, wobei der Ventiltrieb ein Steuergerät aufweist, das eingerichtet ist, um die Schaltventile zur Darstellung eines variablen Ventilhubes des wenigstens einen Gaswechselventils während einer Hubbewegung des Gaswechselventils zeitversetzt zueinander anzusteuern. Hierdurch kann das Produkt aus Strömungsquerschnitt und Durchflussbeiwert im Vergleich zu nur einem Schaltventil vergrößert werden, wobei zugleich eine zeitlich gestufte Querschnittsfreigabe erfolgen kann, sodass Druckspitzen und damit letztlich auch Druckpulsationen sowie Druckschwingungen in dem Druckraum minimiert oder eliminiert werden können. Es ist daher möglich, zugleich einen großen Gesamtöffnungsquerschnitt - insbesondere bevorzugt größer als bei der Verwendung nur eines Schaltventils - bereitzustellen, und trotzdem Druckpulsationen im Druckraum sowie die damit verbundenen Nachteile zu vermeiden. Damit können steilere Flanken einer realen Hubkurve für das Gaswechselventil, insbesondere steilere Ventilschließflanken, erreicht werden, was insgesamt zu fülligeren Hubkurven führt.

[0008] Zudem wird eine Gleichteilstrategie für verschiedene Baureihen, Baugrößen und Leistungsklassen

von Brennkraftmaschinen möglich, indem beispielsweise bei kleineren Brennkraftmaschinen - wie auch bisher üblich - nur ein Schaltventil verwendet wird, wobei für größere Brennkraftmaschinen zwei oder auch mehr Schaltventile verwendet werden können, wobei insbesondere für alle Brennkraftmaschinen die gleichen Schaltventile verwendet werden können. Dies führt zu einer vereinfachten Auslegung der verschiedenen Brennkraftmaschinen sowie zur Reduktion von Beschaffungs- und Logistikkosten in Zusammenhang mit den Schaltventilen.

[0009] Als zusätzlicher Vorteil kommt hinzu, dass die Schaltventile redundant vorhanden sind, sodass der Ventiltrieb auch dann noch funktionsfähig ist, wenn eines der Schaltventile ausfällt. Es ist dann zwar nicht mehr die volle Variabilität des Ventiltriebs vorhanden, jedoch genügt die noch vorhandene Funktionalität jedenfalls, um die Brennkraftmaschine - im Sinne einer Limp Home- oder Notlauf-Funktion - bis zu einer nächstmöglichen Wartung zu betreiben.

[0010] Bei dem Gaswechselventil kann es sich insbesondere um ein Einlassventil oder um ein Auslassventil handeln, welches einem Brennraum der Brennkraftmaschine zugeordnet ist. Besonders bevorzugt ist das Gaswechselventil ein Einlassventil.

[0011] Dass die erste Triebmimik mechanisch angetrieben ist, bedeutet insbesondere, dass sie nicht hydraulisch angetrieben ist. Bevorzugt weist die erste mechanisch angetriebene Triebmimik eine direkte mechanische Antriebswirkverbindung zu einem Ventilantrieb auf, insbesondere zu einer Nockenwelle. Die erste Triebmimik ist also besonders bevorzugtnockengetrieben. Dabei definiert die Form einer äußeren Umfangsfläche eines mit der ersten Triebmimik zusammenwirkenden Nockens die Ventilhubkurve, unter der im Hubweg-Zeit-Diagramm des Gaswechselventils mittels der hydraulischen Koppereinrichtung Unterkurven dargestellt werden können.

[0012] Die erste Triebmimik kann auch als antriebsseitige odernockenseitige Triebmimik bezeichnet werden, weil sie mit dem Ventilantrieb wirkverbunden ist.

[0013] Die zweite Triebmimik ist vorzugsweise mechanisch mit dem Gaswechselventil zu dessen Verlagerung verbunden, besonders bevorzugt rein mechanisch, ohne weitere hydraulische oder anders geartete, nicht mechanische Kopplungen. Die zweite Triebmimik kann auch als gaswechselventilseitige Triebmimik bezeichnet werden, da sie mit dem Gaswechselventil direkt verbunden und insoweit diesem unmittelbar zugeordnet ist.

[0014] Die erste Triebmimik weist vorzugsweise einen ersten Kolben auf, der den Druckraum der hydraulischen Koppereinrichtung einseitig begrenzt, sowie eine mit dem Kolben verbundene erste Kolbenstange. Ein Nocken des Ventilantriebs wirkt vorzugsweise mit der ersten Kolbenstange der ersten Triebmimik zusammen. Es ist aber auch möglich, dass zwischen den Nocken und die erste Kolbenstange noch eine Umlenkmechanik geschaltet ist. Die Umlenkmechanik ist vorzugsweise mechanisch aus-

gestaltet.

[0015] Auch die zweite Triebmimik weist vorzugsweise einen den Druckraum der hydraulischen Koppereinrichtung auf einer anderen, dem ersten Kolben der ersten Triebmimik abgewandten Seite abschließenden zweiten Kolben sowie eine mit diesem verbundene zweite Kolbenstange auf, wobei die zweite Kolbenstange der zweiten Triebmimik - vorzugsweise über eine insbesondere mechanische Umlenkmechanik - mit dem Gaswechselventil verbunden ist.

[0016] Das Steuergerät ist insbesondere eingerichtet, um die Schaltventile während der Hubbewegung des Gaswechselventils zeitversetzt, aber zeitlich überlappend anzusteuern. Insbesondere ist das Steuergerät eingerichtet, um die Schaltventile aufzusteuern. Die Formulierung "während einer Hubbewegung des Gaswechselventils" bedeutet insbesondere, dass die Schaltventile während einer selben Hubbewegung des Gaswechselventils zeitversetzt, aber zeitlich überlappend an-, vorzugsweise aufgesteuert werden.

[0017] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Schaltventile der Ventileinrichtung baugleich ausgebildet sind. Insbesondere in diesem Fall ergeben sich besonders geringe logistische Kosten sowie ein geringer Entwicklungsaufwand, weil eine Gleichteilstrategie nicht nur bezüglich einer Brennkraftmaschine, sondern bezüglich verschiedener Baureihen, Baugrößen und Leistungsklassen von Brennkraftmaschinen verwendet werden kann, wie dies bereits erläutert wurde.

[0018] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Schaltventile als Hochgeschwindigkeitsventile, insbesondere als sogenannte High Speed Solenoid Valves (HSSV) ausgebildet sind. Solche Ventile können sehr schnell geschaltet werden, wobei sie diskrete Schaltpositionen besitzen, nämlich insbesondere eine Geschlossenstellung und eine Offenstellung. Dabei ist es bei der Ansteuerung eines solchen Hochgeschwindigkeitsschaltventils typischerweise nicht möglich, dessen Schaltgeschwindigkeit zu beeinflussen. Vielmehr kann dieses lediglich digital geschaltet werden. Bei dem hier vorgeschlagenen Ventiltrieb kann gleichwohl das zeitliche Schaltverhalten der Ventileinrichtung beeinflusst werden, indem die verschiedenen Schaltventile zeitlich versetzt, jedoch überlappend, angesteuert werden.

[0019] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Steuergerät eingerichtet ist, um den zeitlichen Versatz zwischen der Ansteuerung der Schaltventile zu variieren. Insbesondere auf diese Weise ist es möglich, das zeitliche Verhalten der Ventileinrichtung und damit letztlich auch die Hubbewegung des Gaswechselventils zu beeinflussen, auch wenn die einzelnen Schaltventile lediglich digital angesteuert werden können. Dabei ist das Steuergerät insbesondere eingerichtet, um den zeitlichen Versatz zwischen der Ansteuerung der einer selben Ventileinrichtung zugeordneten Schaltventile zu variieren. Die Variation des zeitlichen Versatzes erfolgt bevorzugt kennfeldabhängig. So kann

für jeden Betriebspunkt der Brennkraftmaschine eine optimale Ansteuerung der Ventileinrichtung und damit auch eine optimale Hubbewegung des Gaswechselventils gewählt werden.

[0020] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass jedem der Schaltventile eine Endstufe zur Ansteuerung zugeordnet ist. Die Endstufe stellt dabei die nötige Leistung bereit, um das ihr zugeordnete Schaltventil oder die ihr zugeordneten Schaltventile an- und insbesondere aufzusteuern. Unter einer Endstufe wird dabei insbesondere eine elektronische Einrichtung zur Ansteuerung eines Schaltventils verstanden, die insbesondere eingerichtet ist, um ein Schaltsignal mit der erforderlichen Ansteuerleistung zur Schaltung des Schaltventils umzusetzen und das Schaltventil damit zu treiben.

[0021] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Ventiltrieb eine Mehrzahl von Gaswechselventilen aufweist, die verschiedenen Brennräumen einer Brennkraftmaschine zugeordnet sind. Dabei ist vorzugsweise jedem Brennraum wenigstens eine hydraulische Koppelvorrichtung mit einer entsprechenden Ventileinrichtung zugeordnet. Es ist vorgesehen, dass jeweils wenigstens zwei, vorzugsweise genau zwei, Schaltventile, die verschiedenen Brennräumen, das heißt insbesondere verschiedenen hydraulischen Koppelvorrichtungen, zugeordnet sind, wobei die Gaswechseltakte der verschiedenen Brennräume zeitlich voneinander getrennt sind, eine gemeinsame Endstufe zugeordnet ist. Auf diese Weise bedarf es keiner Vervielfältigung der Zahl der für den Ventiltrieb verwendeten Endstufen aufgrund der Vervielfältigung der Zahl der Schaltventile, da in geschickter Weise die Tatsache ausgenutzt wird, dass die Gaswechseltakte verschiedener Brennräume einer Brennkraftmaschine, die eine Mehrzahl von Brennräumen aufweist, zeitlich auseinanderfallen. Dies bedeutet insbesondere, dass die Gaswechseltakte solcher Brennräume miteinander nicht überlappen. Besonders bevorzugt werden jeweils zwei Schaltventile von einer gemeinsamen Endstufe angesteuert, die verschiedenen Brennräumen zugeordnet sind, wobei die Gaswechseltakte der Brennräume um ein halbes Arbeitsspiel der Brennkraftmaschine, bei einem Viertaktmotor also um 360° Kurbelwellenwinkel, relativ zueinander phasenverschoben sind. Sendet die Endstufe ein Ansteuersignal aus, werden beide der Endstufe zugeordneten Schaltventile angesteuert. Dies führt aber nur bei einem der den Schaltventilen zugeordneten Gaswechselventile tatsächlich zu einer Veränderung des Ventilhubes, da nur eines der Gaswechselventile über die ihm zugeordnete, erste Triebmimik tatsächlich zu einer Hubbewegung veranlasst wird, während das andere Gaswechselventil momentan inaktiv ist. Daher kann bei dem hier vorgeschlagenen Ventiltrieb mit der gleichen Zahl von Endstufen wie bei einem herkömmlichen Ventiltrieb insbesondere die doppelte Zahl an Schaltventilen angesteuert werden. Es entstehen insoweit in Verbindung mit dem hier vorgeschlagenen Ventiltrieb keine Mehrkosten.

[0022] Die Aufgabe wird auch gelöst, indem eine

Brennkraftmaschine geschaffen wird, welche einen Ventiltrieb gemäß einem der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele aufweist. In Zusammenhang mit der Brennkraftmaschine ergeben sich insbesondere die Vorteile, die bereits in Zusammenhang mit dem Ventiltrieb erläutert wurden.

[0023] Insbesondere dann, wenn der zeitliche Versatz zwischen der Ansteuerung der einer selben Ventileinrichtung zugeordneten Schaltventile kennfeldabhängig variiert werden kann, sind die Druckamplituden und damit letztlich der Ventilhub der Gaswechselventile über einen gesamten Kennfeldbereich der Brennkraftmaschine aktiv beeinflussbar.

[0024] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Brennkraftmaschine eine Mehrzahl von Brennräumen aufweist, wobei jedem Brennraum wenigstens ein Gaswechselventil sowie wenigstens eine hydraulische Koppelvorrichtung des Ventiltriebs zugeordnet ist. Bevorzugt ist jedem Brennraum wenigstens ein Einlassventil und wenigstens ein Auslassventil zugeordnet, wobei insbesondere bevorzugt jedem Einlassventil eine hydraulische Koppelvorrichtung des Ventiltriebs zugeordnet ist. Es ist aber alternativ oder zusätzlich auch möglich, dass den Auslassventilen jeweils eine hydraulische Koppelvorrichtung zugeordnet ist. Ebenso ist es möglich, dass die Brennräume jeweils eine Mehrzahl von Einlassventilen und/oder Auslassventilen, insbesondere zwei Einlassventile und zwei Auslassventile, aufweisen.

[0025] Die Brennkraftmaschine ist vorzugsweise als Hubkolbenmotor ausgebildet. Es ist möglich, dass die Brennkraftmaschine zum Antrieb eines Personenkraftwagens, eines Lastkraftwagens oder eines Nutzfahrzeugs eingerichtet ist. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel dient die Brennkraftmaschine dem Antrieb insbesondere schwerer Land- oder Wasserfahrzeuge, beispielsweise von Minenfahrzeugen, Zügen, wobei die Brennkraftmaschine in einer Lokomotive oder einem Triebwagen eingesetzt wird, oder von Schiffen. Auch ein Einsatz der Brennkraftmaschine zum Antrieb eines der Verteidigung dienenden Fahrzeugs, beispielsweise eines Panzers, ist möglich. Ein Ausführungsbeispiel der Brennkraftmaschine wird vorzugsweise auch stationär, beispielsweise zur stationären Energieversorgung im Notstrombetrieb, Dauerlastbetrieb oder Spitzenlastbetrieb eingesetzt, wobei die Brennkraftmaschine in diesem Fall vorzugsweise einen Generator antreibt. Auch eine stationäre Anwendung der Brennkraftmaschine zum Antrieb von Hilfsaggregaten, beispielsweise von Feuerlöschpumpen auf Bohrinseln, ist möglich. Weiterhin ist eine Anwendung der Brennkraftmaschine im Bereich der Förderung fossiler Roh- und insbesondere Brennstoffe, beispielsweise Öl und/oder Gas, möglich. Auch eine Verwendung der Brennkraftmaschine im industriellen Bereich oder im Konstruktionsbereich, beispielsweise in einer Konstruktions- oder Baumaschine, zum Beispiel in einem Kran oder einem Bagger, ist möglich. Die Brennkraftmaschine ist vorzugsweise als Die-

selmotor, als Benzinmotor, als Gasmotor zum Betrieb mit Erdgas, Biogas, Sondergas oder einem anderen geeigneten Gas, ausgebildet. Insbesondere wenn die Brennkraftmaschine als Gasmotor ausgebildet ist, ist sie für den Einsatz in einem Blockheizkraftwerk zur stationären Energieerzeugung geeignet.

[0026] Die Aufgabe wird schließlich auch gelöst, indem ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einem Ventiltrieb geschaffen wird, der wenigstens ein Gaswechselventil sowie eine erste, mechanisch angetriebene Triebmimik und eine zweite, mit dem wenigstens einen Gaswechselventil verbundene Triebmimik aufweist, wobei die erste Triebmimik mit der zweiten Triebmimik über eine hydraulische Koppeleinrichtung wirkverbunden ist, wobei die hydraulische Koppeleinrichtung einen Druckraum aufweist, der über eine Ventileinrichtung druckentlastbar ist, und der eingerichtet ist, um die erste Triebmimik und die zweite Triebmimik unter Hydraulikdruck miteinander zu koppeln und in druckentlastetem Zustand voneinander zu entkoppeln. Dabei weist die Ventileinrichtung mindestens zwei mit dem Druckraum strömungstechnisch parallel zueinander verbundene Schaltventile auf, über die der Druckraum in geöffnetem Zustand von wenigstens einem der Schaltventile druckentlastbar ist. Im Rahmen des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Schaltventile zur Darstellung eines variablen Ventilhubes des wenigstens eines Gaswechselventils während einer Hubbewegung des Gaswechselventils zeitversetzt - insbesondere jedoch zeitlich überlappend - zueinander angesteuert, insbesondere aufgesteuert werden. Im Rahmen des Verfahrens wird bevorzugt ein Ventiltrieb nach einem der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele verwendet. In Zusammenhang mit dem Verfahren ergeben sich insbesondere die Vorteile, die bereits in Zusammenhang mit dem Ventiltrieb und der Brennkraftmaschine erläutert wurden.

[0027] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Zeitversatz zwischen der Ansteuerung der Schaltventile - insbesondere betriebspunktabhängig und besonders bevorzugt kennfeldabhängig - variiert wird.

[0028] Es ist möglich, dass das Steuergerät des Ventiltriebs ein Motorsteuergerät der Brennkraftmaschine ist, oder dass die Funktionalität des Steuergeräts des Ventiltriebs in ein Steuergerät, insbesondere in das Motorsteuergerät der Brennkraftmaschine integriert ist. Es ist aber auch möglich, dass dem Ventiltrieb ein separates Steuergerät zugeordnet ist.

[0029] Das hier vorgeschlagene Verfahren kann in eine elektronische Anordnung, insbesondere eine Hardware, des Steuergeräts fest implementiert sein. Es ist aber auch möglich, dass auf dem Steuergerät ein Computerprogrammprodukt läuft, welches Anweisungen umfasst, aufgrund derer das hier beschriebene Verfahren durchführbar ist. Insofern wird auch ein Computerprogrammprodukt bevorzugt, welches maschinenlesbare Anweisungen aufweist, aufgrund derer ein Verfahren nach einer der zuvor beschriebenen Ausführungsformen

durchgeführt wird, wenn das Computerprogrammprodukt auf einer Recheneinrichtung, insbesondere auf einem Steuergerät, läuft.

[0030] Es wird auch ein Datenträger bevorzugt, der ein solches Computerprogrammprodukt aufweist.

[0031] Weiterhin wird ein Steuergerät bevorzugt, welches ein solches Computerprogrammprodukt aufweist oder auf welchem ein solches Computerprogrammprodukt läuft.

[0032] Die Beschreibung des Ventiltriebs sowie der Brennkraftmaschine einerseits und des Verfahrens andererseits sind komplementär zueinander zu verstehen. Verfahrensschritte, die explizit oder implizit in Zusammenhang mit dem Ventiltrieb und/oder der Brennkraftmaschine beschrieben wurden, sind bevorzugt einzeln oder miteinander kombiniert Schritte einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens. Merkmale des Ventiltriebs und/oder der Brennkraftmaschine, die in Zusammenhang mit dem Verfahren erläutert wurden, sind bevorzugt einzeln oder miteinander kombiniert Merkmale eines bevorzugten Ausführungsbeispiels des Ventiltriebs und/oder der Brennkraftmaschine. Das Verfahren zeichnet sich bevorzugt durch wenigstens einen Verfahrensschritt aus, der durch wenigstens ein Merkmal eines erfindungsgemäßen oder bevorzugten Ausführungsbeispiels des Ventiltriebs oder der Brennkraftmaschine bedingt ist. Die Brennkraftmaschine und/oder der Ventiltrieb zeichnet/zeichnen sich bevorzugt durch wenigstens ein Merkmal aus, welches durch wenigstens einen Schritt einer erfindungsgemäßen oder bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens bedingt ist.

[0033] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Brennkraftmaschine mit einem Ventiltrieb, und
- Figur 2 eine schematische Darstellung der Funktionsweise des Ventiltriebs gemäß Figur 1.

[0034] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Brennkraftmaschine 1 mit einem Ventiltrieb 3. Dabei sind dem Ventiltrieb 3 hier mehrere Gaswechselventile, in der schematischen Darstellung zwei Gaswechselventile 5, 5', zugeordnet, die ihrerseits wiederum verschiedenen Brennräumen 7, 7' der Brennkraftmaschine 1, die hier ebenfalls nur schematisch dargestellt sind, zugeordnet sind.

[0035] Die Funktionsweise des Ventiltriebs 3 wird zunächst in Zusammenhang mit dem ersten Gaswechselventil 5 erläutert. Dabei sind gleiche und funktionsgleiche Elemente, die dem zweiten Gaswechselventil 5' zugeordnet sind, mit jeweils entsprechenden, gestrichenen Bezugszeichen versehen, sodass es einer separaten Erläuterung dieser Elemente und deren Funktionsweise nicht bedarf; insofern wird vielmehr auf die Erläuterung zu den mit ungestrichenen Bezugszeichen versehenen Elementen verwiesen. Anschließend wird das Zusam-

menwirken der Ansteuerung der verschiedenen Gaswechselventile 5, 5' bei dem Ventiltrieb 3 näher erläutert.

[0036] Die Gaswechselventile 5, 5' sind bevorzugt als Einlassventile ausgebildet. Es ist aber auch möglich, dass sie als Auslassventile ausgebildet sind, oder dass dem Ventiltrieb 1 zusätzlich zu den Einlassventilen 5, 5' entsprechende Auslassventile zugeordnet sind. Die Brennkraftmaschine 1 weist bevorzugt mehr als zwei Brennräume 7, 7' auf. Dabei ist die Anzahl der Brennräume 7, 7' grundsätzlich nicht begrenzt. Die Brennkraftmaschine 1 kann insbesondere vier, sechs, acht, zehn, zwölf, sechzehn, achtzehn, zwanzig oder vierundzwanzig Brennräume 7, 7' aufweisen.

[0037] Dem ersten Gaswechselventil 5 ist eine erste, mechanisch angetriebene Triebmimik 9 zugeordnet, die hier insbesondere einen ersten Kolben 11 und eine erste Kolbenstange 13 aufweist, wobei die erste Kolbenstange 13 hier mit einem Nocken 15 einer Nockenwelle wirkverbunden ist, durch welchen die erste Kolbenstange 13 und damit zugleich der erste Kolben 11 hubbeweglich betätigbar ist.

[0038] Es ist außerdem eine zweite, mit dem Gaswechselventil 5 mechanisch zu dessen Verlagerung verbundene Triebmimik 17 vorgesehen, die insbesondere einen zweiten Kolben 19 und eine zweite Kolbenstange 21 aufweist, wobei sie weiter eine Umlenkmechanik 23 aufweist, über welche die zweite Kolbenstange 21 mit dem Gaswechselventil 5 mechanisch gekoppelt ist.

[0039] Die erste Triebmimik 9 und die zweite Triebmimik 17 sind über eine hydraulische Koppereinrichtung 25 miteinander wirkverbunden, wobei die hydraulische Koppereinrichtung 25 insbesondere einen Druckraum 27 aufweist, der über eine Ventileinrichtung 29 druckentlastbar ist, wobei der Druckraum 27 eingerichtet ist, um die erste Triebmimik 9 und die zweite Triebmimik 17 unter Hydraulikdruck miteinander zu koppeln und im druckentlasteten Zustand voneinander zu entkoppeln. Hierzu sind die beiden Kolben 11, 19 gemeinsam in dem Druckraum 27 angeordnet, sodass der zweite Kolben 19 dann, wenn der Druckraum 27 unter Hydraulikdruck steht, einer Hubbewegung des ersten Kolbens 11 - vermittelt über das Hydraulikmittel - folgt, wobei der zweite Kolben 19 von dem ersten Kolben 11 entkoppelt werden kann, indem der Druckraum 27 druckentlastet wird, sodass die Kopplung über das Hydraulikmittel aufgehoben wird, wobei dann der zweite Kolben 19 einer Hubbewegung des ersten Kolbens 11 nicht mehr folgen kann.

[0040] Entsprechend kann über die hydraulische Koppereinrichtung 25 ein variabler Hub für das Gaswechselventil 5 dargestellt werden, wobei insbesondere Unterkurven mit Bezug auf eine durch die Form des Nockens 15 definierte Ventilhubkurve erhalten werden können. Der Ventiltrieb 3 ist daher als variabler Ventiltrieb 3 und insbesondere als vollvariabler Ventiltrieb 3 ausgebildet.

[0041] Die Ventileinrichtung 29 weist mindestens zwei, hier genau zwei mit dem Druckraum 27 strömungstechnisch parallel zueinander verbundene Schaltventile 31, 33 auf, nämlich ein erstes Schaltventil 31 und ein zweites

Schaltventil 33, wobei der Druckraum 27 in geöffnetem Zustand von wenigstens einem der Schaltventile 31, 33 druckentlastbar ist.

[0042] Der Ventiltrieb 3 weist außerdem ein Steuergerät 35 auf, von dem hier schematisch nur zwei Endstufen, nämlich eine erste Endstufe 37 und eine zweite Endstufe 39, dargestellt sind. Das Steuergerät 35 ist eingerichtet, um die Schaltventile 31, 33 zur Darstellung eines variablen Ventilhubes während einer selben Hubbewegung des Gaswechselventils 5 zeitversetzt, jedoch bevorzugt zeitlich überlappend, anzusteuern, insbesondere aufzusteuern.

[0043] Anstelle - wie von konventionellen Ventiltrieben bekannt - eines einzigen Schaltventils, über welches der Druckraum 27 druckentlastbar ist, sind diesem bei dem hier vorgeschlagenen Ventiltrieb 3 demnach mindestens die beiden Schaltventile 31, 33 zugeordnet, wodurch es möglich wird, zugleich einen vergleichsweise hohen Strömungsquerschnitt freizugeben und Druckpulsationen in dem Druckraum 27 zu minimieren, nämlich indem eine zeitlich gestufte Querschnittsfreigabe in Form der zeitversetzten Ansteuerung der Schaltventile 31, 33 durchgeführt wird. Somit können für das Gaswechselventil 5 steilere Ventilhubflanken, insbesondere steilere Ventilschließflanken, erreicht werden, wodurch sich insgesamt fülligere Hubkurven ergeben. Weiterhin ist eine Verwendung von Gleichteilen nicht nur an der Brennkraftmaschine 1, sondern auch bei einer gesamten Baureihe oder bei verschiedenen Baureihen, insbesondere verschiedenen Größen oder Leistungsklassen von Brennkraftmaschinen 1 möglich, weil das gleiche Schaltventil zur Bereitstellung größerer Strömungsquerschnitte vervielfältigt vorgesehen werden kann.

[0044] Insoweit ist insbesondere vorgesehen, dass die Schaltventile 31, 33 sowie auch die Schaltventile 31', 33' des zweiten Gaswechselventils 5' baugleich ausgebildet sind.

[0045] Die Schaltventile 31, 33, 31', 33' sind bevorzugt als Hochgeschwindigkeitsventile, insbesondere als High Speed Solenoid Valves (HSSV) ausgebildet.

[0046] Das Steuergerät 35 ist bevorzugt eingerichtet, um den zeitlichen Versatz zwischen der Ansteuerung der einer selben Ventileinrichtung 29, 29' zugeordneten Schaltventile 31, 33, 31', 33' zu variieren, wobei die Variation des zeitlichen Versatzes insbesondere abhängig von einem momentanen Betriebspunkt der Brennkraftmaschine 1, ganz besonders bevorzugt kennfeldabhängig erfolgen kann. Somit kann für jeden Betriebspunkt der Brennkraftmaschine 1 eine geeignete Ventilhubkurve und ein eigenes, geeignetes Schaltverhalten der Schaltventile 31, 33, 31', 33', dargestellt werden.

[0047] Jedem der Schaltventile 31, 33, 31', 33' ist eine Endstufe 37, 39 zugeordnet. Beispielsweise sind hier den ersten Schaltventilen 31, 31' die erste Endstufe 37 und den zweiten Schaltventilen 33, 33' die zweite Endstufe 39 zugeordnet.

[0048] Dabei zeigt sich, dass jeweils zwei Schaltventilen 31, 31', 33, 33', die verschiedenen Brennräumen 7, 7'

zugeordnet sind, wobei die Gaswechseltakte der Brenn-
räume 7, 7' zeitlich voneinander getrennt sind, eine ge-
meinsame Endstufe 37, 39 zugeordnet ist. Bei den hier
dargestellten Brennräumen 7, 7' ist insoweit insbeson-
dere vorgesehen, dass deren Arbeitsspiele relativ zu-
einander um eine halbe Arbeitsspiel-Periode phasenver-
schoben sind, bei einem Viertaktmotor also gerade um
360° Kurbelwellenwinkel. Daher können die beiden je-
weils ersten Schaltventile 31, 31', die den verschiedenen
Gaswechselventilen 5, 5' zugeordnet sind, von einer
gemeinsamen Endstufe, hier nämlich der ersten End-
stufe 37, angesteuert werden, wobei die beiden zweiten
Schaltventile 33, 33' ebenfalls von einer anderen ge-
meinsamen Endstufe, hier nämlich von der zweiten End-
stufe 39, die von der ersten Endstufe 37 verschieden ist,
angesteuert werden können. Die Schaltventile 31, 33,
31', 33' des jeweils selben Gaswechselventils 5, 5' wer-
den dabei von jeweils verschiedenen Endstufen 37, 39
angesteuert, sodass ein zeitlicher Versatz in der An-
steuerung verwirklicht werden kann. Dabei teilen sich
aber je zwei den verschiedenen Gaswechselventilen 5,
5' zugeordnete Schaltventile 31, 31', 33, 33' eine ge-
meinsame Endstufe 37, 39.

[0049] Sendet beispielsweise die erste Endstufe 37 ein
Ansteuersignal aus, wird dies von den beiden ersten
Schaltventilen 31, 31' empfangen, woraufhin diese auf-
gesteuert werden. Dies führt aber zu dem in Figur 1
dargestellten Zeitpunkt oder Kurbelwellenwinkel ledig-
lich zu einer Wirkung auf das erste Gaswechselventil 5,
da nur dessen erste Triebmimik 9 momentan durch den
ersten Nocken 15 mechanisch betätigt wird, sodass das
erste Gaswechselventil 5 zu einer Ventilhubbewegung
angesteuert wird, die über die Ansteuerung des ersten
Schaltventils 31 verändert werden kann. Dagegen ist der
zweite Nocken 15' in einer Position, in der er keine
Ventilhubbewegung des zweiten Gaswechselventils 5'
über dessen erste Triebmimik 9' bewirkt, sodass das
zweite Gaswechselventil 5' - unabhängig von dem
Schaltverhalten des ihm zugeordneten ersten Schalt-
ventils 31' - keine Hubbewegung durchführt. Die An-
steuerung des dem zweiten Gaswechselventil 5' zuge-
ordneten ersten Schaltventils 31' zusätzlich zu der An-
steuerung des dem ersten Gaswechselventils 5 zuge-
ordneten ersten Schaltventil 31 durch die erste Endstufe
37 entfaltet also keine zusätzliche Wirkung, weshalb es
möglich ist, die beiden ersten Schaltventile 31, 31' über
die gemeinsame erste Endstufe 37 anzusteuern.

[0050] Das Gleiche gilt völlig analog für die zweite
Endstufe 39 und die zweiten Schaltventile 33, 33'.

[0051] Die Endstufen 37, 39 werden zeitversetzt akti-
viert, sodass die jeweils ersten Schaltventile 31, 31' und
die jeweils zweiten Schaltventile 33, 33' zeitversetzt -
jedoch vorzugsweise zeitlich überlappend - aufgesteuert
werden.

[0052] Fig. 2 zeigt eine diagrammatische Darstellung
der Funktionsweise des Ventiltriebs 3 gemäß Figur 1.
Dabei ist bei a) eine diagrammatische Auftragung - in
schematischer Form - eines Ansteuerstroms I gegen den

Kurbelwellenwinkel der Brennkraftmaschine 1 aufgetra-
gen. Als durchgezogene, erste Kurve K1 ist der durch die
erste Endstufe 37 ausgegebene Ansteuerstrom I für die
ersten Schaltventile 31, 31' dargestellt, wobei als ge-
strichelte, zweite Kurve K2 der Ansteuerstrom I der zwei-
ten Endstufe 39 für die zweiten Schaltventile 33, 33'
dargestellt ist. Dabei zeigt sich, dass die erste Kurve
K1 und die zweite Kurve K2 miteinander zeitlich über-
lappen, jedoch einen zeitlichen Versatz Δt zueinander
aufweisen. Dieser zeitliche Versatz Δt ist vorzugsweise
variabel, wobei er durch das Steuergerät 35 vorzugs-
weise betriebspunktabhängig, insbesondere kennfeld-
abhängig, gewählt werden kann.

[0053] Bei b) ist das Produkt aus einem Strömungs-
querschnitt A der Schaltventile 31, 33 mit einem Durch-
flussbeiwert C_d gegen den Kurbelwellenwinkel der
Brennkraftmaschine 1 aufgetragen. Dabei zeigt sich,
dass sich die Freigabe der Strömungsquerschnitte der
einzelnen Schaltventile 31, 33 aufgrund von deren zeit-
versetzter Ansteuerung additiv verhält. Der Verlauf der
Gesamtströmungsquerschnittsfreigabe für die beiden
Schaltventile 31, 33, die zeitversetzt, jedoch überlap-
pend zueinander aufgesteuert werden, verhält sich also
gerade wie die Summe aus den jeweiligen Strömungs-
querschnittsfreigaben für die einzelnen Schaltventile 31,
33.

[0054] Somit ist es möglich, den Gesamtströmungs-
querschnitt zeitlich gestuft freizugeben, und zugleich
Druckpulsationen in dem Druckraum 27 zu minimieren,
vorzugsweise zu verhindern.

[0055] Dabei kann der zeitliche Versatz Δt für die An-
steuerung der Schaltventile 31, 33' bevorzugt so gewählt
werden, dass sich entstehende Druckpulsationen auf-
grund der Öffnung der verschiedenen Schaltventile 31,
33 weginterferieren.

[0056] Insgesamt zeigt sich, dass mit dem hier vorge-
schlagenen Ventiltrieb 3, der Brennkraftmaschine 1 und
dem Verfahren eine sehr effiziente und kostengünstige
Möglichkeit geschaffen wird, einen vollvariablen Ventil-
trieb 3 mit steilen Flanken unter Vermeidung von Druck-
pulsationen zu verwirklichen.

Patentansprüche

1. Ventiltrieb (3) für eine Brennkraftmaschine (1), mit
 - wenigstens einem Gaswechselventil (5,5');
 - einer ersten, mechanisch angetriebenen Trieb-
mimik (9,9');
 - einer zweiten, mit dem wenigstens einen Gas-
wechselventil (5,5') zu dessen Verlagerung ver-
bundenen Triebmimik (17,17'), wobei
 - die erste Triebmimik (9,9') mit der zweiten
Triebmimik (17,17') über eine hydraulische Kop-
peleinrichtung (25,25') wirkverbunden ist, wobei
 - die hydraulische Koppereinrichtung (25,25')
einen Druckraum (27,27') aufweist, der über

eine Ventileinrichtung (29,29') druckentlastbar ist, und der eingerichtet ist, um die erste Triebmimik (9,9') und die zweite Triebmimik (17,17') unter Hydraulikdruck miteinander zu koppeln und im druckentlastetem Zustand voneinander zu entkoppeln, wobei

- die Ventileinrichtung (29,29') mindestens zwei mit dem Druckraum (27,27') strömungstechnisch parallel zueinander verbundene Schaltventile (31,33;31',33') aufweist, über die der Druckraum (27,27') in geöffnetem Zustand von wenigstens einem der Schaltventile (31,33;31',33') druckentlastbar ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- der Ventiltrieb (3) ein Steuergerät (35) aufweist, das eingerichtet ist, um die Schaltventile (31,33;31',33') zur Darstellung eines variablen Ventilhubes des wenigstens einen Gaswechselventils (5,5') während einer selben Hubbewegung des Gaswechselventils (5,5') zeitversetzt anzusteuern, und dass

- jedem der Schaltventile (31,33;31',33') eine als eine elektronische Einrichtung zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltventils (31,33;31',33') ausgebildete Endstufe (37,39) zur Ansteuerung zugeordnet ist, wobei die Endstufe (37,39) eingerichtet ist, um ein Schaltsignal mit der zur Schaltung des jeweiligen Schaltventils (31,33;31',33') erforderlichen Ansteuerleistung umzusetzen und das Schaltventil (31,33;31',33') damit zu treiben.

2. Ventiltrieb (3) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltventile (31,33;31',33') der Ventileinrichtung (29,29') baugleich ausgebildet sind.

3. Ventiltrieb (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltventile (31,33;31',33') als Hochgeschwindigkeitsventile ausgebildet sind.

4. Ventiltrieb (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuergerät (35) eingerichtet ist, um den zeitlichen Versatz zwischen der Ansteuerung der Schaltventile (31,33;31',33') zu variieren.

5. Ventiltrieb (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventiltrieb (3) eine Mehrzahl von verschiedenen Brennräumen (7,7') einer Brennkraftmaschine (1) zugeordneten Gaswechselventilen (5,5') aufweist, wobei jeweils wenigstens zwei Schaltventilen (31,31';33,33'), die verschiedenen Brennräumen (7,7') zugeordnet sind, deren Gaswechseltakte zeit-

lich voneinander getrennt sind, eine gemeinsame Endstufe (37,39) zugeordnet ist.

6. Brennkraftmaschine (1), mit einem Ventiltrieb (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

7. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennkraftmaschine (1) eine Mehrzahl von Brennräumen (7,7') aufweist, wobei jedem Brennraum (7,7') wenigstens ein Gaswechselventil (5,5') sowie wenigstens eine hydraulische Koppereinrichtung (25,25') des Ventiltriebs (3) zugeordnet ist.

8. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) mit einem Ventiltrieb (3), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit einem selben Druckraum (27,27') einer hydraulischen Koppereinrichtung (25,25') des Ventiltriebs (3) strömungstechnisch parallel zueinander verbundene Schaltventile (31,33;31',33') während einer selben Hubbewegung eines der hydraulischen Koppereinrichtung (25,25') zugeordneten Gaswechselventils (5,5') zeitversetzt zueinander angesteuert werden, und dass jedem der Schaltventile (31,33;31',33') eine als eine elektronische Einrichtung zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltventils (31,33;31',33') ausgebildete Endstufe (37,39) zur Ansteuerung zugeordnet ist, wobei die Endstufe (37,39) eingerichtet ist, um ein Schaltsignal mit der zur Schaltung des jeweiligen Schaltventils (31,33;31',33') erforderlichen Ansteuerleistung umzusetzen und das Schaltventil (31,33;31',33') damit zu treiben.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zeitversatz in der Ansteuerung der Schaltventile (31,33;31',33') variiert wird.

Claims

1. Valve drive (3) for an internal combustion engine (1), having

- at least one gas exchange valve (5, 5');
- a first, mechanically driven drive mechanism (9, 9');
- a second drive mechanism (17, 17') that for repositioning the at least one gas exchange valve (5, 5') is connected to the latter, wherein
- the first drive mechanism (9, 9') is operatively connected to the second drive mechanism (17, 17') by way of a hydraulic coupling installation (25, 25'), wherein
- the hydraulic coupling installation (25, 25') has a pressure chamber (27, 27') which is capable of being relieved of pressure by way of a valve

- installation (29, 29') and which under hydraulic pressure is specified for coupling the first drive mechanism (9, 9') to the second drive mechanism (17, 17'), and in the pressure-relieved state is specified for decoupling the first drive mechanism from the second drive mechanism, wherein
- the valve installation (29, 29') has at least two switch valves (31, 33; 31', 33') which are fluidically connected in parallel to the pressure chamber (27, 27') and by way of which the pressure chamber (27, 27') in the opened state is capable of being relieved of pressure by at least one of the switch valves (31, 33; 31', 33'), **characterized in that**
 - the valve drive (3) has a control apparatus (35) which, for representing a variable valve stroke of the at least one gas exchange valve (5, 5') during a same stroke movement of the gas exchange valve (5, 5'), is specified for actuating the switch valves (31, 33; 31', 33') in a temporally offset manner, and **in that**
 - each of the switch valves (31, 33; 31', 33') is assigned, for actuation, an end stage (37, 39) configured as an electronic installation for actuating the respective switch valve (31, 33; 31', 33'), wherein the end stage (37, 39) is specified for implementing a switching signal by way of the required actuating output for switching the respective switch valve (31, 33; 31', 33'), and for thus driving the switch valve (31, 33; 31', 33').
2. Valve drive (3) according to Claim 1, **characterized in that** the switch valves (31, 33; 31', 33') of the valve installation (29, 29') are configured so as to be of identical construction.
 3. Valve drive (3) according to either of the preceding claims, **characterized in that** the switch valves (31, 33; 31', 33') are configured as high-speed valves.
 4. Valve drive (3) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the control apparatus (35) is specified for varying the temporal offset between the actuation of the switch valves (31, 33; 31', 33').
 5. Valve drive (3) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the valve drive (3) has a plurality of gas exchange valves (5, 5') that are assigned to different combustion chambers (7, 7') of an internal combustion engine (1), wherein a common end stage (37, 39) is in each case assigned to at least two switch valves (31, 31'; 33, 33') which are assigned to different combustion chambers (7, 7'), the gas exchange cycles of said different combustion chambers being temporally mutually separated.
 6. Internal combustion engine (1) having a valve drive (3) according to one of Claims 1 to 5.
 7. Internal combustion engine (1) according to Claim 6, **characterized in that** the internal combustion engine (1) has a plurality of combustion chambers (7, 7'), wherein each combustion chamber (7, 7') is assigned at least one gas exchange valve (5, 5') as well as at least one hydraulic coupling installation (25, 25') of the valve drive (3).
 8. Method for operating an internal combustion engine (1) having a valve drive (3), in particular according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** switch valves (31, 33; 31', 33') that are fluidically connected in parallel to a same pressure chamber (27, 27') of a hydraulic coupling installation (25, 25') of the valve drive (3) are actuated in a temporally mutually offset manner during a same stroke movement of a gas exchange valve (5, 5') that is assigned to the hydraulic coupling installation (25, 25'), and **in that** each of the switch valves (31, 33; 31', 33') is assigned, for actuation, an end stage (37, 39) configured as an electronic installation for actuating the respective switch valve (31, 33; 31', 33'), wherein the end stage (37, 39) is specified for implementing a switching signal by way of the required actuating output for switching the respective switch valve (31, 33; 31', 33'), and for thus driving the switch valve (31, 33; 31', 33').
 9. Method according to Claim 8, **characterized in that** the temporal offset in the actuation of the switch valves (31, 33; 31', 33') is varied.

Revendications

1. Mécanisme (3) de commande de soupapes pour un moteur à combustion interne (1), comprenant
 - au moins une soupape (5, 5') d'échange de gaz ;
 - un premier mécanisme d'entraînement (9, 9') à entraînement mécanique ;
 - un deuxième mécanisme d'entraînement (17, 17') relié à ladite au moins une soupape (5, 5') d'échange de gaz pour déplacer celle-ci,
 - le premier mécanisme d'entraînement (9, 9') étant relié de manière fonctionnelle au deuxième mécanisme d'entraînement (17, 17') par un dispositif (25, 25') d'accouplement hydraulique,
 - le dispositif (25, 25') d'accouplement hydraulique comprenant une chambre de pression (27, 27') qui est apte à être mise sous pression par un dispositif de soupape (29, 29') et qui est conçue pour coupler entre eux le premier mécanisme

- d'entraînement (9, 9') et le deuxième mécanisme d'entraînement (17, 17') sous pression hydraulique et les découpler l'un de l'autre à l'état dépressurisé,
- le dispositif de soupape (29, 29') présentant au moins deux soupapes de commutation (31, 33 ; 31', 33') reliées en parallèle, fluidiquement, à la chambre de pression (27, 27'), par l'intermédiaire desquelles la chambre de pression (27, 27') est apte à être mise sous pression par au moins une des soupapes de commutation (31, 33 ; 31', 33') lorsqu'elle est ouverte, **caractérisé en ce que**
 - le mécanisme (3) de commande de soupapes comprend un dispositif de commande (35) qui est conçu pour commander les soupapes de commutation (31, 33 ; 31', 33') de manière décalée dans le temps afin de représenter une course variable de ladite une soupape (5, 5') d'échange de gaz au cours d'un même mouvement de course de la soupape (5, 5') d'échange de gaz, et **en ce que**
 - à chacune des soupapes de commutation (31, 33 ; 31', 33') est associé un étage final (37, 39) conçu sous la forme d'un dispositif électronique pour la commande de la soupape de commutation respective (31, 33 ; 31', 33'), l'étage final (37, 39) étant conçu pour convertir un signal de commutation avec la puissance de commande nécessaire pour commuter la soupape de commutation respective (31, 33 ; 31', 33') et pour actionner la soupape de commutation (31, 33 ; 31', 33').
2. Mécanisme (3) de commande de soupapes selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les soupapes de commutation (31, 33 ; 31', 33') du dispositif de soupape (29, 29') sont de construction identique.
 3. Mécanisme (3) de commande de soupapes selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les soupapes de commutation (31, 33 ; 31', 33') sont conçues sous la forme de soupapes à grande vitesse.
 4. Mécanisme (3) de commande de soupapes selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'appareil de commande (35) est conçu de façon à faire varier le décalage temporel entre l'activation des soupapes de commutation (31, 33 ; 31', 33').
 5. Mécanisme (3) de commande de soupapes selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le mécanisme (3) de commande de soupapes présente une pluralité de soupapes (5, 5') d'échange de gaz associées à différentes chambres de combustion (7, 7') d'un moteur à combustion interne (1), au moins deux soupapes de commande (31, 31' ; 33, 33'), qui sont associées aux différentes chambres de combustion (7, 7'), dont les cycles de changement de gaz sont séparés dans le temps, étant associées à un étage final commun (37, 39).
 6. Moteur à combustion interne (1), avec un mécanisme de soupapes (3) selon l'une des revendications 1 à 5.
 7. Moteur à combustion interne (1) selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le moteur à combustion interne (1) présente une pluralité de chambres de combustion (7, 7'), au moins une soupape (5, 5') d'échange de gaz ainsi qu'au moins un dispositif (25, 25') d'accouplement hydraulique du mécanisme (3) de commande de soupapes étant associés à chaque chambre de combustion (7, 7').
 8. Procédé de fonctionnement d'un moteur à combustion interne (1) avec un mécanisme (3) de commande de soupapes, en particulier selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** des soupapes de commande (31, 33 ; 31', 33'), reliées entre elles fluidiquement, de manière parallèle, par une même chambre de pression (27, 27') d'un dispositif (25, 25') d'accouplement hydraulique du mécanisme (3) de commande de soupapes, sont commandées de manière décalée les unes par rapport aux autres pendant un même mouvement de course d'une soupape (5, 5') d'échange de gaz associée au dispositif (25, 25') d'accouplement hydraulique, et **en ce qu'un** étage final (37, 39) conçu sous la forme d'un dispositif électronique pour la commande de la soupape de commutation respective (31, 33 ; 31', 33') est associé à chacune des soupapes de commutation (31, 33 ; 31', 33') pour la commande, l'étage de sortie (37, 39) étant conçu pour convertir un signal de commutation avec la puissance de commande nécessaire pour commuter la soupape de commutation respective (31, 33 ; 31', 33') et pour actionner la soupape de commutation (31, 33 ; 31', 33').
 9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le décalage temporel dans la commande des soupapes de commutation (31, 33 ; 31', 33') est modifié.

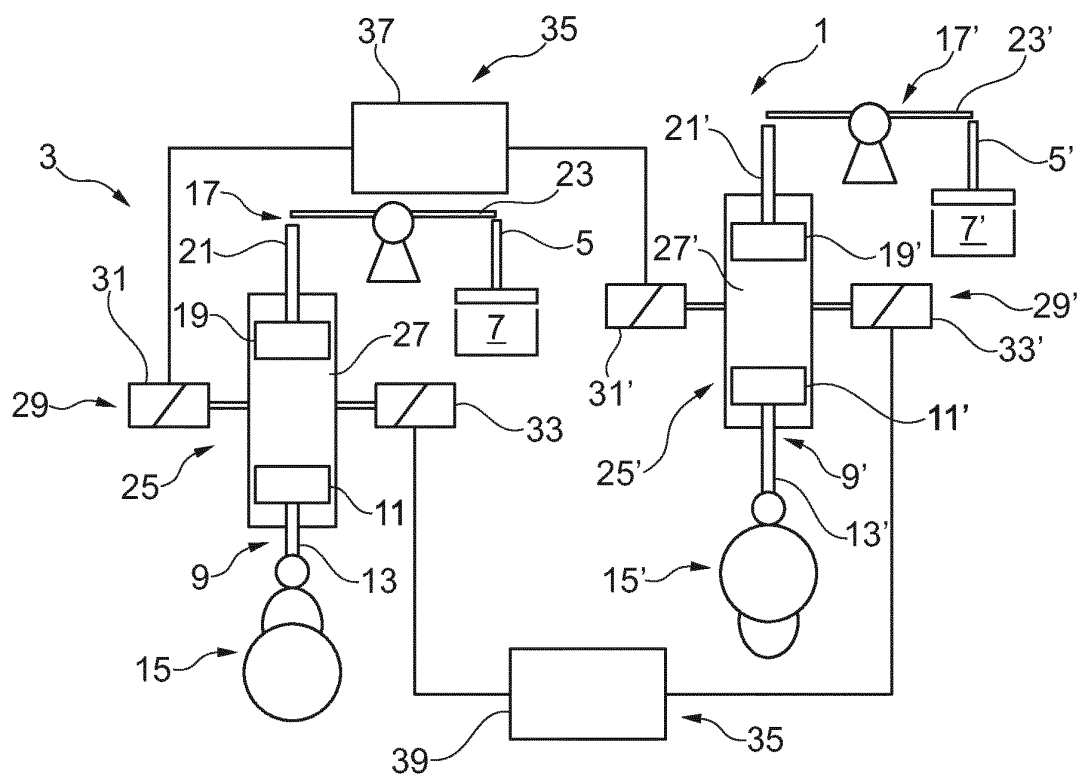


Fig. 1

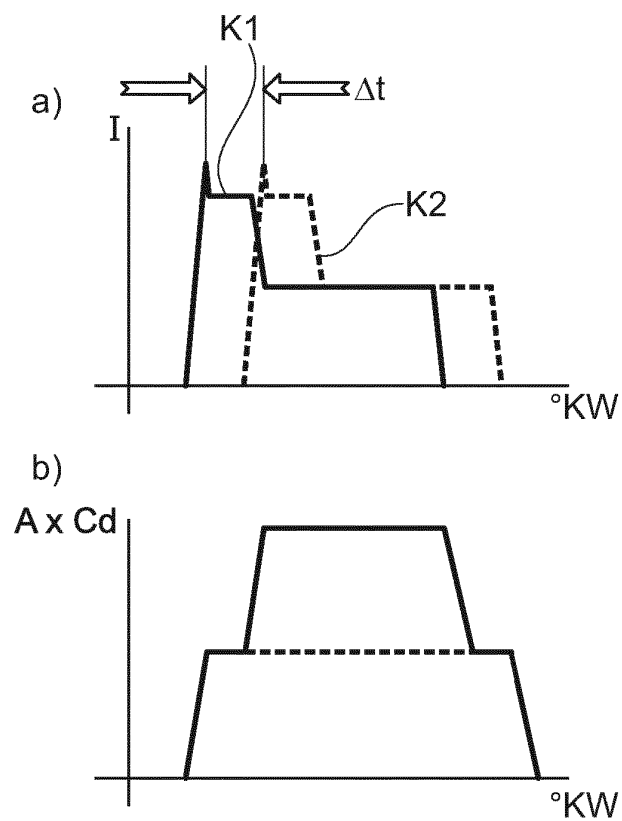


Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- JP S5937222 A [0004]
- DE 4132500 A1 [0004]
- CN 103925037 B [0004]
- US 20160215661 A1 [0004]
- WO 8501984 A1 [0004]