

(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
10. August 2017 (10.08.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/133750 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F01L 13/00 (2006.01) F01L 13/08 (2006.01)
F01L 1/08 (2006.01) F01L 1/46 (2006.01)
F01L 9/02 (2006.01)

(72) Erfinder: FIMML, Wolfgang; Backenreuter Straße 21,
6912 Hörbranz (AT). LIPP, Jonathan; Kurzer Weg 2,
88045 Friedrichshafen (DE). ROTHMAIER, Andreas;
Girishalde 1/1, 88048 Friedrichshafen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/002177

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Dezember 2016 (23.12.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 201 499.4
1. Februar 2016 (01.02.2016) DE

(71) Anmelder: MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH
[DE/DE]; Maybachplatz 1, 88045 Friedrichshafen (DE).

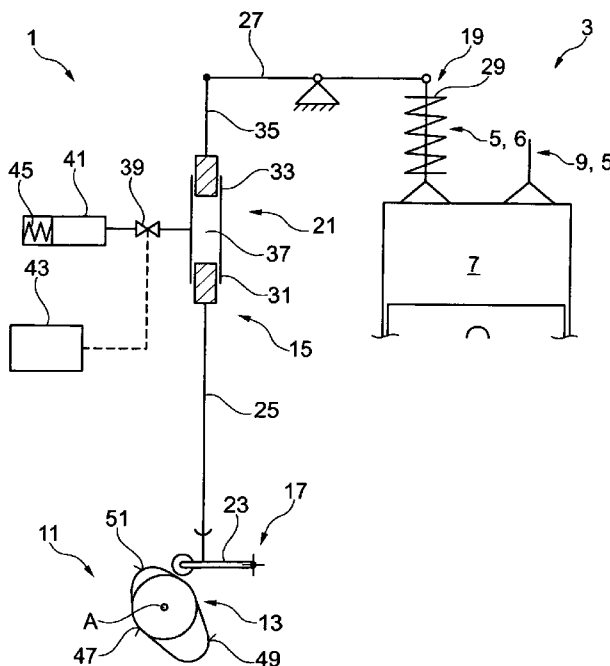
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, 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, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: VALVE DRIVE FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND METHOD FOR OPERATING A VALVE
DRIVE

(54) Bezeichnung : VENTILTRIEB FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES
VENTILTRIEBS



(57) Abstract: The invention relates to a valve drive (1) with a cam shaft (11) and an actuating device (15) which cooperates with the at least one cam (13) on a first acting end (17) and is operatively connectable to a gas exchange valve (5) at a second acting end (19), wherein the actuating device (15) comprises an interrupter device (21) which is designed to interrupt in a first operating state an operative connection between the at least one cam (13) and the gas exchange valve (5) via the actuating device (15) and to close in a second operating state said operative connection.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Ventiltrieb (1) mit einer Nockenwelle (11) und mit einer Betätigungseinrichtung (15), die an einem ersten Wirkende (17) mit dem wenigstens einen Nocken (13) zusammenwirkt und an einem zweiten Wirkende (19) mit einem Gaswechselventil (5) wirkverbindbar ist, wobei die Betätigungseinrichtung (15) eine Unterbrechereinrichtung (21) aufweist, die eingerichtet ist, um eine Wirkverbindung zwischen dem wenigstens einen Nocken (13) und dem Gaswechselventil (5) über die Betätigungseinrichtung (15) in einem ersten Betriebszustand zu unterbrechen und in einem zweiten Betriebszustand zu schließen.

Fig. 1



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)

VENTILTRIEB FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES VENTILTRIEBS

5

Die Erfindung betrifft einen Ventiltrieb für eine Brennkraftmaschine, eine Brennkraftmaschine, und ein Verfahren zum Betreiben eines Ventiltriebs.

10

Ventiltriebe für Brennkraftmaschinen, insbesondere für kennfeldgesteuerte Motoren, weisen typischerweise nur eine Nockenkontur auf, welche normalerweise auf einen ungünstigsten Betriebsfall, insbesondere auf eine maximale Drehzahl, ausgelegt ist. Diese entspricht einem oberen Kennfeldbereich. In einem unteren Kennfeldbereich, also insbesondere bei geringeren

15 Drehzahlen, wird dabei Wirkungsgradpotenzial verschenkt, insbesondere weil optimalerweise fülligere Nockenkonturen verwendet werden könnten. Es sind verschiedene Ausgestaltungen möglich, um einen variablen Ventiltrieb zu verwirklichen, diese sind aber im Allgemeinen sehr aufwendig und teuer. Insbesondere könnten Schalnocken verwendet werden, wofür jedoch zusätzliche Stellelemente benötigt werden.

20

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Ventiltrieb, eine Brennkraftmaschine und ein Verfahren zum Betreiben eines Ventiltriebs für eine solche Brennkraftmaschine zu schaffen, wobei die genannten Nachteile nicht auftreten. Insbesondere soll der Ventiltrieb in einfacher und kostengünstiger Weise eine Anpassung einer Nockenkontur an einen momentanen Betriebspunkt

25 im Kennfeld der Brennkraftmaschine erlauben.

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

30 Die Aufgabe wird insbesondere gelöst, indem ein Ventiltrieb geschaffen wird, der für eine Brennkraftmaschine zur Betätigung von wenigstens einem Gaswechselventil vorgesehen ist. Der Ventiltrieb weist eine um eine Drehachse drehbar gelagerte Nockenwelle auf, auf welcher wenigstens ein Nocken drehfest angeordnet ist. Der Nocken dreht sich also gemeinsam mit der Nockenwelle, wenn diese um die Drehachse gedreht wird. Der Ventiltrieb weist eine

Betätigungseinrichtung auf, die ihrerseits ein erstes Wirkende und ein zweites Wirkende aufweist, wobei die Betätigungseinrichtung an dem ersten Wirkende mit dem wenigstens einen Nocken zusammenwirkt, wobei sie an dem zweiten Wirkende mit einem Gaswechselventil wirkverbundbar ist. Bevorzugt ist die Betätigungseinrichtung an dem zweiten Wirkende mit einem Gaswechselventil wirkverbunden. Die Wirkverbindung oder Wirkverbundbarkeit mit dem Gaswechselventil ist insbesondere derart, dass eine Hubbewegung des Gaswechselventils bewirkt wird, wenn der Nocken mit der Nockenwelle um die Drehachse gedreht wird. Die Betätigungseinrichtung weist eine Unterbrechereinrichtung auf, die eingerichtet ist, um eine Wirkverbindung zwischen dem wenigstens einen Nocken und dem Gaswechselventil – wobei die Wirkverbindung über die Betätigungseinrichtung besteht – in einem ersten Betriebszustand zu unterbrechen und in einem zweiten Betriebszustand zu schließen. Dabei bedeutet ein Schließen der Wirkverbindung, dass die Wirkverbindung aktiviert wird, in geschlossenem Zustand also besteht, sodass durch eine Drehbewegung des Nockens um die Drehachse ein Ventilhub des Gaswechselventils bewirkt werden kann, wobei ein Unterbrechen der Wirkverbindung bedeutet, dass diese aufgehoben wird, sodass trotz Drehens des Nockens um die Drehachse keine Hubbewegung des Gaswechselventils verursacht wird.

Es ist vorgesehen, dass der wenigstens eine Nocken an einer Umfangsfläche wenigstens zwei – in Umfangsrichtung gesehen – versetzt zueinander angeordnete Ventilhubflächenbereiche aufweist, die bei rotierender Nockenwelle abwechselnd mit dem ersten Wirkende zusammenwirken, um jeweils eine Hubbewegung des Gaswechselventils zu bewirken. Beide Ventilhubflächenbereiche sind also derart an dem Nocken vorgesehen, dass sie zur Betätigung des Gaswechselventils im Sinne eines Ventilhubs eingerichtet und angeordnet sind. Es ist eine Steuereinrichtung vorgesehen, die eingerichtet ist, um die Unterbrechereinrichtung in einem ersten Funktionszustand so anzusteuern, dass die Wirkverbindung zwischen dem wenigstens einen Nocken und dem Gaswechselventil während jeder vollen Umdrehung der Nockenwelle für einen ersten Ventilhubflächenbereich der wenigstens zwei Ventilhubflächenbereiche geschlossen ist, wobei die Wirkverbindung zwischen dem wenigstens einen Nocken und dem Gaswechselventil für einen zweiten Ventilhubflächenbereich der wenigstens zwei Ventilhubflächenbereiche unterbrochen ist.

In dem ersten Funktionszustand ist also der erste Ventilhubflächenbereich in dem Sinne aktiv, dass ein Ventilhub des Gaswechselventils bewirkt wird, wenn der erste Ventilhubflächenbereich mit dem ersten Wirkende zusammenwirkt, wobei der zweite Ventilhubflächenbereich in dem

Sinne inaktiv ist, dass kein Ventilhub des Gaswechselventils bewirkt wird, wenn der zweite Ventilhubflächenbereich mit dem ersten Wirkende zusammenwirkt.

Der Ventiltrieb weist Vorteile gegenüber dem Stand der Technik auf. Insbesondere ist es mittels
5 Ansteuerung der Unterbrechereinrichtung durch die Steuereinrichtung möglich, auszuwählen, welcher Ventilhubflächenbereich des Nockens tatsächlich einen Ventilhub des Gaswechselventils bewirken soll. Auf diese Weise kann insbesondere zwischen den beiden Ventilhubflächenbereichen umgeschaltet werden. Damit ist es wiederum insbesondere möglich, abhängig von einem Betriebspunkt der Brennkraftmaschine in einem Kennfeld eine bestimmte
10 Ventilhubkurve oder Nockenkontur auszuwählen und somit letztlich den Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine in dem gesamten Kennfeld zu erhöhen. Insbesondere können optimierte Ventilhubkurven für den jeweiligen Kennfeldbereich und dadurch eine Generierung von Wirkungsgradvorteilen erreicht werden. Die hier vorgeschlagene technische Lösung ist zudem wenig aufwendig und kostengünstig, indem insbesondere keine zusätzlichen Bauteile und kein
15 zusätzlicher Aufwand benötigt werden.

Unter einem Ventiltrieb wird hier insbesondere eine Einrichtung verstanden, die insgesamt vorgesehen ist, um ein Gaswechselventil einer Brennkraftmaschine zu betätigen, insbesondere zu einer Hubbewegung und damit zu einem Öffnen und Schließen zu veranlassen.

20 Unter einem Gaswechselventil wird hier insbesondere ein Ventil einer Brennkraftmaschine verstanden, welches eingerichtet ist, um Gas, insbesondere Verbrennungsluft oder ein Verbrennungsluft-Brennstoff-Gemisch, in einen Brennraum der Brennkraftmaschine einzulassen, und/oder um Gas, insbesondere Abgas, aus einem Brennraum der
25 Brennkraftmaschine auszulassen. Das wenigstens eine Gaswechselventil kann also insbesondere als Einlassventil ausgebildet sein. Es ist alternativ oder zusätzlich möglich, dass das Gaswechselventil als Auslassventil ausgebildet ist.

Unter einer Nockenwelle wird insbesondere eine Welle verstanden, welche im Betrieb der
30 Brennkraftmaschine um eine Drehachse gedreht wird und mittels wenigstens eines auf ihr drehfest angeordneten Nockens einen Ventilhub wenigstens eines Gaswechselventils der Brennkraftmaschine bewirken kann. Bevorzugt vollführt die Nockenwelle eine volle Umdrehung pro Arbeitszyklus der Brennkraftmaschine.

Der wenigstens eine Nocken kann einstückig mit der Nockenwelle ausgebildet sein, es ist aber auch möglich, dass der Nocken an der Nockenwelle montiert, insbesondere mit dieser gefügt ist.

5 Unter einer Betätigungseinrichtung wird hier insbesondere eine Einrichtung verstanden, welche eingerichtet und angeordnet ist, um eine Drehbewegung des wenigstens einen Nockens um die Drehachse in eine Hubbewegung des wenigstens einen Gaswechselventils umzusetzen. Dabei ist unter einem ersten Wirkende insbesondere ein Teil der Betätigungseinrichtung zu verstehen, welcher mit dem wenigstens einen Nocken zusammenwirkt, um eine Bewegung des Nockens abzunehmen und entlang der Betätigungseinrichtung mechanisch oder auf eine andere geeignete
10 Weise weiterzuleiten. Unter einem zweiten Wirkende wird insbesondere ein Teil der Betätigungseinrichtung verstanden, welcher mit dem Gaswechselventil zusammenwirkt, um eine entlang der Betätigungseinrichtung mechanische oder in anderer geeigneter Weise weitergeleitete Bewegung des Nockens in eine Hubbewegung des Gaswechselventils umzusetzen.

15 Vorzugsweise ist das erste Wirkende ausgebildet, um an der Umfangsfläche des Nockens anzuliegen, sodass diese berührend während einer Drehbewegung des Nockens an dem ersten Wirkende gleitet. Das erste Wirkende nimmt dabei eine Kontur des Nockens ab und setzt dabei vorzugsweise die Drehbewegung des Nockens in eine Linearbewegung zumindest eines Teils der
20 Betätigungseinrichtung um.

Die Wirkverbindung zwischen dem wenigstens einen Nocken und dem wenigstens einen Gaswechselventil besteht insbesondere zwischen dem ersten Wirkende und dem zweiten Wirkende der Betätigungseinrichtung, wobei die Unterbrechereinrichtung insbesondere
25 eingerichtet ist, um die Wirkverbindung zwischen dem ersten Wirkende und dem zweiten Wirkende zu unterbrechen.

Unter einer Hubbewegung des Gaswechselventils wird insbesondere ein Ventilhub desselben verstanden.

30 Die Unterbrechereinrichtung ist bevorzugt eingerichtet, um innerhalb der Betätigungseinrichtung die Wirkverbindung zwischen dem ersten Wirkende und dem zweiten Wirkende aufzuheben oder zu schließen. Es ist möglich, dass die Unterbrechereinrichtung als hydraulische Unterbrechereinrichtung ausgebildet ist, wobei sie bevorzugt einen mit dem ersten Wirkende

wirkverbundenen Geberzylinder, einen mit dem zweiten Wirkende wirkverbundenen Nehmerzylinder, und ein zwischen dem Geberzylinder und dem Nehmerzylinder angeordnetes Hydraulikmittelvolumen aufweist, aus welchem Hydraulikmittel zur Unterbrechung der Wirkverbindung absteuerbar ist, und in welches Hydraulikmittel zum Schließen der Wirkverbindung einbringbar ist. Ist das Hydraulikmittelvolumen zum Schließen der Wirkverbindung ausreichend gefüllt, bewirkt ein Hub des Geberzylinders einen Hub des Nehmerzylinders, sodass die Wirkverbindung geschlossen ist. Wird zum Unterbrechen der Wirkverbindung Hydraulikmittel aus dem Hydraulikmittelvolumen abgesteuert, kann ein Hub des Geberzylinders keinen Hub des Nehmerzylinders mehr bewirken, sodass die Wirkverbindung unterbrochen ist.

Zusätzlich oder alternativ ist es möglich, dass die Unterbrechereinrichtung elektrisch, elektronisch, mechanisch, beispielsweise mittels wenigstens einem Kipphebelmechanismus, oder in anderer geeigneter Weise ausgebildet ist. Wichtig ist insoweit, dass die Unterbrechereinrichtung eingerichtet ist, um die Wirkverbindung bedarfsweise zu unterbrechen und zu schließen.

Unter einem Betriebszustand wird hier und im Folgenden ein Zustand der Unterbrechereinrichtung verstanden.

Unter einer Umfangsfläche des wenigstens einen Nockens wird eine Fläche verstanden, die sich entlang eines Umfangs des Nockens erstreckt, wobei sich die Umfangsrichtung konzentrisch um die Drehachse erstreckt. Die Umfangsfläche des Nockens weicht dabei in für sich genommen bekannter Weise von einer zylindrischen Form ab und weist einen – in Umfangsrichtung gesehen – variierenden Radius auf. Der Nocken ist also insbesondere exzentrisch ausgebildet, um seine Drehbewegung in eine axiale Bewegung umsetzen zu können. Dabei weist der wenigstens eine Nocken erfindungsgemäß nicht nur einen Ventilhubflächenbereich auf, in welchem er von der zylindrischen Form abweicht, sondern vorzugsweise wenigstens zwei solcher Ventilhubflächenbereiche, wobei jeder der Ventilhubflächenbereiche geeignet ist, einen Ventilhub zu bewirken. Dabei sind diese versetzt zueinander an der Umfangsfläche vorgesehen, sodass sie insbesondere in einem Winkelabstand zueinander angeordnet sind.

Besonders bevorzugt weist der Nocken genau zwei Ventilhubflächenbereiche auf, wobei diese vorzugsweise um 180° – in Umfangsrichtung gesehen – versetzt zueinander an der Umfangsfläche vorgesehen sind.

- 5 Dass die Ventilhubflächenbereiche mit dem ersten Wirkende zusammenwirken, bedeutet insbesondere, dass diese eingerichtet und angeordnet sind, um vermittelt über das erste Wirkende einen Ventilhub des Gaswechselventils zu bewirken. Dies gilt insbesondere für alle Ventilhubflächenbereiche, die an dem Nocken vorgesehen sind. Bevorzugt gleitet dabei das erste Wirkende auf der Umfangsfläche des Nockens und folgt dabei deren Kontur insbesondere im
- 10 Bereich der Ventilhubflächenbereiche.

- Es ist möglich, dass die Steuereinrichtung als separate Steuereinrichtung für den Ventiltrieb vorgesehen ist. Es ist aber auch möglich, dass die Steuereinrichtung ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine ist, welches dann zugleich eingerichtet ist, um die hier beschriebene
- 15 Funktionalität der Steuereinrichtung des Ventiltriebs zu übernehmen. Die Steuereinrichtung ist dabei insbesondere mit der Unterbrechereinrichtung zu deren Ansteuerung wirkverbunden.

- Unter einem Funktionszustand wird hier und im Folgenden ein Zustand der Steuereinrichtung verstanden.

- 20 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der erste Ventilhubflächenbereich eine steilere Ventilhubkurve aufweist als der zweite Ventilhubflächenbereich. Dabei ist unter „steiler“ insbesondere zu verstehen, dass eine Steigung einer Umfangslinie auf der Umfangsfläche des wenigstens einen Nockens im Bereich des ersten
- 25 Ventilhubflächenbereichs – in Umfangsrichtung gesehen – einen größeren Gradienten – insbesondere betragsmäßig, also sowohl bezüglich eines Anstiegs als auch bezüglich eines Abfalls – aufweist als in dem zweiten Ventilhubflächenbereich.

- Verschieden steile Ventilhubkurven erweisen sich insbesondere als günstig in verschiedenen
- 30 Kennfeldbereichen einer Brennkraftmaschine. Dabei ist es insbesondere möglich, dass der erste, steilere Ventilhubflächenbereich für einen ersten, niedrigeren Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine Anwendung findet, wobei der zweite, weniger steile Ventilhubflächenbereich in einem zweiten, höheren Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine Anwendung findet, wobei der erste niedrigere Drehzahlbereich niedrigere Drehzahlen aufweist,

als der zweite, höhere Drehzahlbereich. Dabei zeigt sich, dass bei höheren Drehzahlen steilere Ventilhubkurven dazu führen, dass das erste Wirkende durch Massenträgheitskräfte von der Nockenkontur der Umfangsfläche abheben kann, woraus Schläge, mechanische Stöße und ein erhöhter Verschleiß resultieren. Wird bei höheren Drehzahlen eine flachere Ventilhubkurve eingesetzt, kann das erste Wirkende dieser eher folgen, und ein Abheben und die damit verbundenen Schläge und mechanischen Stöße können vermieden werden.

Alternativ oder zusätzlich ist bevorzugt vorgesehen, dass der zweite Ventilhubflächenbereich – in Umfangsrichtung gesehen – breiter ausgebildet ist, sich also über einen größeren

Winkelbereich erstreckt, als der erste Ventilhubflächenbereich. Hierdurch ist es möglich, trotz der flacheren Ausbildung des zweiten Ventilhubflächenbereichs eine zumindest ähnliche, vorzugsweise gleiche Ventilhubfläche zu generieren und somit letztlich effektiv ein gleiches oder ähnliches Öffnungsverhalten des Gaswechselventils im Sinne eines gleichen oder ähnlichen Gaswechsels zu erreichen.

Zusätzlich oder alternativ ist es möglich, dass der zweite Ventilhubflächenbereich – in radialer Richtung gesehen – flacher ausgebildet ist als der erste Ventilhubflächenbereich. Eine weniger steile, breitere und flachere Ventilhubkurve im Bereich des zweiten Ventilhubflächenbereichs kann letztlich effektiv zu einem ähnlichen Gaswechselverhalten in dem zweiten

Ventilhubflächenbereich führen, wie eine steilere, schmalere und höhere Ventilhubkurve in dem ersten Ventilhubflächenbereich. Zugleich wird aber in dem zweiten Ventilhubflächenbereich ein Abheben des ersten Wirkendes bei hohen Drehzahlen vermieden.

Es ist aber selbstverständlich auch möglich, den Gaswechsel für den zweiten

Ventilhubflächenbereich anders zu gestalten als für den ersten Ventilhubflächenbereich, um auch insoweit das Verhalten des Gaswechselventils an verschiedene Kennfeldbereiche der Brennkraftmaschine anzupassen.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuereinrichtung eingerichtet ist, um die Unterbrechereinrichtung in einem zweiten Funktionszustand so anzusteuern, dass die Wirkverbindung zwischen dem wenigstens einen Nocken und dem wenigstens einen Gaswechselventil während jeder vollen Umdrehung der Nockenwelle für den ersten Ventilhubflächenbereich unterbrochen und für den zweiten Ventilhubflächenbereich geschlossen ist. In dem zweiten Funktionszustand sind dann im Vergleich zu dem ersten

Funktionszustand der aktive Ventilhubflächenbereich und der inaktive Ventilhubflächenbereich vertauscht. In dem zweiten Funktionszustand ist nämlich nun der erste Ventilhubflächenbereich inaktiv, der in dem ersten Funktionszustand aktiv war, während der zweite Ventilhubflächenbereich aktiv ist, der in dem ersten Funktionszustand inaktiv war. Es findet also
5 bei einem Wechsel von dem ersten Funktionszustand zu dem zweiten Funktionszustand der Steuereinrichtung ein Wechsel der Ventilhubflächenbereiche, die tatsächlich das Gaswechselventil zu einer Hubbewegung ansteuern, statt. Mit einem Schalten zwischen dem ersten Funktionszustand in den zweiten Funktionszustand und zurück kann demnach der Ventiltrieb insbesondere abhängig von einem Betriebspunkt der Brennkraftmaschine in einem
10 Kennfeld in geeigneter Weise zwischen verschiedenen Ventilhubkurven und/oder Nockenkonturen umgeschaltet werden. Durch die Verwendung der Unterbrechereinrichtung und deren geeignete Ansteuerung können diese verschiedenen Nockenkonturen und/oder Ventilhubkurven allerdings an einem einzelnen Nocken realisiert werden, sodass es zur Realisierung der verschiedenen Nockenkonturen und/oder Ventilhubkurven keiner Mehrzahl von
15 Nocken und insbesondere keiner Schalnocken bedarf.

Es ist möglich, dass die Steuereinrichtung mehr als zwei Funktionszustände aufweist, wenn der Nocken mehr als zwei Ventilhubflächenbereiche aufweist. Insbesondere ist es möglich, dass die Steuereinrichtung genauso viele Funktionszustände aufweist, wie der Nocken verschiedene
20 Ventilhubflächenbereiche aufweist. Dabei ist es insbesondere möglich, dass in jedem Funktionszustand genau einer und nur einer der Ventilhubflächenbereiche aktiv ist, wobei alle anderen Ventilhubflächenbereiche inaktiv sind. Dabei ist bevorzugt jedem Funktionszustand ein anderer, aktiver Ventilhubflächenbereich zugeordnet.

25 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuereinrichtung eingerichtet ist, um in einem dritten Funktionszustand die Unterbrechereinrichtung so anzusteuern, dass die Wirkverbindung zwischen dem wenigstens einen Nocken und dem wenigstens einen Gaswechselventils während jeder vollen Umdrehung der Nockenwelle für wenigstens zwei – vorzugsweise genau zwei – der wenigstens zwei Ventilhubflächenbereiche
30 geschlossen ist. Besonders bevorzugt wird ein Ausführungsbeispiel, bei welchem die Umfangsfläche des wenigstens einen Nockens genau zwei Ventilhubflächenbereiche aufweist, wobei die Unterbrechereinrichtung in dem dritten Funktionszustand derart angesteuert wird, dass die Wirkverbindung für beide Ventilhubflächenbereiche geschlossen ist. Somit wird während jeder vollen Umdrehung der Nockenwelle, insbesondere also während eines Arbeitszyklus der

Brennkraftmaschine, das Gaswechselventil genau zweimal zu einer Ventilhubbewegung angesteuert. Diese Möglichkeit ist insbesondere vorteilhaft, wenn mit dem Ventiltrieb ein Auslassventil angesteuert wird, da auf diese Weise – ohne Zusatzbauteile und weitere Elemente – eine Abgasrückführung realisiert werden kann. Dabei kann beispielsweise mit dem ersten Ventilhub ein Auslasstakt realisiert werden, wobei mit dem zweiten Ventilhub – beispielsweise in einem Ansaugtakt – Abgas aus einem Abgastrakt der Brennkraftmaschine in den Brennraum eingelassen, insbesondere zurückgesaugt, werden kann.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuereinrichtung eingerichtet ist, um parameterabhängig zwischen dem ersten Funktionszustand und dem zweiten Funktionszustand zu schalten. Es kann also abhängig von wenigstens einem Parameter ausgewählt werden, welcher Ventilhubflächenbereich aktiv und welcher inaktiv ist. Als Parameter kann vorzugsweise eine Betriebsgröße der Brennkraftmaschine verwendet werden, welche ein Kennfeld derselben aufspannt. Besonders bevorzugt wird als Parameter eine Drehzahl der Brennkraftmaschine verwendet. Somit kann drehzahlabhängig zwischen den verschiedenen Nockenkonturen und/oder Ventilhubkurven des ersten Ventilhubflächenbereichs und des zweiten Ventilhubflächenbereichs hin- und hergeschaltet werden.

Zusätzlich oder alternativ ist bevorzugt vorgesehen, dass die Steuereinrichtung eingerichtet ist, um parameterabhängig in den dritten Funktionszustand und zurück in einen Funktionszustand zu schalten, der ausgewählt ist aus dem ersten Funktionszustand und dem zweiten Funktionszustand. Auf diese Weise kann abhängig von wenigstens einem Parameter eine mehrfache, insbesondere eine zweifache Öffnung eines Gaswechselventils innerhalb von einem Arbeitszyklus der Brennkraftmaschine verwirklicht werden. Dies kann insbesondere genutzt werden, um eine Abgasrückführung für die Brennkraftmaschine ein- und auszuschalten.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Unterbrechereinrichtung kontinuierlich oder in mehr als zwei Betriebszustände zur Variation eines Ventilhubs ansteuerbar ist. In diesem Fall ist es nicht nur möglich, mittels der Unterbrechereinrichtung in deren erstem Betriebszustand eine Wirkverbindung zwischen dem wenigstens einen Nocken und dem Gaswechselventil zu unterbrechen und in ihrem zweiten Betriebszustand zu schließen, sondern es kann eine Mehrzahl von Betriebszuständen verwirklicht werden, die zwischen dem ersten Betriebszustand und dem zweiten Betriebszustand angeordnet sind. Dabei kann es sich um eine Mehrzahl diskreter Betriebszustände, aber auch um ein Kontinuum von Betriebszuständen

handeln. Mit einer solchen Mehrzahl von Betriebszuständen kann der Ventilhub bedarfsgerecht variiert werden. Insbesondere sind sogenannte Unterkurven des Ventilhubes darstellbar, wobei das Gaswechselventil durch eine minderstarke Kopplung des ersten Wirkendes mit dem zweiten Wirkende über die Unterbrechereinrichtung, beispielsweise durch Absteuern von

- 5 Hydraulikmittel aus dem Hydraulikmittelraum, zu einer geringeren Hubbewegung angesteuert wird. Ist die Unterbrechereinrichtung auf diese Weise eingerichtet, kann in sehr einfacher und kostengünstiger Weise ein variabler Ventiltrieb, insbesondere ein vollvariabler Ventiltrieb, verwirklicht werden.
- 10 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuereinrichtung eingerichtet ist, um die Unterbrechereinrichtung zum Umschalten zwischen dem ersten Funktionszustand und dem zweiten Funktionszustand zur Unterbrechung der Wirkverbindung für wenigstens eine volle Umdrehung der Nockenwelle anzusteuern. Dabei wird die Unterbrechereinrichtung insbesondere zur Unterbrechung der Wirkverbindung für genau eine
- 15 volle Umdrehung der Nockenwelle angesteuert. Dies bedeutet, dass das Gaswechselventil während einer vollen Umdrehung der Nockenwelle keinen Ventilhub ausführt, wobei während dieser vollen Umdrehung der Nockenwelle ein Ventilhub einerseits für den bisher inaktiven Ventilhubflächenbereich und andererseits auch für den bisher aktiven Ventilhubflächenbereich unterbleibt, wobei die Steuereinrichtung nach dieser vollen Umdrehung so angesteuert wird, dass
- 20 der zuvor inaktive Ventilhubflächenbereich nun zum aktiven Ventilhubflächenbereich wird, und wobei der zuvor aktive Ventilhubflächenbereich nun zum inaktiven Ventilhubflächenbereich wird. Insbesondere bei einem Versatz der Ventilhubflächenbereiche um 180° wird auf diese Weise der Betrieb der Brennkraftmaschine um einen halben Arbeitszyklus phasenverschoben. Insbesondere wird ein Takt, der zuvor in der regelmäßigen Taktfolge der Brennkraftmaschine ein
- 25 Einlasstakt war, nun zu einem Auslasstakt.

Um einen solchen Wechsel der Funktionszustände durchführen zu können, weist eine Brennkraftmaschine vorzugsweise den erfindungsgemäß ausgestalteten Ventiltrieb sowohl für ein Einlassventil als auch für ein Auslassventil desselben Brennraums, insbesondere für alle

30 Einlassventile und alle Auslassventile desselben Brennraums auf. Zum Umschalten werden dann die Wirkverbindungen für die Auslassventile und die Einlassventile für eine volle Umdrehung der Nockenwelle unterbrochen, sodass die Ventile vorzugsweise für einen vollen Arbeitszyklus geschlossen bleiben. Nach dieser vollen Umdrehung können dann die Ventiltriebe um einen halben Arbeitszyklus phasenverschoben angesteuert werden, wobei dann die bisher inaktiven

Ventilhubflächenbereiche zu aktiven Ventilhubflächenbereichen werden, und wobei die bisher aktiven Ventilhubflächenbereiche zu inaktiven Ventilhubflächenbereichen werden.

- Zusätzlich oder alternativ ist es möglich, dass zum Schalten zwischen dem ersten und dem
- 5 zweiten Funktionszustand eine Nockenstelleinrichtung vorgesehen ist. Die Nockenstelleinrichtung ist eingerichtet, um die Nockenwelle – insbesondere entkoppelt von ihrer regelmäßigen, vorzugsweise mit der Kurbelwelle verbundenen Bewegung – umsteuern zu können. Die Nockenstelleinrichtung ist bevorzugt als Nockensteller ausgebildet. Die Nockenstelleinrichtung ist vorzugsweise eingerichtet, um die Nockenwelle und/oder den
- 10 wenigstens einen Nocken innerhalb von einem halben Arbeitszyklus der Brennkraftmaschine um 180° so zu verdrehen, dass der bisher inaktive Ventilhubflächenbereich nach der Umstellung an die Stelle des bisher aktiven tritt, wobei der bisher aktive Ventilhubflächenbereich an die Stelle des bisher inaktiven tritt. Vorteilhaft an dieser Ausgestaltung ist, dass ein Umschalten zwischen dem ersten und dem zweiten Funktionszustand auch dann funktioniert, wenn der
- 15 erfindungsgemäße Ventiltrieb nur für ein Auslassventil und nicht auch für ein Einlassventil, oder nur für ein Einlassventil und nicht auch für ein Auslassventil vorgesehen ist. Beim Umschalten ist es dann möglich, entweder keinen Arbeitszyklus, oder aber einen vollen Arbeitszyklus zu verlieren.
- 20 Vorteilhaft an der zuvor beschriebenen Ausgestaltung mit einer Unterbrechung der Wirkverbindung für eine volle Umdrehung der Nockenwelle ist dagegen, dass es keiner teuren und aufwendigen Nockenstelleinrichtung bedarf, um zwischen dem ersten Funktionszustand und dem zweiten Funktionszustand zu wechseln.
- 25 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Nockenwelle als innenliegende oder als untenliegende Nockenwelle ausgebildet ist. Eine solche Nockenwelle ist nicht – wie typischerweise bei Brennkraftmaschinen, die zum Antrieb von Personenkraftwagen vorgesehen sind – in oder an einem Zylinderkopf vorgesehen, sondern vielmehr in einem tiefer liegenden Bereich eines Kurbelgehäuses, insbesondere in der Nähe der Kurbelwelle, wobei eine
- 30 solche Nockenwelle vorzugsweise über einen Hebelmechanismus, insbesondere über eine Stößelstange und Schwing- und/oder Kipphebel, mit Gaswechselventilen der Brennkraftmaschine zusammenwirkt. Dabei sind besonders bevorzugt Nocken für Einlassventile und Auslassventile der Brennkraftmaschine auf einer selben Nockenwelle angeordnet sind. Insbesondere ist es möglich, dass die Brennkraftmaschine genau eine Nockenwelle zur

Steuerung aller Ventile aufweist. Eine solche innenliegende oder untenliegende Nockenwelle wird bevorzugt bei Großmotoren, beispielsweise zur stationären Anwendung und/oder zum Antrieb von Nutzfahrzeugen, Schienenfahrzeugen, Schiffen, Bau- und/oder Konstruktionsmaschinen, und in anderen, ähnlichen Bereichen eingesetzt.

5

Bei einer innenliegenden oder untenliegenden Nockenwelle verwirklichen sich in besonderer Weise die Vorteile des Ventiltriebs, da ein variabler Ventiltrieb für eine solche Nockenwelle ansonsten nur sehr schwierig und teuer darstellbar ist.

- 10 Die Aufgabe wird auch gelöst, indem eine Brennkraftmaschine geschaffen wird, die wenigstens einen Brennraum aufweist, dem wenigstens ein Einlassventil und wenigstens ein Auslassventil zugeordnet sind, wobei dem wenigstens einen Einlassventil und/oder dem wenigstens einen Auslassventil ein Ventiltrieb nach einem der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele zugeordnet ist. Dabei verwirklichen sich in Zusammenhang mit der Brennkraftmaschine
- 15 insbesondere die Vorteile, die bereits in Zusammenhang mit dem Ventiltrieb erläutert wurden. Insbesondere ist das zweite Wirkende der Betätigungseinrichtung mit einem jeweils zugeordneten Gaswechselventil wirkverbunden.

- Die Brennkraftmaschine ist gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel als Viertaktmotor
- 20 ausgebildet. Dabei ist ein Steuergerät der Brennkraftmaschine eingerichtet, um beim Umschalten von dem ersten Funktionszustand in den zweiten Funktionszustand einen Arbeitszyklus des wenigstens einen Brennraums um eine halbe Arbeitszyklendauer in der Phase zu verschieben. Das Steuergerät der Brennkraftmaschine ist dabei vorzugsweise die Steuereinrichtung des wenigstens einen Ventiltriebs oder übernimmt deren Funktionalität und ist somit insbesondere
- 25 mit der Unterbrechereinrichtung des wenigstens einen Ventiltriebs wirkverbunden.

- Die Verschiebung eines Arbeitszyklus für den wenigstens einen Brennraum um eine halbe Arbeitszyklendauer kann auf verschiedene Weise bewirkt werden: Es ist beispielsweise möglich, eine Zündung und/oder Entflammung eines Verbrennungsluft-Brennstoff-Gemischs in dem
- 30 Brennraum in einem Arbeitszyklus auszusetzen, und eine halbe Arbeitszyklendauer später zu bewirken, wodurch der Arbeitstakt des Arbeitszyklus um eine halbe Arbeitszyklendauer verschoben wird.

Zusätzlich oder alternativ ist es möglich, wenigstens ein dem Brennraum zugeordnetes Einlassventil und/oder wenigstens ein dem Brennraum zugeordnetes Auslassventil in einem Takt, in dem es eigentlich geöffnet sein soll, zu schließen und geschlossen zu halten, und um einem halben Arbeitszyklus phasenverschoben wieder zu öffnen.

5

Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, in einem Arbeitszyklus in einem eigentlich als Arbeitstakt vorgesehenen Takt keinen Brennstoff in den Brennraum einzubringen, sei es beispielsweise durch Schließen und geschlossen Halten eines Einlassventils während eines Ansaugtakts, und/oder durch Unterlassen eines Einspritzereignisses, und den Brennstoff dafür eine halbe Arbeitszyklendauer verschoben in den Brennraum einzubringen.

10

Ist sowohl den Einlassventilen als auch den Auslassventilen des Brennraums ein Ventiltrieb nach einem der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele zugeordnet, ist es möglich, zwischen dem ersten Funktionszustand und dem zweiten Funktionszustand dadurch umzuschalten, dass die Unterbrechereinrichtung zur Unterbrechung der Wirkverbindung für wenigstens eine volle Umdrehung der Nockenwelle angesteuert wird.

15

Insbesondere dann, wenn nur einem Einlassventil, aber keinem Auslassventil, oder nur einem Auslassventil, aber keinem Einlassventil, ein erfindungsgemäßer Ventiltrieb zugeordnet ist, kann das Schalten zwischen dem ersten und dem zweiten Funktionszustand über eine Nockenstelleinrichtung erfolgen.

20

Ist einem Auslassventil ein erfindungsgemäßer Ventiltrieb zugeordnet, ist das Steuergerät bevorzugt eingerichtet, um parameterabhängig in den dritten Funktionszustand zu schalten, wobei auf diese Weise eine Abgasrückführung verwirklicht werden kann.

25

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

30

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 Dieselmotor, 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.

Die Aufgabe wird auch gelöst, indem ein Verfahren zum Betreiben eines Ventiltriebs geschaffen wird, wobei für eine Ventilhubbetätigung eines Gaswechselventils ein Nocken verwendet wird, der an einer Umfangsfläche wenigstens zwei – in Umfangsrichtung gesehen – versetzt zueinander angeordnete Ventilhubflächenbereiche aufweist, wobei in einem ersten Funktionszustand während jeder vollen Umdrehung des Nockens eine Wirkverbindung zwischen dem Nocken und einem Gaswechselventil für einen ersten Ventilhubflächenbereich der wenigstens zwei Ventilhubflächenbereiche geschlossen und für einen zweiten Ventilhubflächenbereich der wenigstens zwei Ventilhubflächenbereiche unterbrochen wird. Im Rahmen des Verfahrens wird bevorzugt ein Ventiltrieb nach einem der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele betrieben. In Zusammenhang mit dem Verfahren verwirklichen sich insbesondere die Vorteile, die bereits in Zusammenhang mit dem Ventiltrieb und der Brennkraftmaschine beschrieben wurden.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass in einem zweiten Funktionszustand während jeder vollen Umdrehung des Nockens die Wirkverbindung zwischen dem Nocken und dem Gaswechselventil für den ersten Ventilhubflächenbereich unterbrochen und für den zweiten Ventilhubflächenbereich geschlossen wird. Somit sind in dem zweiten Funktionszustand der aktive Ventilhubflächenbereich und der inaktive Ventilhubflächenbereich vertauscht.

Vorzugsweise wird im Rahmen des Verfahrens parameterabhängig zwischen dem ersten und dem zweiten Funktionszustand umgeschaltet, wobei als Parameter insbesondere wenigstens eine Betriebsgröße der Brennkraftmaschine, welche ein Kennfeld aufspannt, verwendet werden kann, besonders bevorzugt eine Drehzahl der Brennkraftmaschine.

5

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass in einem dritten Funktionszustand während jeder vollen Umdrehung des Nockens die Wirkverbindung zwischen dem Nocken und dem Gaswechselventil für wenigstens zwei der wenigstens zwei Ventilhubflächenbereiche geschlossen ist. Auf diese Weise kann insbesondere eine Abgasrückführung verwirklicht werden.

10

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass eine Unterbrechereinrichtung zur Unterbrechung und zum Schließen der Wirkverbindung zwischen dem Nocken und dem Gaswechselventil vorgesehen ist, wobei die Unterbrechereinrichtung parameterabhängig kontinuierlich oder in eine Mehrzahl von Betriebszuständen angesteuert wird, insbesondere um einen variablen Ventiltrieb zu verwirklichen. Die Unterbrechereinrichtung kann also nicht nur zum Schließen oder Öffnen der Wirkverbindung angesteuert werden, sondern wird darüber hinaus auch derart angesteuert, dass verschiedene Ventilhubkurven für jeden Ventilhubflächenbereich, insbesondere Unterkurven von durch die Ventilhubflächenbereiche definierten Ventilhubkurven verwirklicht werden.

15

20

Die Beschreibung des Ventiltriebs und der Brennkraftmaschine einerseits sowie des Verfahrens zum Betreiben eines Ventiltriebs andererseits sind komplementär zueinander zu verstehen. Insbesondere sind Verfahrensschritte, die explizit oder implizit in Zusammenhang mit dem Ventiltrieb und/oder der Brennkraftmaschine beschrieben wurden, bevorzugt einzeln oder miteinander kombiniert Schritte einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens. Merkmale des Ventiltriebs und/oder der Brennkraftmaschine, die explizit oder implizit in Zusammenhang mit dem Verfahren beschrieben 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 der Brennkraftmaschine und/oder des Ventiltriebs bedingt ist. Die Brennkraftmaschine und/oder der Ventiltrieb zeichnet/zeichnen sich bevorzugt durch

25

30

wenigstens ein Merkmal aus, welches durch wenigstens einen Schritt einer erfindungsgemäßen oder bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens bedingt ist.

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

5

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines Ventiltriebs, und
Figur 2 eine schematische, diagrammatische Darstellung verschiedener Ventilhubkurven des Ventiltriebs sowie der Verwirklichung eines variablen Ventiltriebs.

10 **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines Ventiltriebs 1 für eine Brennkraftmaschine 3, wobei der Ventiltrieb 1 eingerichtet ist zur Betätigung von wenigstens einem Gaswechselventil 5, das hier konkret als Einlassventil 6 ausgebildet und einem Brennraum 7 der Brennkraftmaschine 3 zugeordnet ist. Es ist möglich, dass dem Brennraum 7
mehr als ein Einlassventil 6 zugeordnet ist, insbesondere können dem Brennraum 7 zwei
15 Einlassventile 6 zugeordnet sein. Es ist möglich, dass der Ventiltrieb 1 zur Betätigung beider Einlassventile 6 des Brennraums 7 dient.

Schematisch ist angedeutet, dass dem Brennraum 7 wenigstens ein Auslassventil 9 zugeordnet ist, wobei es möglich ist, dass auch dieses Auslassventil 9 durch den Ventiltrieb 1 oder einen
20 analog zu dem Ventiltrieb 1 ausgebildeten Ventiltrieb betätigbar ist. Es ist möglich, dass dem Brennraum 7 mehr als ein Auslassventil 9 zugeordnet ist. Insbesondere können dem Brennraum 7 zwei Auslassventile 9 zugeordnet sein. Es ist möglich, dass alle dem Brennraum 7 zugeordneten Auslassventile 9 durch den Ventiltrieb 1 oder einen analog ausgestalteten Ventiltrieb betätigbar sind.

25

Das Einlassventil oder die Einlassventile sowie das Auslassventil 9 oder die Auslassventile 9 bilden gemeinsam dem Brennraum 7 zugeordnete Gaswechselventile 5. Die Funktionsweise des Ventiltriebs 1 wird im Folgenden unter Bezug auf das konkret dargestellte Gaswechselventil 5
erläutert. Sie ist aber vorzugsweise identisch für jedes weitere dem Brennraum 7 zugeordnete
30 Gaswechselventil 5, welches durch den Ventiltrieb 1 oder einen analog ausgebildeten Ventiltrieb betätigbar ist.

Die Brennkraftmaschine 3 weist vorzugsweise eine Mehrzahl von Brennräumen 7 auf. Dabei ist bevorzugt vorgesehen, dass die Brennräume 7 insbesondere bezüglich der hier relevanten

Ausgestaltung identisch ausgebildet sind. Es ist aber auch möglich, dass die Brennkraftmaschine 3 als Einzylindermotor ausgebildet ist und tatsächlich nur einen Brennraum 7 aufweist.

Der Ventiltrieb 1 weist eine um eine Drehachse A, die auf der Bildebene von Figur 1 senkrecht steht, drehbar gelagerte Nockenwelle 11 auf, wobei auf oder an der Nockenwelle 11 wenigstens ein Nocken 13 drehfest angeordnet ist. Die Nockenwelle 11 ist vorzugsweise als innenliegende oder untenliegende Nockenwelle der Brennkraftmaschine 3 ausgebildet, insbesondere also nicht in einen Zylinderkopf der Brennkraftmaschine 3 integriert oder an diesem angeordnet.

Vorzugsweise dient dieselbe Nockenwelle 11 – mit verschiedenen Nocken 13 – der Betätigung aller Gaswechselventile 5 der Brennkraftmaschine 3, insbesondere aller Einlass- und Auslassventile 6, 9. Ist die Brennkraftmaschine 3 als V-Motor, also als Motor mit V-förmiger Anordnung von Brennräumen 7 in zwei Zylinderbänken, ausgebildet, ist die Nockenwelle 11 bevorzugt mittig am oder im Kurbelgehäuse angeordnet und dient der Ansteuerung aller Gaswechselventile 5 beider Zylinderbänke der Brennkraftmaschine 3.

Vorzugsweise ist jedem Gaswechselventil 5 der Brennkraftmaschine 3 ein separater Nocken 13 auf der Nockenwelle 11 zugeordnet. Dabei ist bevorzugt wenigstens einer der Nocken 13 ausgebildet, wie dies im Folgenden für den in Figur 1 dargestellten Nocken 13 beschrieben wird. Es ist vorzugsweise möglich, dass eine Mehrzahl von Nocken 13 der Nockenwelle 11 entsprechend ausgebildet sind; vorzugsweise sind alle Nocken 13 der Nockenwelle 11 entsprechend ausgebildet.

Die Nockenwelle 11 vollführt während eines Arbeitszyklus der Brennkraftmaschine 3, die vorzugsweise als Viertaktmotor ausgebildet ist, genau eine Umdrehung um die Drehachse A. Somit läuft die Nockenwelle 11 insbesondere mit halber Drehzahl im Vergleich zu einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine 3 um.

Der Ventiltrieb 1 weist eine Betätigungseinrichtung 15 auf, die an einem ersten Wirkende 17 mit dem Nocken 13 und an einem zweiten Wirkende 19 mit dem Gaswechselventil 5 zusammenwirkt, um eine Hubbewegung, das heißt insbesondere einen Ventilhub, des Gaswechselventils 5 zu bewirken, wenn der Nocken 13 mit der Nockenwelle 11 um die Drehachse A rotiert.

Die Betätigungseinrichtung 15 weist außerdem eine Unterbrechereinrichtung 21 auf, die eingerichtet ist, um eine über die Betätigungseinrichtung 15 bereitgestellte Wirkverbindung zwischen dem wenigstens einen Nocken 13 und dem Gaswechselventil 5 in einem ersten Betriebszustand der Unterbrechereinrichtung 21 zu unterbrechen und in einem zweiten Betriebszustand der Unterbrechereinrichtung 21 zu schließen.

Das erste Wirkende 17 der Betätigungseinrichtung weist hier einen Schwinghebel 23 auf, der mit einer Stößelstange 25 wirkverbunden ist. Die Stößelstange 25 wirkt mit der Unterbrechereinrichtung 21 zusammen, die ihrerseits wiederum mit einem Kipphebel 27 zusammenwirkt. Der Kipphebel 27 wirkt mit dem Gaswechselventil 5 zusammen, wobei dieses eine Hubbewegung ausführt, wenn der Kipphebel eine Kippbewegung ausführt. Das Gaswechselventil 5 ist in für sich genommen bekannter Weise durch ein Vorspann- oder Federelement 29 in eine geschlossene Position vorgespannt.

Die Unterbrechereinrichtung 21 ist hier als hydraulische Unterbrechereinrichtung ausgebildet und weist einen Geberzylinder 31 auf, der mit der Stößelstange 25 zusammenwirkt, sowie einen Nehmerzylinder 33, der – hier vermittelt über eine weitere Stößelstange 35 – mit dem Kipphebel 27 zusammenwirkt. Der Geberzylinder 31 und der Nehmerzylinder 33 sind miteinander hydraulisch über ein Hydraulikmittelvolumen 37 gekoppelt, wobei das Hydraulikmittelvolumen 37 über eine ansteuerbare Ventileinrichtung 39, die beispielsweise als Magnetventil ausgebildet sein kann, mit einem Hydraulikmittelreservoir 41 fluidisch verbunden ist. Die ansteuerbare Ventileinrichtung 39 ist durch eine Steuereinrichtung 43 ansteuerbar und insbesondere mit dieser wirkverbunden, wobei die Steuereinrichtung 43 eine separat dem Ventiltrieb 1 zugeordnete Steuereinrichtung sein kann, oder aber ein Steuergerät der Brennkraftmaschine 3, welches dann insoweit die Funktionalität der Steuereinrichtung des Ventiltriebs 1 übernimmt.

Ist die ansteuerbare Ventileinrichtung 39 geschlossen, kann kein Hydraulikmittel aus dem Hydraulikmittelvolumen 37 in das Hydraulikmittelreservoir 41 abfließen. Wird in diesem Betriebszustand der Unterbrechereinrichtung 21 Hydraulikmittel durch Betätigung der Stößelstange 25 aus dem Geberzylinder 31 verdrängt, strömt dieses in den Nehmerzylinder 33 und bewirkt damit eine Verkippung des Kipphebels 27 und damit zugleich eine Hubbewegung des Gaswechselventils 5. Wird dagegen die ansteuerbare Ventileinrichtung 39 geöffnet, ist in diesem Betriebszustand der Unterbrechereinrichtung 21 das Hydraulikmittelvolumen 37 über die geöffnete Ventileinrichtung 39 mit dem Hydraulikmittelreservoir 41 fluidverbunden. Durch eine

Betätigung der Stößelstange 25 wird dann Hydraulikmittel aus dem Hydraulikmittelvolumen 37 über die Ventileinrichtung 39 in das Hydraulikmittelreservoir 41 verdrängt, wobei keine Aktivierung des Nehmerzylinders 33 und damit auch keine Bewegung des Kipphebels 27 erfolgt. Trotz Verlagerung der Stößelstange 25 erfolgt dann keine Hubbewegung des Gaswechselventils 5, weil die Wirkverbindung zwischen der Stößelstange 25 und dem Gaswechselventil 5, insbesondere zwischen der Stößelstange 25 und dem Kipphebel 27, durch die Unterbrechereinrichtung 21 unterbrochen ist. Wird die Stößelstange 25 wieder zurückverlagert und damit das Hydraulikmittelvolumen 37 vergrößert, kann wiederum Hydraulikmittel aus dem Hydraulikmittelreservoir 41 über die geöffnete Ventileinrichtung 39 zurück in das Hydraulikmittelvolumen 37 strömen, was insbesondere durch einen Vorspannmechanismus 45 für das Hydraulikmittel in dem Hydraulikmittelreservoir 41 gewährleistet werden kann. Vorzugsweise ist ein nicht dargestelltes Vorspann- oder Federelement vorgesehen, welches die Stößelstange 25 in der Figur nach unten gegen den Nocken 13 drängt, sodass diese auch nach erfolgter Hubbewegung der Nockenkontur folgt. Wird danach die ansteuerbare Ventileinrichtung 39 wieder geschlossen, ist wiederum ein Betriebszustand der Unterbrechereinrichtung 21 erreicht, in dem die Wirkverbindung zwischen der Stößelstange 25 und dem Kipphebel 27 besteht, also geschlossen ist.

Es ist also möglich, durch Ansteuerung der ansteuerbaren Ventileinrichtung 39 die Wirkverbindung zwischen dem Nocken 13 und dem Gaswechselventil 5 bedarfsgerecht zu unterbrechen und zu schließen.

Vorzugsweise ist die Unterbrechereinrichtung 21 derart ausgebildet, dass sie in ein Kontinuum oder zumindest eine Mehrzahl diskreter Betriebszustände zwischen den beiden zuvor beschriebenen Betriebszuständen ansteuerbar ist. Auf diese Weise kann die Hubkurve des Gaswechselventils 5 variabel ausgestaltet werden, insbesondere können sogenannte Unterhubkurven verwirklicht werden, bei welchen der Ventilhub des Gaswechselventils 5 geringer ausfällt als bei vollständiger Kopplung, insbesondere als bei vollständig geschlossener Ventileinrichtung 39. Solche Unterhubkurven können insbesondere auch durch pulsweitenmodulierte Ansteuerung der Ventileinrichtung 39 verwirklicht werden. Insbesondere ist es bevorzugt möglich, mittels der Unterbrechereinrichtung 21 einen vollvariablen Ventiltrieb bereitzustellen, der durch geeignete Ansteuerung der ansteuerbaren Ventileinrichtung 39 verwirklicht werden kann.

Der Nocken 13 weist eine Umfangsfläche 47 auf, an der wenigstens zwei, hier genau zwei – in Umfangsrichtung gesehen – versetzt zueinander angeordnete Ventilhubflächenbereiche vorgesehen sind, hier nämlich ein erster Ventilhubflächenbereich 49 und ein zweiter Ventilhubflächenbereich 51. Dabei sind hier die beiden Ventilhubflächenbereiche 49, 51 relativ zueinander um 180° – in Umfangsrichtung gesehen – versetzt angeordnet. Die beiden Ventilhubflächenbereiche 49, 51 sind verschieden ausgestaltet, was im Folgenden noch näher erläutert wird. Die Unterschiede zwischen den Ventilhubflächenbereichen 49, 51 sind in der schematischen Darstellung von Figur 1 übertrieben dargestellt, um dies besser zu verdeutlichen.

Beide Ventilhubflächenbereiche 49, 51 wirken mit dem ersten Wirkende 17 und insbesondere mit dem Schwinghebel 23 zusammen, um jeweils eine Hubbewegung des Gaswechselventils 5 bewirken zu können, wenn die Nockenwelle 11 gemeinsam mit dem Nocken 13 um die Drehachse A rotiert. Aus Figur 1 ist offensichtlich, dass die beiden Ventilhubflächenbereiche 49, 51 abwechselnd mit dem ersten Wirkende 17 zusammenwirken. Dabei sind Zeitpunkte des Zusammenwirkens der Ventilhubflächenbereiche 49, 51 aufgrund deren Versetzung um 180° an der Umfangsfläche 47 um einen halben Arbeitszyklus des Brennraums 7 der Brennkraftmaschine 3 zueinander phasenverschoben.

Die Steuereinrichtung 43 ist eingerichtet, um die Unterbrechereinrichtung 21 in einem ersten Funktionszustand der Steuereinrichtung 43 so anzusteuern, dass die Wirkverbindung zwischen dem Nocken 13 und dem Gaswechselventil 5 während jeder vollen Umdrehung der Nockenwelle 11 für den ersten Ventilhubflächenbereich 49 der wenigstens zwei Ventilhubflächenbereiche 49, 51 geschlossen und für den zweiten Ventilhubflächenbereich 51 der wenigstens zwei Ventilhubflächenbereiche 49, 51 unterbrochen ist. In dem ersten Funktionszustand wird also durch entsprechende Ansteuerung der Unterbrechereinrichtung 21 von der Steuereinrichtung 43 der erste Ventilhubflächenbereich 49 als aktiver Ventilhubflächenbereich verwendet, der tatsächlich vermittelt über die Betätigungseinrichtung 15 eine Hubbewegung des Gaswechselventils 5 bewirkt, wobei der andere, zweite Ventilhubflächenbereich 51 als inaktiver Ventilhubflächenbereich verwendet wird, für den die Wirkverbindung zu dem Gaswechselventil 5 mittels der Unterbrechereinrichtung 21 unterbrochen ist, sodass dieser inaktive Ventilhubflächenbereich keine Hubbewegung des Gaswechselventils 5 bewirkt. Es wird also beispielsweise nur in einem Einlasstakt des Brennraums 7 tatsächlich das Einlassventil 6 betätigt, während dieses in einem – mit Bezug auf die Nockenwelle hierzu 180° phasenverschobenen – Auslasstakt nicht betätigt wird.

Die Steuereinrichtung 43 ist weiterhin eingerichtet, um die Unterbrechereinrichtung 21 in einem zweiten Funktionszustand so anzusteuern, dass die Wirkverbindung zwischen dem Nocken 13 und dem Gaswechselventil 5 während jeder vollen Umdrehung der Nockenwelle 11 für den
5 ersten Ventilhubflächenbereich 49 unterbrochen ist, während sie für den zweiten Ventilhubflächenbereich 51 geschlossen ist. Somit ist nun in dem zweiten Funktionszustand der zweite Ventilhubflächenbereich 51 der aktive Ventilhubflächenbereich, während der erste Ventilhubflächenbereich 49 der inaktive Ventilhubflächenbereich ist. Die Ventilhubflächenbereiche 49, 51 werden also beim Umschalten zwischen dem ersten und dem
10 zweiten Funktionszustand bezüglich ihres Status als aktiver und inaktiver Ventilhubflächenbereich getauscht.

Somit ist es möglich, durch entsprechende Schaltung der Steuereinrichtung 43 zwischen dem ersten und zweiten Funktionszustand auszuwählen, mit welcher Nockenkontur und damit
15 Ventilhubkurve das Gaswechselventil 5 angesteuert wird.

In dieser Hinsicht ist insbesondere relevant, dass – wie bereits ausgeführt – die Ventilhubflächenbereiche 49, 51 verschieden ausgestaltet sind. Insbesondere weist der erste Ventilhubflächenbereich 49 eine steilere Ventilhubkurve auf, als der zweite
20 Ventilhubflächenbereich 51. Der erste Ventilhubflächenbereich 49 ist dabei insbesondere geeignet, um das Gaswechselventil 5 in einem ersten, niedrigeren Drehzahlbereich anzusteuern, wobei der zweite Ventilhubflächenbereich 51 geeignet ist, das Gaswechselventil 5 in einem zweiten, höheren Drehzahlbereich anzusteuern. Zugleich ist bevorzugt der zweite Ventilhubflächenbereich 51 breiter und/oder flacher, insbesondere tiefer, ausgebildet als der
25 erste Ventilhubflächenbereich 49.

Die Steuereinrichtung 43 ist bevorzugt eingerichtet, um parameterabhängig, insbesondere in Abhängigkeit von wenigstens einem ein Kennfeld der Brennkraftmaschine 3 aufspannenden Parameter, ganz besonders abhängig von der Drehzahl der Brennkraftmaschine 3, zwischen dem
30 ersten Funktionszustand und dem zweiten Funktionszustand zu schalten, und somit jeweils eine für den momentanen Kennfeldbereich günstige Ventilhubkurve und Nockenkontur auszuwählen.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die Steuereinrichtung 43 eingerichtet ist, um die Unterbrechereinrichtung 21 in einem dritten Funktionszustand so

anzusteuern, dass die Wirkverbindung zwischen dem Nocken 13 und dem Gaswechselventil 5 während jeder vollen Umdrehung der Nockenwelle 11 für beide Ventilhubflächenbereiche 49, 51 geschlossen ist. In diesem Fall führt das Gaswechselventil 5 tatsächlich zwei Hubbewegungen pro Arbeitstakt aus. Dies ist insbesondere sinnvoll, wenn das Gaswechselventil 5 als

5 Auslassventil 9 ausgebildet ist, weil auf diese Weise eine Abgasrückführung verwirklicht werden kann, insbesondere weil das Auslassventil nicht nur in dem Auslasstakt, sondern auch in dem relativ zu diesem – mit Bezug auf die Nockenwelle 11 – um 180° phasenverschobenen Einlasstakt geöffnet werden kann, um Abgas aus einem Abgaspfad über das geöffnete Auslassventil zurück in den Brennraum 7 zu fördern.

10

Die Steuereinrichtung 43 ist dann insbesondere bevorzugt auch ausgebildet, um parameterabhängig zwischen dem dritten Funktionszustand und wenigstens einem Funktionszustand, ausgewählt aus dem ersten Funktionszustand und dem zweiten Funktionszustand, zu schalten. Es kann dann bedarfsgerecht und parameterabhängig eine

15 Abgasrückführung für den Brennraum 7 realisiert werden.

Anhand der bisherigen Beschreibung zu Figur 1 wird deutlich, dass eine Möglichkeit, zwischen dem ersten Funktionszustand und dem zweiten Funktionszustand umzuschalten insbesondere darin besteht, eine Phasenverschiebung des Arbeitszyklus der Brennkraftmaschine 3 für den

20 Brennraum 7 um eine halbe Arbeitszyklendauer, insbesondere also um 360° Kurbelwinkel oder um 180° Nockenwellenwinkel, zu bewirken.

Die Steuereinrichtung 43 ist hierzu bevorzugt eingerichtet, um zum Umschalten zwischen dem ersten und dem zweiten Funktionszustand die Unterbrechereinrichtung 21 zur Unterbrechung der

25 Wirkverbindung zwischen dem Nocken 13 und dem Gaswechselventil 5 für eine volle Umdrehung der Nockenwelle 11 anzusteuern. Dabei erfolgt dann eine Unterbrechung der Wirkverbindung während dieser einen, vollen Umdrehung insbesondere nicht nur für den bisher inaktiven Ventilhubflächenbereich, sondern zusätzlich auch für den bisher aktiven Ventilhubflächenbereich. Im Anschluss an diese eine, volle Umdrehung wird dann die

30 Unterbrechereinrichtung 21 derart durch die Steuereinrichtung 43 angesteuert, dass der bisher inaktive Ventilhubflächenbereich zum aktiven Ventilhubflächenbereich wird, wobei der bisher aktive Ventilhubflächenbereich zum inaktiven Ventilhubflächenbereich wird.

Diese Art des Umschaltens zwischen dem ersten und dem zweiten Funktionszustand wird besonders bevorzugt durchgeführt bei einem Ausführungsbeispiel der Brennkraftmaschine 3, bei welchem sowohl den Einlassventilen 6 als auch den Auslassventilen 9 eines Brennraums 7 ein entsprechender Ventiltrieb 1 zugeordnet ist, wobei auch für das Auslassventil 9 oder die Auslassventile 9 Nocken verwendet werden, welche zwei Ventilhubflächenbereiche aufweisen, die bevorzugt 180° zueinander versetzt an einer Umfangsfläche der Nocken angeordnet sind. Es werden dann während eines halben Arbeitszyklus der Brennkraftmaschine 3 bevorzugt alle Gaswechselventile 5 des Brennraums 7 geschlossen gehalten, und danach werden die Gaswechselventile 5 phasenverschoben wieder geöffnet. Beispielsweise können nach einem Ausstoßtakt die Gaswechselventile 5 in einem Einlasstakt geschlossen bleiben, wobei keine Verbrennungsluftzufuhr in den Brennraum 7 erfolgt, wobei entsprechend auch ein darauf folgender Kompressionstakt sowie ein darauf folgender Zündtakt quasi wirkungslos bleiben, wobei dann nach dem Zündtakt in dem darauffolgenden Takt das Einlassventil oder die Einlassventile geöffnet werden können, sodass der ursprüngliche Ausstoßtakt nun zum Einlasstakt wird, was einer Phasenverschiebung des Arbeitszyklus um eine halbe Arbeitszyklendauer entspricht.

Zusätzlich oder alternativ ist es möglich, dass das Schalten zwischen dem ersten und dem zweiten Funktionszustand mittels einer Nockenstelleinrichtung durchgeführt wird. Die Nockenstelleinrichtung ist dabei bevorzugt insbesondere eingerichtet, um die Nockenwelle 11 – unabhängig von einem sonst vorgesehenen Antrieb derselben – um 180° um die Drehachse A zu verdrehen. Es ist auch möglich, dass eine solche Nockenstelleinrichtung gezielt nur auf einzelne Nocken 13, insbesondere nur auf einen Nocken 13, der Nockenwelle 11 wirkt und diesen dann relativ zu der Nockenwelle 11 um 180° verdreht.

Es ist dann auch möglich, zwischen dem ersten und dem zweiten Funktionszustand zu schalten, wenn beispielsweise nur ein Einlassventil 6 und kein Auslassventil 9, oder nur ein Auslassventil 9 und kein Einlassventil 6 des Brennraums 7 einen erfindungsgemäßen Ventiltrieb 1 aufweist. Mittels einer Nockenstelleinrichtung ist es insbesondere möglich, keinen Arbeitszyklus, einen halben Arbeitszyklus oder einen vollen Arbeitszyklus zu verlieren, das heißt in der entsprechenden Zeit keine Arbeit in dem Brennraum 7 zu verrichten.

Die Brennkraftmaschine 3 ist vorzugsweise als Viertaktmotor ausgebildet.

Eine Verschiebung des Arbeitszyklus für den wenigstens einen Brennraum 7 um eine halbe Arbeitszyklendauer kann zusätzlich oder alternativ auch durch entsprechende Ansteuerung oder Bewirkung einer Zündung oder Entflammung in dem Brennraum 7 und/oder durch eine unterlassene Zufuhr von Brennstoff in den Brennraum 7 bewirkt werden.

5

Fig. 2 zeigt eine schematische und diagrammatische Darstellung einer Funktionsweise eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Ventiltriebs. Dabei ist in einem oberen, ersten Diagramm ein Nockenhub N gegen die Zeit t aufgetragen, wobei der Nockenhub N einen in radialer Richtung, also senkrecht zur Drehachse A gemessenen Abstand eines von dem ersten Wirkende 17 abgetasteten Punkts auf der Umfangsfläche 47 von einem radial innersten Punkt der Umfangsfläche 47 – insbesondere zwischen den Ventilhubflächenbereichen 49, 51 gemessen – bedeutet. Der Nockenhub N gibt also den mit dem ersten Wirkende 17 zusammenwirkenden Verlauf der Umfangsfläche 47 einschließlich der Ventilhubflächenbereiche 49, 51 während einer vollen Umdrehung der Nockenwelle 11 um die Drehachse A wieder, wobei dabei der Nockenhub N insbesondere auch einer Auslenkung des Schwinghebels 23 entspricht, die sich im Zusammenspiel mit dem Nocken 13 und insbesondere mit den Ventilhubflächenbereichen 49, 51 ergibt.

Dabei ist in dem Diagramm links eine zweite, flachere, breitere Nockenhubkurve II dargestellt, die sich aufgrund des zweiten Ventilhubflächenbereichs 51 ergibt, wobei rechts davon eine erste Nockenhubkurve I dargestellt ist, die sich aus dem ersten Ventilhubflächenbereich 49 ergibt.

In dem mittleren Diagramm ist eine Bestromungskurve I zur Ansteuerung der ansteuerbaren Ventileinrichtung 39 gegen die Zeit t in gleicher Skalierung wie bei dem oberen Diagramm dargestellt, die sich für den Spezialfall ergibt, dass zum einen der zweite Ventilhubflächenbereich 51 inaktiv ist, wobei der erste Ventilhubflächenbereich 49 aktiv ist, wobei zugleich ein variabler Ventiltrieb für den ersten Ventilhubflächenbereich 49 verwirklicht wird.

Die charakteristische Form der Bestromungskurven I ergibt sich daraus, dass zunächst, zum Öffnen der ansteuerbaren Ventileinrichtung 39, typischerweise ein erhöhter Strom nötig ist, beispielsweise um ein Ventilelement der Ventileinrichtung 39 von einem Ventilsitz abzuheben, wobei sich an diesen ersten Bereich i ein zweiter Bereich ii anschließt, der einem Haltestrom zum Offenhalten der Ventileinrichtung 39 entspricht. Es zeigt sich, dass für die zweite

Nockenhubkurve II während deren gesamter Zeitdauer die ansteuerbare Ventileinrichtung 39 angesteuert wird, wodurch während der gesamten Dauer der zweiten Nockenhubkurve II Hydraulikmittel aus dem Hydraulikmittelvolumen 37 in das Hydraulikmittelreservoir 41 abgesteuert wird. Daher ist hier der zweite Ventilhubflächenbereich 51 inaktiv und bewirkt keine

5 Hubbewegung des Gaswechselventils 5.

Dies ist erkennbar in dem untersten Diagramm, welches eine Ventilhubkurve V des Gaswechselventils 5 aufgetragen gegen die Zeit t in gleicher Skalierung wie in den anderen Diagrammen wiedergibt. Hier fehlt es nämlich an einem Ventilhub zum Zeitpunkt der linken,

10 zweiten Nockenhubkurve II.

Dagegen ist im Bereich der rechten, ersten Nockenhubkurve I die ansteuerbare Ventileinrichtung 39 zunächst nicht angesteuert, sodass der erste Ventilhubflächenbereich 49 aktiv ist und einen Ventilhub V bewirkt. Allerdings wird ein variabler Ventiltrieb derart bewerkstelligt, dass zu

15 einem ersten Zeitpunkt t_1 die ansteuerbare Ventileinrichtung 39 angesteuert wird. Im Verlauf der weiteren ersten Nockenhubkurve I wird dann Hydraulikmittel aus dem Hydraulikmittelvolumen 37 in das Hydraulikmittelreservoir 41 abgesteuert, wobei durch die Wirkverbindung zwischen dem Nocken 13 und dem Gaswechselventil 5 unterbrochen wird, sodass der Ventilhub V ausgehend von dem ersten Zeitpunkt t_1 abfällt und bereits zu einem zweiten Zeitpunkt t_2 endet.

20 Dies zeigt insbesondere, dass mittels des hier vorgeschlagenen Ventiltriebs 1 flexible Ventilsteuerzeiten einstellbar sind. Insbesondere können Miller-Steuerzeiten, insbesondere im Sinne eines frühen Ventilschlusses, gewählt werden.

25 Insgesamt zeigt sich, dass der erfindungsgemäße Ventiltrieb 1 eine kennfeldoptimierte Auswahl von Nockenkonturen und Ventilhubkurven ermöglicht. Durch die Verminderung der bewegten Ventiltriebmassen bei Deaktivierung eines Ventilhubflächenbereichs können ohne Mehraufwand zwei oder mehr Nockenkonturen an einem Nocken vorgesehen werden. Durch die Optimierung der Ventilhubkurven für einen jeweiligen Kennfeldbereich können Wirkungsgradvorteile

30 generiert werden. Darüber hinaus ist in Zusammenhang mit einem Auslassventil, welches mit dem erfindungsgemäßen Ventiltrieb 1 angesteuert wird, in einfacher Weise eine Abgasrückführung realisierbar.

ANSPRÜCHE

1. Ventiltrieb (1) für eine Brennkraftmaschine (3) zur Betätigung von wenigstens einem
5 Gaswechselventil (5), mit

- einer um eine Drehachse (A) drehbar gelagerten Nockenwelle (11), auf der wenigstens ein Nocken (13) drehfest angeordnet ist;
- einer Betätigungseinrichtung (15), die an einem ersten Wirkende (17) mit dem wenigstens einen Nocken (13) zusammenwirkt und an einem zweiten Wirkende (19) mit
10 einem Gaswechselventil (5) wirkverbinderbar ist, um eine Hubbewegung des Gaswechselventils (5) zu bewirken, wenn der Nocken (13) mit der Nockenwelle (11) um die Drehachse (A) rotiert, wobei
- die Betätigungseinrichtung (15) eine Unterbrechereinrichtung (21) aufweist, die eingerichtet ist, um eine Wirkverbindung zwischen dem wenigstens einen Nocken (13)
15 und dem Gaswechselventil (5) über die Betätigungseinrichtung (15) in einem ersten Betriebszustand zu unterbrechen und in einem zweiten Betriebszustand zu schließen,

dadurch gekennzeichnet, dass

- der wenigstens eine Nocken (13) an einer Umfangsfläche (47) wenigstens zwei – in Umfangsrichtung gesehen – versetzt zueinander angeordnete Ventilhubflächenbereiche
20 (49,51) aufweist, die bei rotierender Nockenwelle (11) mit dem ersten Wirkende (17) zusammenwirken, um jeweils eine Hubbewegung des Gaswechselventils (5) zu bewirken, und mit
- einer Steuereinrichtung (43), die eingerichtet ist, um die Unterbrechereinrichtung (21) in einem ersten Funktionszustand so anzusteuern, dass die Wirkverbindung zwischen dem
25 wenigstens einen Nocken (13) und dem wenigstens einen Gaswechselventil (5) während jeder vollen Umdrehung der Nockenwelle (11) für einen ersten Ventilhubflächenbereich (49) der wenigstens zwei Ventilhubflächenbereiche (49,51) geschlossen und für einen zweiten Ventilhubflächenbereich (51) der wenigstens zwei Ventilhubflächenbereiche (49,51) unterbrochen ist.

2. Ventiltrieb (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Ventilhubflächenbereich (49) eine steilere Ventilhubkurve aufweist als der zweite Ventilhubflächenbereich (51).

3. Ventiltrieb (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung (43) eingerichtet ist, um die Unterbrechereinrichtung (21) in einem zweiten Funktionszustand so anzusteuern, dass die Wirkverbindung zwischen dem wenigstens
5 einen Nocken (13) und dem wenigstens einen Gaswechselventil (5) während jeder vollen Umdrehung der Nockenwelle (11) für den ersten Ventilhubflächenbereich (49) unterbrochen und für den zweiten Ventilhubflächenbereich (51) geschlossen ist.
4. Ventiltrieb (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass
10 die Steuereinrichtung (43) eingerichtet ist, um die Unterbrechereinrichtung (21) in einem dritten Funktionszustand so anzusteuern, dass die Wirkverbindung zwischen dem wenigstens einen Nocken (13) und dem wenigstens einen Gaswechselventil (5) während jeder vollen Umdrehung der Nockenwelle (11) für wenigstens zwei Ventilhubflächenbereiche (49,51) der wenigstens
15 zwei Ventilhubflächenbereiche (49,51) geschlossen ist.
5. Ventiltrieb (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung (43) eingerichtet ist, um parameterabhängig zwischen dem ersten Funktionszustand und dem zweiten Funktionszustand zu schalten, vorzugsweise um
20 parameterabhängig in den dritten Funktionszustand und zurück in einen Funktionszustand, ausgewählt aus dem ersten Funktionszustand und dem zweiten Funktionszustand, zu schalten.
6. Ventiltrieb (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Unterbrechereinrichtung (21) kontinuierlich oder in mehr als zwei Betriebszustände zur
25 Variation eines Ventilhubes des wenigstens einen Gaswechselventils (5) ansteuerbar ist.
7. Ventiltrieb (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung (43) eingerichtet ist, um zum Umschalten zwischen dem ersten Funktionszustand und dem zweiten Funktionszustand die Unterbrechereinrichtung (21) zur
30 Unterbrechung der Wirkverbindung zwischen dem wenigstens einen Nocken (13) und dem wenigstens einen Gaswechselventil (5) für wenigstens eine volle Umdrehung der Nockenwelle (11) anzusteuern.

8. Ventiltrieb (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Schalten zwischen dem ersten Funktionszustand und dem zweiten Funktionszustand eine Nockenstelleinrichtung vorgesehen ist.
- 5 9. Ventiltrieb (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nockenwelle (11) als innenliegende und/oder als untenliegende Nockenwelle (11) ausgebildet ist.
- 10 10. Brennkraftmaschine (3), mit wenigstens einem Brennraum (7), dem wenigstens ein Gaswechselventil (5), insbesondere wenigstens ein Einlassventil und/oder wenigstens ein Auslassventil, zugeordnet ist, wobei dem wenigstens einen Gaswechselventil (5) ein Ventiltrieb (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 zugeordnet ist.
- 15 11. Brennkraftmaschine (3) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Brennkraftmaschine (3) als Viertaktmotor ausgebildet ist, wobei ein Steuergerät (43) der Brennkraftmaschine (3) eingerichtet ist, um beim Umschalten von dem ersten Funktionszustand in den zweiten Funktionszustand einen Arbeitszyklus für den wenigstens einen Brennraum (7) um eine halbe Arbeitszyklendauer in der Phase zu verschieben.
- 20 12. Verfahren zum Betreiben eines Ventiltriebs (1), wobei für eine Ventilhubbetätigung eines Gaswechselventils (5) ein Nocken (13) verwendet wird, der an einer Umfangsfläche (47) wenigstens zwei – in Umfangsrichtung gesehen – versetzt zueinander angeordnete Ventilhubflächenbereiche (49,51) aufweist, wobei in einem ersten Funktionszustand während jeder vollen Umdrehung des Nockens (13) eine Wirkverbindung zwischen dem Nocken (13) und
25 einem Gaswechselventil (5) für einen ersten Ventilhubflächenbereich (49) der wenigstens zwei Ventilhubflächenbereiche (49,51) geschlossen und für einen zweiten Ventilhubflächenbereich (51) der wenigstens zwei Ventilhubflächenbereiche (49,51) unterbrochen wird.
- 30 13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem zweiten Funktionszustand die Wirkverbindung zwischen dem Nocken (13) und dem Gaswechselventil (5) während jeder vollen Umdrehung des Nockens (13) für den ersten Ventilhubflächenbereich (49) unterbrochen und für den zweiten Ventilhubflächenbereich (51) geschlossen wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 und 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem dritten Funktionszustand die Wirkverbindung zwischen dem Nocken (13) und dem Gaswechselventil (5) während jeder vollen Umdrehung des Nockens (13) für wenigstens zwei Ventilhubflächenbereiche (49,51) der wenigstens zwei Ventilhubflächenbereiche (49,51)

5 geschlossen wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Unterbrechereinrichtung (21), die eingerichtet ist, um die Wirkverbindung zwischen dem wenigstens einen Nocken (13) und dem Gaswechselventil (5) zu unterbrechen und zu schließen,

10 parameterabhängig kontinuierlich oder in eine Mehrzahl von Betriebszuständen angesteuert wird.

1/2

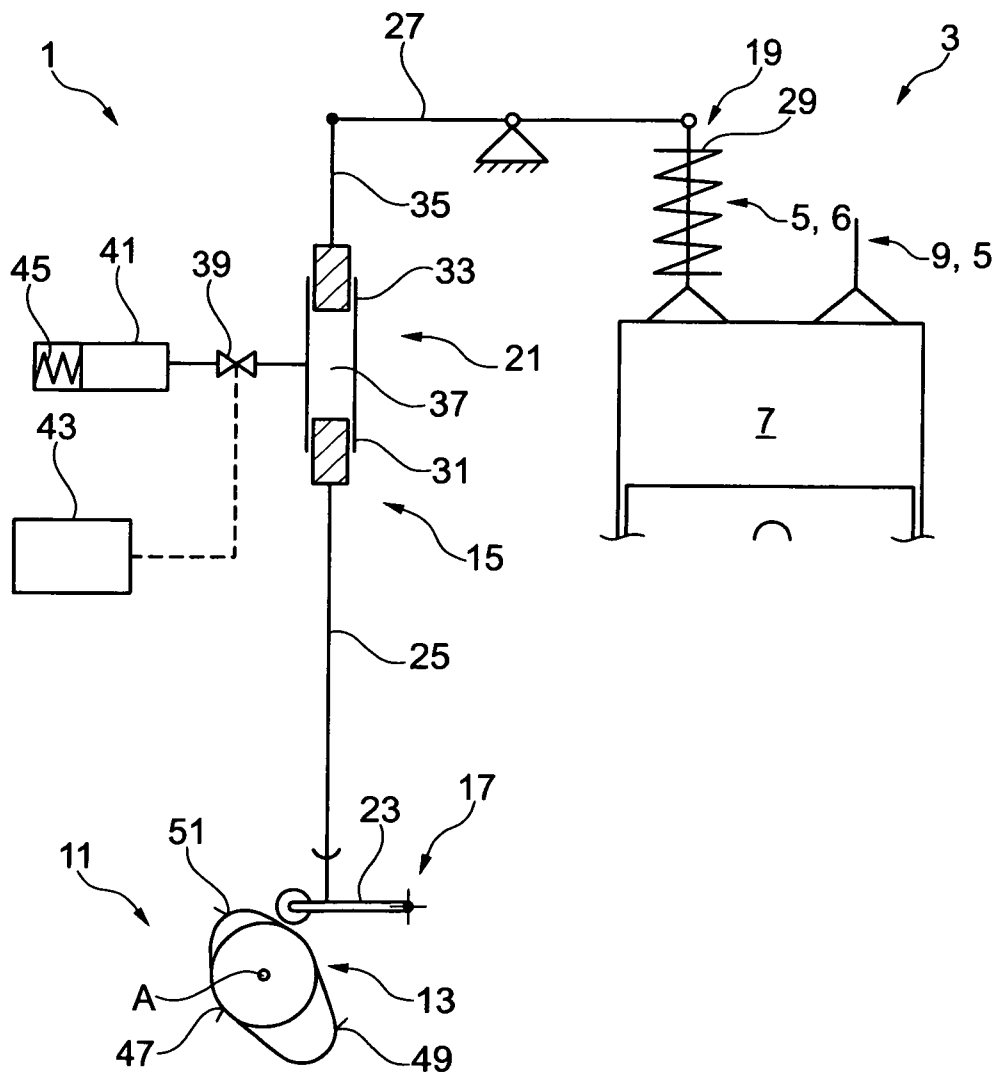


Fig. 1

2/2

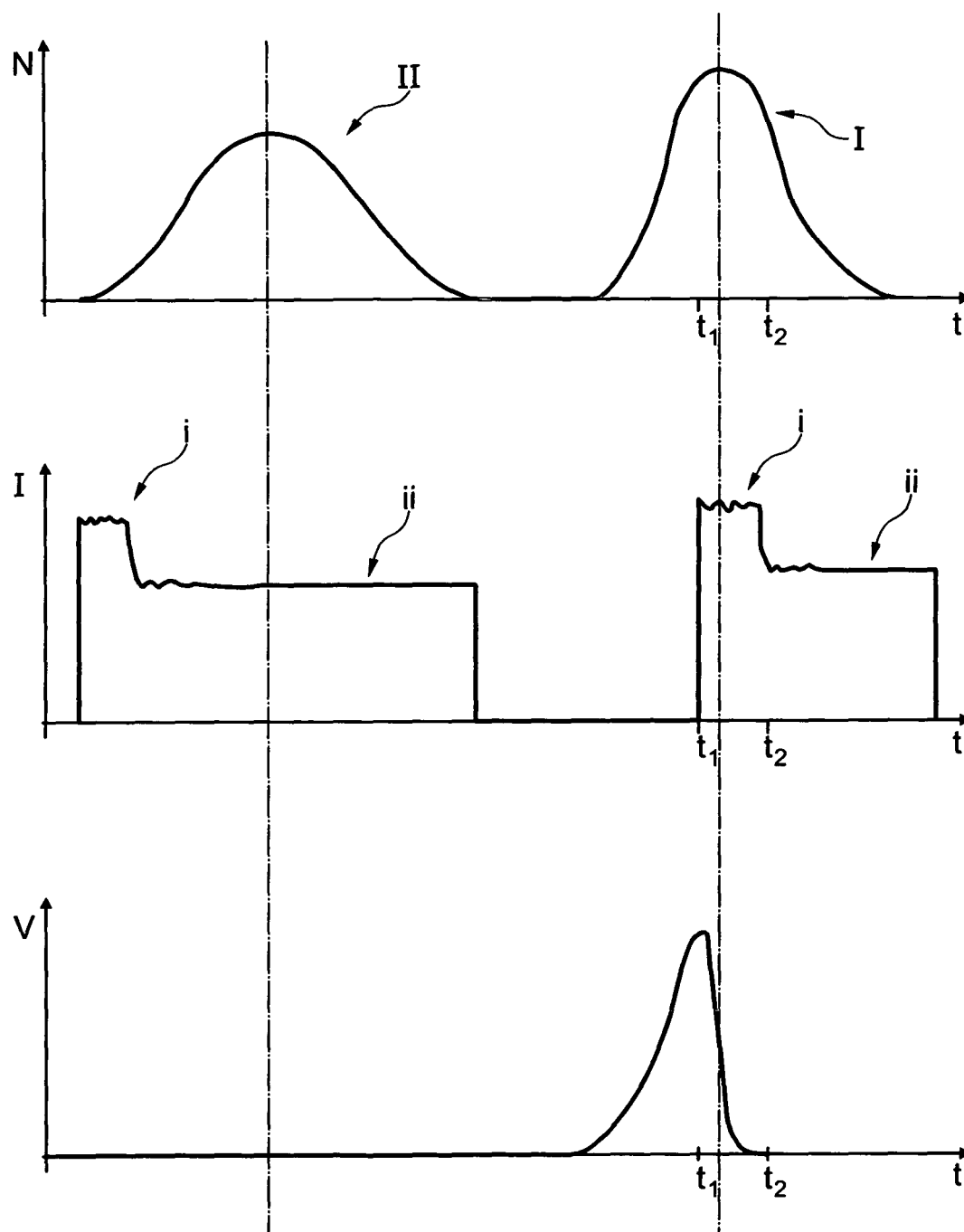


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/002177

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F01L13/00 F01L1/08 F01L9/02 F01L13/08 F01L1/46 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		
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		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 5 537 976 A (HU HAORAN [US]) 23 July 1996 (1996-07-23) column 1, line 7 - line 14 column 5, line 9 - line 28 figures -----	1,2,6,9, 10,12,15 4,14
X A	US 2007/039577 A1 (HOFFMANN HERMANN [DE] ET AL) 22 February 2007 (2007-02-22) paragraph [0001] paragraph [0022] - paragraph [0023] paragraph [0026] figure 3 -----	1,2,6,9, 10,12,15 4,14
A	US 2006/272598 A1 (WAKEMAN RUSSELL J [US]) 7 December 2006 (2006-12-07) paragraph [0002] ----- -/-	1,12
☒ 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 17 March 2017		Date of mailing of the international search report 27/03/2017
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 Paquay, Jeannot

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/002177

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2009 014086 A1 (PORSCHE AG [DE]) 30 September 2010 (2010-09-30) paragraph [0002] paragraph [0026] figures -----	1,12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/002177

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5537976	A	23-07-1996	DE 69605804 D1 27-01-2000
			DE 69605804 T2 11-05-2000
			EP 0843780 A1 27-05-1998
			JP H11513092 A 09-11-1999
			US 5537976 A 23-07-1996
			WO 9706354 A1 20-02-1997

US 2007039577	A1	22-02-2007	CN 1839250 A 27-09-2006
			EP 1649148 A1 26-04-2006
			JP 2008506878 A 06-03-2008
			US 2007039577 A1 22-02-2007
			WO 2006007817 A1 26-01-2006

US 2006272598	A1	07-12-2006	CN 101443536 A 27-05-2009
			EP 2013459 A2 14-01-2009
			JP 2009535567 A 01-10-2009
			US 2006272598 A1 07-12-2006
			WO 2007130952 A2 15-11-2007

DE 102009014086	A1	30-09-2010	DE 102009014086 A1 30-09-2010
			JP 2010223231 A 07-10-2010
			KR 20100106228 A 01-10-2010
			US 2010236237 A1 23-09-2010

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F01L13/00 F01L1/08 F01L9/02 F01L13/08 F01L1/46 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F01L		
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.
X A	US 5 537 976 A (HU HAORAN [US]) 23. Juli 1996 (1996-07-23) Spalte 1, Zeile 7 - Zeile 14 Spalte 5, Zeile 9 - Zeile 28 Abbildungen -----	1,2,6,9, 10,12,15 4,14
X A	US 2007/039577 A1 (HOFFMANN HERMANN [DE] ET AL) 22. Februar 2007 (2007-02-22) Absatz [0001] Absatz [0022] - Absatz [0023] Absatz [0026] Abbildung 3 -----	1,2,6,9, 10,12,15 4,14
A	US 2006/272598 A1 (WAKEMAN RUSSELL J [US]) 7. Dezember 2006 (2006-12-07) Absatz [0002] ----- -/-	1,12
☒ 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 17. März 2017		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 27/03/2017
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 Paquay, Jeannot

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2009 014086 A1 (PORSCHE AG [DE]) 30. September 2010 (2010-09-30) Absatz [0002] Absatz [0026] Abbildungen -----	1,12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/002177

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5537976	A	23-07-1996	DE	69605804 D1	27-01-2000
			DE	69605804 T2	11-05-2000
			EP	0843780 A1	27-05-1998
			JP	H11513092 A	09-11-1999
			US	5537976 A	23-07-1996
			WO	9706354 A1	20-02-1997

US 2007039577	A1	22-02-2007	CN	1839250 A	27-09-2006
			EP	1649148 A1	26-04-2006
			JP	2008506878 A	06-03-2008
			US	2007039577 A1	22-02-2007
			WO	2006007817 A1	26-01-2006

US 2006272598	A1	07-12-2006	CN	101443536 A	27-05-2009
			EP	2013459 A2	14-01-2009
			JP	2009535567 A	01-10-2009
			US	2006272598 A1	07-12-2006
			WO	2007130952 A2	15-11-2007

DE 102009014086	A1	30-09-2010	DE	102009014086 A1	30-09-2010
			JP	2010223231 A	07-10-2010
			KR	20100106228 A	01-10-2010
			US	2010236237 A1	23-09-2010
