

(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  
03. März 2022 (03.03.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2022/040710 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

F01L 1/14 (2006.01) F01L 13/06 (2006.01)  
F01L 1/18 (2006.01) F01L 1/26 (2006.01)  
F01L 13/00 (2006.01)

(72) Erfinder: **KLAMPFER, Martin**; Neureitereg 41, 8151 Hitzendorf (AT). **ZURK, Andreas**; Siebing 97, 8481 Weinburg (AT). **SALMUTTER, Thomas**; Schererstraße 21E/2, 8052 Graz (AT).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2021/060291

(22) Internationales Anmeldedatum:  
24. August 2021 (24.08.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
A50710/2020 24. August 2020 (24.08.2020) AT

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

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: VALVE-ACTUATING DEVICE HAVING A SWITCHING DEVICE

(54) Bezeichnung: VENTILBETÄTIGUNGSVORRICHTUNG MIT SCHALTVORRICHTUNG

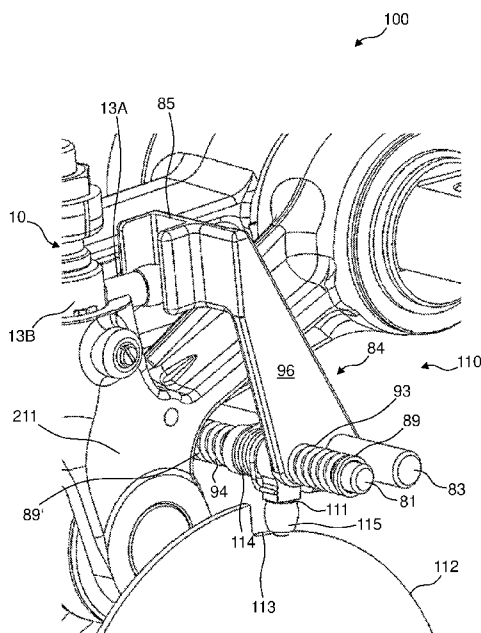


Fig. 5

(57) Abstract: The invention relates to a valve-actuating device (100) for a valve of a reciprocating-piston machine, comprising a coupling device (10) having a locking element (13B) which can be brought into a first position and a second position by means of a mechanical switching device (110), the switching device (110) comprising: - a guide rod (83) and a parallel actuation rod (81), which is capable of relative movement; - a slotted guide element (84, 85) for moving the locking element (13B), which slotted guide element is movably mounted on the guide rod (83); - a triggering element (111) coupled to the slotted guide element (84, 85), the slotted guide element (84, 85) and the triggering element (111) being clamped between two stops (89, 89') on the actuation rod (81) by means of one associated spring element (93, 94) each, and the slotted guide element (84, 85) and the triggering element (111) being slidable along and/or parallel to the guide rod (83) with the actuation rod (81); and - a blocking element (112), which cooperates with the triggering element (111) and, in a first state, blocks sliding of the triggering element (111) and of the slotted guide element (84, 85) as the actuation rod (81) is moved in the axial direction, such that the spring elements (93, 94) are preloaded, wherein, in a second state, sliding of the triggering element (111) and of the slotted guide element (84, 85) causes actuation of the coupling device (10).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Ventilbetätigungsverrichtung (100) für ein Ventil einer Hubkolbenmaschine, mit einer Kopplungsvorrichtung (10) mit mittels mechanischer Schaltvorrichtung (110) in eine erste und zweite Position bringbarem Sperrelement (13B), die Schaltvorrichtung (110) aufweisend: eine Führungsstange (83) und eine parallele, relativ bewegliche Betätigungsstange (81); ein an der Führungsstange (83) beweglich gelagertes Kulissenführungselement (84, 85) zum Bewegen des



WO 2022/040710 A1

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

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.

---

Sperrelements (85); ein mit dem Kulissenführungselement (84, 85) gekoppeltes Auslöseelement (111); wobei Kulissenführungselement (84, 85) und Auslöseelement (111) mit je einem zugeordneten Federelement (93, 94) zwischen zwei Anschlüssen (89, 89') an der Betätigungsstange (81) eingespannt sind, wobei mit der Betätigungsstange (81) Kulissenführungs- (84, 85) und Auslöseelement (111) entlang der und/oder parallel zur Führungsstange (83) verschiebbar sind; und ein mit dem Auslöseelement (111) zusammenwirkendes Blockierelement (112), das in einem ersten Zustand bei Verlagerung der Betätigungsstange (81) in axialer Richtung eine Verschiebung von Auslöse- (111) und Kulissenführungselement (84, 85) so blockiert, dass Federelemente (93, 94) vorgespannt werden, wobei in einem zweiten Zustand eine Verschiebung von Auslöse- (111) und Kulissenführungselement (84, 85) eine Betätigung der Kopplungsvorrichtung (111) bewirkt.

## Ventilbetätigungsverfahren mit Schaltvorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Ventilbetätigungsverfahren, zur Betätigung wenigstens eines Ventils einer Hubkolbenmaschine, insbesondere einer Verbrennungskraftmaschine, wobei die Ventilbetätigungsverfahren eine mechanische Kopplungsvorrichtung mit einem mittels einer Schaltvorrichtung in wenigstens eine erste und eine zweite Position bringbaren Sperrelement zur Betätigung der Kopplungsvorrichtung aufweist, wobei die Ventilbetätigungsverfahren zumindest in der ersten Position des Sperrelements eine Betätigungsbewegung für das wenigstens eine Ventil überträgt.

Gattungsgemäße Ventilbetätigungsverfahren sowie Brennkraftmaschinen mit derartigen Ventilbetätigungsverfahren sind aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannt.

Aufgrund der immer höheren Anforderungen in Bezug auf Leistung, Effizienz und Emission gewinnen variable Ventiltriebe, d.h. Ventiltriebe mit veränderlichem Ventilhub, bei Hubkolbenbrennkraftmaschinen, insbesondere bei Hubkolbenbrennkraftmaschinen im Vier-Takt-Betrieb und im Sechs-Takt-Betrieb, mehr und mehr an Bedeutung.

Mit variablen Ventiltrieben kann dabei der Notwendigkeit der Konstrukteure der Brennkraftmaschinen und dem Wunsch der Thermodynamik entsprochen werden, alternativ verschiedene Ventilerhebungskurven auf ein oder mehrere Ventile zu übertragen, insbesondere je nach Betriebssituation der Brennkraftmaschine, wobei sowohl der Ventilhub als auch die Öffnungs- und Schließzeitpunkte angepasst werden können.

Dies wird im Allgemeinen durch eine Umschaltung im Übertragungsweg des Ventiltriebs erreicht. Hubum- und Hubabschaltungssysteme mit schaltbaren Nockenfolgen, wie Tassenstößeln, Rollenstößeln oder Kipphebeln, sind in verschiedenen Anwendungen in Serie. Dabei gilt, dass für jeden weiteren alternativen Ventilhub auch ein entsprechender Nocken als hub-gebendes Element vorhanden sein muss – es sei denn, der Alternativ-Hub ist ein Null-Hub.

Es gibt unterschiedliche Anwendungsbereiche für den Einsatz von Ventiltrieben mit veränderlichem bzw. variablem Ventilhub. Einige Beispiele werden im Folgenden aufgezählt:

**Hubumschaltung:** Die Hubumschaltung ermöglicht die betriebspunktabhängige Nutzung von mindestens zwei verschiedenen Ventilerhebungen. Hierbei kommt ein speziell auf den Teillastbereich abgestimmter, kleinerer Ventilhub zum Einsatz, welcher den Drehmomentverlauf verbessert und den Verbrauch und die Emission reduziert. Der große Ventilhub kann auf weitere Leistungssteigerung optimiert werden. Ein kleinerer Ventilhub mit geringerem Maximal-Hub und kürzerer Länge des Ereignisses ermöglicht durch einen deutlich früheren Einlass-Schließzeitpunkt und der Entdrosselung im Ansaugtrakt eine Verringerung der Ladungswechsel-Arbeit (Miller-Zyklus). Ähnliche Resultate sind mit dem Atkinson-Zyklus, das heißt extrem spätem Einlass-Schluss, möglich. Eine optimale Füllung des Verbrennungsraums bewirkt dabei im Teillastbereich noch eine Drehmomentsteigerung.

**Zylinderabschaltung:** Die Zylinderabschaltung wird vorwiegend bei großvolumigen, vierzylindrigen Motoren (zum Beispiel mit vier, acht, zehn oder zwölf Motorzylindern) eingesetzt. Dabei werden ausgewählte Motorzylinder durch Hubabschaltung an den Ein- und Auslassventilen stillgelegt; es findet dabei eine komplette Entkopplung vom Nockenhub statt. Aufgrund von äquidistanten Zündfolgen lassen sich dabei gängige V8- und V12-Triebwerke auf A4- bzw. R6-Motoren umschalten. Der Zweck der Motorzylinderabschaltung liegt darin, die Ladungswechsel-Verluste zu minimieren und eine Betriebspunkt-Verlagerung hin zu höheren Mitteldrücken und damit höheren thermodynamischen Wirkungsgraden durchzuführen, wodurch erhebliche Kraftstoffeinsparungen erreicht werden können.

**Motorbremsbetrieb:** Motorbremssysteme, die einen Motorbremsbetrieb ermöglichen, erlangen in Fahrzeug-Brennkraftmaschinen, insbesondere für Nutzfahrzeuge, zunehmend an Bedeutung, da es sich bei diesen um kostengünstige und platzsparende Zusatzbremssysteme handelt, welche die Radbremsen, insbesondere bei längeren abschüssigen Fahrten, entlasten können. Zusätzlich bedingt die Steigerung der spezifischen Leistung moderner Nutzfahrzeugmotoren auch die Anhebung der zu erreichenden Bremsleistung.

Zum Erzielen einer Motorbremswirkung ist bekannt, in den Motorzylindern einer Brennkraftmaschine zusätzliche Makroventile vorzusehen, mit welchen ein sogenanntes Dekompressionsbremsen durchgeführt werden kann, indem am Ende des Verdichtungstakts, insbesondere bei einem Vier-Takt-Motor oder einem Sechsstakt-Motor, eine Dekompression des Zylinders über die zusätzlichen Motorventile durchgeführt wird. Hierdurch entweicht die an dem verdichteten Gas verrichtete Arbeit über das Abgassystem der Brennkraftmaschine. Weiterhin muss die Brennkraftmaschine wiederum Arbeit aufwenden, um den Zylinder von Neuem mit Gas zu befüllen. Unter anderem ist bekannt, eine Motorbremswirkung über einen variablen Ventiltrieb der eigentlichen Auslassventile zu erzeugen.

Zur Änderung des Ventilhubes sind verschiedene Systeme und Konzepte bekannt. Insbesondere ist bekannt, zwischen ein oder mehreren, einen Nockenhub übertragenden Ventilbetätigungselementen einer Ventilbetätigungsvorrichtung eine mechanische oder hydraulische Kopplungsvorrichtung vorzusehen, mittels welcher eine Umschaltung im Übertragungsweg des Ventiltriebs erreicht werden kann.

Beispielsweise zeigt das Dokument US 2014/0326212 A1 ein System zur variablen Ventilsteuerung, insbesondere zum Erzeugen einer Motorbremswirkung, welches eine „Lost-Motion“-Einrichtung mit hydraulisch betätigbaren Sperrelementen aufweist, um wahlweise einen Ventilbetätigungsmechanismus zu sperren oder freizugeben, so dass Ventilbetätigungsbewegungen wahlweise übertragen oder nicht übertragen werden zu einem oder mehreren Ventilen, um den Ventilhub zu verändern und dadurch insbesondere eine Motorbremswirkung zu erzeugen.

In dem Dokument WO 2015/022071 A1 ist eine Ventilbetätigungseinrichtung zur Betätigung zumindest eines ersten Ventils einer Hubkolbenmaschine, insbesondere einer Verbrennungskraftmaschine, offenbart, welche insbesondere zur Motorbremsung verwendbar ist und welche einen ersten Kipphebelteil, einen zweiten Kipphebelteil, und ein erstes Schaltelement zur Veränderung des Ventilhubes des zumindest einen ersten Ventils aufweist, wobei der erste Kipphebelteil und der zweite Kipphebelteil schwenkbar gelagert sind und in der Weise angeordnet sind, dass zumindest eine erste Ventilsteuerungsbewegung von einer ersten Nockenwelle über den ersten Kipphebelteil und den zweiten Kipphebelteil zu dem zumindest einen ersten Ventil übertragbar ist.

Das Dokument WO 2019/025511 A1 betrifft eine Kopplungsvorrichtung für eine Ventilbetätigungsvorrichtung zur Betätigung wenigstens eines Ventils einer Hubkolbenmaschine mit veränderlichem Ventilhub, insbesondere für eine Ventilbetätigungsvorrichtung einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, eine Ventilbetätigungsvorrichtung und eine Hubkolbenmaschine, wobei die Kopplungsvorrichtung ein erstes Kopplungselement, ein zweites Kopplungselement und eine Sperreinrichtung aufweist. Das erste Kopplungselement und das zweite Kopplungselement sind zumindest innerhalb definierter Grenzen entlang einer ersten Achse relativ zueinander verschiebbar, wobei mittels der Sperreinrichtung die Relativverschiebung der beiden Kopplungselemente zueinander entlang der ersten Achse zumindest in eine erste Richtung blockierbar ist. Die Sperreinrichtung weist ein zumindest in einem definierten Bereich in Umfangsrichtung um die erste Achse drehbares Sperrelement auf, wobei die Relativverschiebung der beiden Kopplungselemente entlang der ersten Achse zumindest in die erste Richtung blockiert ist, wenn sich das Sperrelement in einer Blockier-Position befindet.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte Ventilbetätigungsvorrichtung zur variablen Ventilsteuerung bereitzustellen. Insbesondere ist es eine Aufgabe der Erfindung eine solche Ventilbetätigungsvorrichtung mit einer Schaltvorrichtung bereitzustellen, mittels welcher ein präzises Umschalten zwischen verschiedenen Ventilsteuerungsarten möglich ist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Ventilbetätigungsvorrichtung und eine Brennkraftmaschine gemäß den unabhängigen Patentansprüchen. Vorteilhafte Ausgestaltungen werden in den Unteransprüchen beansprucht.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine variable Ventilbetätigungsvorrichtung zur Betätigung wenigstens eines Ventils einer Hubkolbenmaschine, insbesondere einer Verbrennungskraftmaschine,

wobei die Ventilbetätigungsvorrichtung eine mechanische Kopplungsvorrichtung mit einem mittels einer Schaltvorrichtung in wenigstens eine erste und eine zweite Position bringbaren Sperrelement zur Betätigung der Kopplungsvorrichtung aufweist,

wobei die Ventilbetätigungsverrichtung zumindest in der ersten Position des Sperrelements eine Betätigungsbewegung für das wenigstens eine Ventil überträgt, und wobei die Schaltvorrichtung aufweist:

eine, insbesondere gehäusefest gelagerte, Führungsstange;

eine im Wesentlichen parallel zu der Führungsstange verlaufende, in ihrer axialen Richtung in Bezug auf die Führungsstange bewegliche Betätigungsstange;

ein Kulissenführungselement, das an der Führungsstange beweglich gelagert und dazu ausgebildet ist, das Sperrelement zumindest von der ersten in die zweite Position zu bewegen und umgekehrt;

ein Auslöseelement, welches mit dem Kulissenführungselement in axialer Richtung der Betätigungsstange gekoppelt ist;

wobei das Kulissenführungselement und das Auslöseelement mittels zweier Federelemente zwischen zwei an der Betätigungsstange angeordneten Anschlägen, denen jeweils ein Federelement zugeordnet ist, eingespannt sind,

wobei die Betätigungsstange dazu eingerichtet ist, um wenigstens das Kulissenführungselement und das Auslöseelement in einer Richtung entlang der und/oder parallel zu der Führungsstange zu verschieben, und

ein Blockierelement, das dazu eingerichtet ist, mit dem Auslöseelement in der Weise zusammenzuwirken, dass in einem ersten Zustand das Blockierelement bei einer Verlagerung der Betätigungsstange in ihrer axialen Richtung eine Verschiebung des Auslöseelements und des Kulissenführungselement in der Weise blockiert, dass wenigstens eines der Federelemente vorgespannt wird, und in einem zweiten Zustand eine Verschiebung des Auslöseelements und des Kulissenführungselement freigibt, welche eine Betätigung der Kopplungsverrichtung bewirkt.

Das Bewegen des Sperrelements von der ersten in die zweite Position und umgekehrt erfolgt insbesondere durch Verdrehen.

Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft eine Verbrennungskraftmaschine mit einer solchen Ventilbetätigungsverrichtung.

Ein Kulissenführungselement im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise ein mechanisches Element, mittels welchem eine Kraft und/oder eine Bewegung auf ein anderes mechanisches Element übertragen werden kann, wobei sich das andere mechanische Element aufgrund der Ausbildung des Kulissenführungselements unabhängig von einer Richtung der übertragenen Kraft oder Bewegung in eine andere Richtung bewegen kann.

Gehäusefest im Sinne der Erfindung bedeutet unbeweglich in Bezug auf ein Bezugssystem, insbesondere die Ventilbetätigungsverrichtung und/oder die Hubkolbenmaschine.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass eine, insbesondere zeitliche oder kurbelwellenwinkelabhängige, Steuerung einer Veränderung von Ventilerhebungskurven bzw. einer Ventilsteuerung einer Brennkraftmaschine möglichst exakt durchgeführt werden sollte, um die Brennkraftmaschine verbrauchs- und/oder emissions-optimiert und/oder gleichzeitig verschleißarm zu betreiben.

Dies wird erfindungsgemäß einerseits dadurch erreicht, dass das Kulissenführungselement, welches die Kopplungsvorrichtung zum Umschalten zwischen wenigstens zwei verschiedenen Ventilerhebungskurven betätigt, und das Auslöseelement mittels zweier Federelemente zwischen zwei an der Betätigungsstange angeordneten Anschlägen eingespannt sind. Hierdurch muss eine durch die Betätigungsstange induzierte Bewegung nicht unmittelbar von dem Kulissenführungselement umgesetzt werden, sondern kann als potentielle Energie in den Federelementen gespeichert werden. Der exakte Zeitpunkt zum Schalten kann mithin unabhängig vom Zeitpunkt der Betätigung gemacht werden.

Zum anderen wird dies erreicht, indem das Blockierelement in einem ersten Zustand eine Verschiebung des Auslöseelements und des Kulissenführungselement in der Weise blockiert, dass durch die Bewegung der Betätigungsstange wenigstens eines der Federelemente vorgespannt wird, und in einem zweiten Zustand eine Verschiebung des Auslöseelements und des Kulissenführungselement freigibt. Durch den Einsatz des Blockierelements kann der Zeitpunkt der Betätigung der Kopplungsvorrichtung und damit der Schaltzeitpunkte exakt vorgegeben werden. Das Blockierelement muss lediglich gelöst werden. Auch die Betätigungsstange muss

lediglich in einer Richtung entlang ihrer Längsachse bzw. im Wesentlichen parallel zur Führungsstange bewegt werden.

Darüber hinaus kann mit einer Betätigungsstange und mithin mit einem einzigen Aktor ein Umschalten einer Mehrzahl von Ventilbetätigungsverrichtungen in die Wege geleitet werden, wobei die einzelnen Schaltereignisse der Ventilbetätigungsverrichtungen in Bezug auf den Zeitpunkt oder den Kurbelwellenwinkel versetzt sind. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die unterschiedlichen Ventilbetätigungsverrichtungen jeweils zu unterschiedlichen Zylindern gehören, welche jeweils unterschiedlich getaktet sind. So kann durch die Betätigung der Betätigungsstange einerseits das Umschalten für alle Zylinder eingeleitet werden, ausgelöst wird das Umschalten aber jeweils erst durch ein Freigeben des Auslöseelements durch das Blockierelement. Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, ein Umschalten in Bereichen niedriger Last der einzelnen Zylinder vorzunehmen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Ventilbetätigungsverrichtung sind das Auslöseelement und/oder das Kulissenführungselement beweglich an der Betätigungsstange gelagert. Hierdurch können das Kulissenführungselement und/oder das Auslöseelement gelagert werden, ohne dass hierfür ein zusätzliches Lagermittel vorgesehen werden muss. Auch die Kraftübertragung von der Betätigungsstange auf das Auslöseelement und das Kulissenführungselement kann hierdurch verbessert werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Ventilbetätigungsverrichtung verläuft die Betätigungsstange durch die Federelemente. Durch diese Ausgestaltung können auch die Federelemente ohne weitere Maßnahmen gelagert werden. Mit anderen Worten sind in einer vorteilhaften Ausgestaltung die Federelemente auf der Betätigungsstange gelagert, wobei vorteilhaft die Federelemente als Spiralfederelemente bzw. rund um die Betätigungsstange verlaufend ausgeführt sind.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Ventilbetätigungsverrichtung weist die Kopplungsvorrichtung des Weiteren einen Zapfen auf, wobei der Zapfen an dem Sperrelement befestigt ist und mit einer Kulisse des Kulissenführungselements zum Verschieben, insbesondere Verdrehen, des Sperrelements zusammenwirkt. Durch

das Vorsehen des Zapfens kann die Kopplungsvorrichtung besonders einfach durch das Kulissenführungselement betätigt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Ventilbetätigungsverrichtung wird der Zapfen von der Kulisse in Richtung der Betätigungsbewegung beweglich geführt, wobei die Kulisse vorzugsweise als U-Profil ausgebildet ist. Ein U-Profil eignet sich besonders gut zum selektiven Fixieren eines Elements in einer Richtung.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Ventilbetätigungsverrichtung weist die Kopplungsvorrichtung des Weiteren ein erstes Kopplungselement auf, welches mit dem Sperrelement zusammenwirkt, und wobei das erste Kopplungselement und das Sperrelement in der ersten Position des Sperrelements in der Weise gegeneinander blockiert sind, dass die Kopplungsvorrichtung eine definierte Länge in ihrer axialen Richtung nicht unterschreitet und das erste Kopplungselement und das Sperrelement in der zweiten Position des Sperrelements in der Weise gegeneinander, insbesondere ineinander, verschiebbar sind, dass sich die Kopplungsvorrichtung in ihrer axialen Richtung gegenüber der definierten Länge verkürzt. Durch das Vorsehen des Sperrelements kann ein besonders einfaches Schalten der Kopplungsvorrichtung erreicht werden. Vorzugsweise schwenkt das Sperrelement von der ersten Position in die zweite Position um eine Längsachse der Kopplungsvorrichtung und/oder des ersten Kopplungselements. Vorzugsweise verläuft der an dem Sperrelement befestigte Zapfen im Wesentlichen normal zur Längsachse der Kopplungsvorrichtung.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Ventilbetätigungsverrichtung weist die Kopplungsvorrichtung des Weiteren ein zweites Kopplungselement auf, welches in Bezug auf das erste Kopplungselement oder das Sperrelement in axialer Richtung der Kopplungsvorrichtung beweglich ist und wenigstens während des Übertragens der Betätigungsbewegung an dem ersten Kopplungselement oder dem Sperrelement anschlägt. Da die Verbindung zur Kraftübertragung lediglich durch einen Anschlag realisiert ist, kann sich das zweite Kopplungselement von dem ersten Kopplungselement und/oder dem Sperrelement abheben. Dadurch wirkt die Kopplungsvorrichtung nicht begrenzend für von außen induzierte Bewegungen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Ventilbetätigungsverrichtung ist das Blockierelement als eine Sperrscheibe ausgeführt, welche drehfest mit einer Welle, insbesondere Nockenwelle, verbunden ist und ein Schaltfenster aufweist, in welchem

der Radius der Scheibe über einen definierten Winkelsektor der Sperrscheibe verringert ist, wobei in dem ersten Zustand das Auslöseelement, insbesondere ein Auslösezapfen des Auslöseelements, an einer Seite der Sperrscheibe anliegt und wobei in dem zweiten Zustand das Schaltfenster im Bereich des Auslöseelements angeordnet ist. Die Sperrscheibe hat sich als besonders einfache und wenig stör anfällige mechanische Lösung des Blockierelements erwiesen, welche darüber hinaus direkt durch die Nockenwelle gesteuert werden kann. Insbesondere eine elektronische Steuerung und elektrische Signale zur Betätigung des Blockierelements sind in diesem Fall nicht notwendig.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Ventilbetätigungsverrichtung ist das Auslöseelement um eine Drehachse, welche parallel zur Führungsstange liegt, oder um die Führungsstange schwenkbar, insbesondere ist es wenigstens in Drehrichtung der Sperrscheibe um die Drehachse schwenkbar. Hierdurch kann eine Beschädigung des Auslöseelements durch das Blockierelement vermieden werden.

Die im Vorhergehenden in Bezug auf den ersten Aspekt der Erfindung beschriebenen Merkmale und Vorteile gelten entsprechend auch für den zweiten Aspekt der Erfindung und umgekehrt.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist die Verbrennungskraftmaschine wenigstens zwei Zylinder auf, mit jeweils einer Ventilbetätigungsverrichtung pro Zylinder, wobei die Betätigungsstange von Zylinder zu Zylinder verläuft und dazu eingerichtet ist, um jeweils wenigstens das Kulissenführungselement und das Auslöseelement in Richtung der Führungsstange zu verschieben. Mit anderen Worten erstreckt sich die Betätigungsstange entlang aller Zylinder, vorzugsweise im Wesentlichen parallel zu einer Längsebene der Verbrennungskraftmaschine, die durch die Längsachsen der Zylinder definiert wird.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und in Bezug auf die Figuren. Es zeigen wenigstens teilweise schematisch:

**Figur 1** eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels einer Ventilbetätigungsverrichtung;

- Figur 2** eine Draufsicht des Ausführungsbeispiels der Ventilbetätigungsverrichtung nach Fig. 1;
- Figur 3** eine Darstellung eines zweiten Schlepphebels des Ausführungsbeispiels der Ventilbetätigungsverrichtung nach Fig. 1 und 2 in einer Schnittansicht entlang Linie I-I in Fig. 2;
- Figur 4** eine weitere Darstellung des zweiten Schlepphebels des Ausführungsbeispiels der Ventilbetätigungsverrichtung nach Fig. 1 und 2 in einer Schnittansicht entlang der Linie II-II in Fig. 3;
- Figur 5** ein Ausschnitt einer Vergrößerung der perspektivischen Ansicht nach Fig. 1 des Ausführungsbeispiels der Ventilbetätigungsverrichtung;
- Figur 6** perspektivische Detailansicht eines Kulissenführungselements;
- Figur 7** Draufsicht auf das Kulissenführungselement nach Fig. 6;
- Figur 8** eine weitere Draufsicht des Ausführungsbeispiels der Ventilbetätigungsverrichtung nach Fig. 1 und 2 in einem ersten Zustand;
- Figur 9** die Draufsicht nach Fig. 8 des Ausführungsbeispiels der Ventilbetätigungsverrichtung nach Fig. 1 und 2 am Anfang eines Schaltfensters in einem zweiten Zustand;
- Figur 10** die Draufsicht nach Fig. 8 und 9 des Ausführungsbeispiels der Ventilbetätigungsverrichtung nach Fig. 1 und 2 am Ende eines Schaltfensters in einem zweiten Zustand;
- Figur 11** eine vergrößerte Draufsicht des Ausführungsbeispiels der Ventilbetätigungsverrichtung nach Fig. 1 und 2 am Ende eines Schaltfensters in einem zweiten Zustand;
- Figur 12** eine vergrößerte Draufsicht des Ausführungsbeispiels der Ventilbetätigungsverrichtung nach Fig. 1 und 2 nach dem Schaltfenster; und
- Figur 13** ein Ausführungsbeispiel von zwei verschiedenen Ventilerhebungskurven, welche mit der Ventilbetätigungsverrichtung nach Fig. 1 und 2 realisiert werden können.

**Figur 1** zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Ventilbetätigungsverrichtung 100 in perspektivischer Darstellung, wobei die Ventilbetätigungsverrichtung 100 zur Betätigung eines hier nicht dargestellten Ventils einer Brennkraftmaschine ausgebildet ist.

Die Ventilbetätigungsverrichtung 100 weist im dargestellten Ausführungsbeispiel einen ersten Schleppebel 210 sowie einen zweiten Schleppebel 211 auf, wobei die beiden Schleppebel 210, 211 drehbar um eine, vorzugsweise gemeinsame, Drehachse 213 gelagert sind. Eine Stoßstange 220 ist mit dem ersten Schleppebel 210 verbunden, insbesondere wirkverbunden, um eine Betätigungsbewegung von dem ersten Schleppebel 210 und/oder dem zweiten Schleppebel 211 an das Ventil zu übertragen. Anstatt von Schleppebel kann die Erfindung auch mit anderen Übertragungselementen, z.B. Kipphebeln, umgesetzt werden.

Der erste Schleppebel 210 ist dazu ausgebildet, eine Kontur eines ersten Nockens 214 abzugreifen, der zweite Schleppebel 211 ist dazu ausgebildet, eine Kontur eines zweiten Nockens 215 abzugreifen. Die beiden Nocken 214, 215 sind an einer, insbesondere gemeinsamen, Welle 216 drehfest gelagert. Vorzugsweise weist der erste Nocken 214 in Umfangsrichtung der Welle 216 eine andere Kontur auf als der zweite Nocken 215 und/oder sind die Nockenerhebungen in Umfangsrichtung gegeneinander versetzt.

Der erste Schleppebel 210 und der zweite Schleppebel 211 sind über eine Kopplungsvorrichtung 10 miteinander verbunden. Die Kopplungsvorrichtung 10 ist insbesondere dazu eingerichtet, eine Betätigungsbewegung von dem zweiten Schleppebel 211 an den ersten Schleppebel 210 zu übertragen, wenn sich die Kopplungsvorrichtung 10 in einem Blockier-Zustand befindet oder eine Bewegung des zweiten Schleppebels 211 in eine sogenannte Lost-Motion-Bewegung umzusetzen, wenn sich die Kopplungsvorrichtung 10 in einem Freigabe-Zustand befindet.

In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Kopplungsvorrichtung 10 an dem zweiten Schleppebel 211 angeordnet bzw. ein Bestandteil des zweiten Schleppebels 211. Vorzugsweise liegt eine Längsachse A (siehe Fig. 3) der Kopplungsvorrichtung 10, entlang derer die Kopplungsvorrichtung 10 längenverstellbar ist, tangential an einer Trajektorie des zweiten Schleppebels 211 um die Drehachse 213 an. Im Wesentlichen verläuft die Längsachse A entlang bzw. parallel zu einer radialen Richtung hinsichtlich der Welle 216.

Der erste Schleppebel 210 weist insbesondere einen Kopplungsabschnitt 217 auf, der sich vorzugsweise in die Trajektorie des zweiten Schleppebels 211 hinein erstreckt und mit dem zweiten Schleppebel 211 bzw. der Kopplungsvorrichtung 10 zur Übertragung der Betätigungsbewegung wirkverbunden ist, beispielsweise über ein zweites Kopplungselement 12 (siehe Fig. 3), das über eine Sicherungsmutter 221 in dem Kopplungsabschnitt 217 befestigbar und justierbar ist.

Zur Längenverstellung weist die Kopplungsvorrichtung 10 vorzugsweise ein erstes Kopplungselement 11 (in Fig. 1 nicht dargestellt – siehe z.B. Fig. 3) sowie ein, vorzugsweise hülsenförmiges, Sperrelement 13B auf. Das Kopplungselement 11 und das Sperrelement 13B sind in einer ersten Position, die dem oben beschriebenen Freigabe-Zustand der Kopplungsvorrichtung 10 entspricht, vorzugsweise teleskopstangenartig, relativ zueinander in axialer Richtung entlang der Längsachse A der Kopplungsvorrichtung 10 verschiebbar.

Um die Kopplungsvorrichtung 10 zwischen dem Freigabe-Zustand und dem Blockier-Zustand zu schalten, ist das Sperrelement 13B schwenkbar, vorzugsweise in Umfangsrichtung um die Längsachse A der Kopplungsvorrichtung 10, und so zumindest in die dem Freigabe-Zustand entsprechende erste Position und in eine dem Blockier-Zustand der Kopplungsvorrichtung 10 entsprechende zweite Position bringbar. Die Relativverschiebung des ersten Kopplungselements 11 (Fig. 3) und des Sperrelements 13B ist entlang der Längsachse A blockiert und die Kopplungsvorrichtung 10 somit in dem Blockier-Zustand, wenn sich das Sperrelement 13B in der ersten Position, nachfolgend Blockier-Position genannt, befindet. Entsprechend ist die Relativverschiebung des ersten Kopplungselements 11 und des Sperrelements 13B entlang der Längsachse A freigegeben, die Kopplungsvorrichtung 10 befindet sich also in dem Freigabe-Zustand, wenn sich das Sperrelement 13B in der zweiten Position, nachfolgend Freigabe-Position genannt, befindet.

Das Sperrelement 13B weist vorzugsweise einen sich in radialer Richtung nach außen erstreckenden Zapfen 13A auf, welcher zum Betätigen des Sperrelements 13B mittels einer Schaltvorrichtung 110 dient. Insbesondere erstreckt sich der Zapfen 13A hinsichtlich der Längsachse A der Kopplungsvorrichtung 10 in radialer Richtung bzw. verläuft im Wesentlichen normal zu dieser Längsachse A. Vorzugsweise bildet das Sperrelement 13B mit dem Zapfen 13A eine Sperrvorrichtung. Der Zapfen 13A ist vorzugsweise in der Weise angeordnet, um mit einer, vorzugsweise korrespondierend

zum Zapfen 13A ausgebildeten, Kulisse 85 eines Kulissenführungselements 84 der Schaltvorrichtung 110 zusammenzuwirken.

Die Schaltvorrichtung 110 ist dabei unabhängig von den Schleppebeln 210, 211 gelagert und vorzugsweise gehäusefest zur Brennkraftmaschine, deren Ventile gesteuert werden (beide nicht dargestellt). Die Schaltvorrichtung 110 wird vorzugsweise hydraulisch oder elektromechanisch mittels eines nicht dargestellten Aktors betrieben und weiter vorzugsweise von einer Steuerung (ECU) einer Brennkraftmaschine gesteuert.

Eine Sperrscheibe 112 ist drehfest mit der Welle 216 verbunden. Diese dient, wie später erläutert wird, zum Blockieren oder Freigeben einer Betätigung der Kopplungsvorrichtung 10 durch die Schaltvorrichtung 110.

**Figur 2** zeigt eine Draufsicht auf die von der Drehachse 213 abgewandte Seite der Ventilbetätigungsvorrichtung 100 des Ausführungsbeispiels nach Fig. 1.

Auf der linken Seite der Darstellung von Fig. 2 ist der erste Schleppebel 210 gezeigt. Ein als durchgezogener Pfeil dargestellter erster Pfad  $F_1$  der Kraftübertragung vom ersten Nocken 214 über einen ersten Abnehmer 218 auf den ersten Schleppebel 210 zu der Stoßstange 220 verläuft vorzugsweise im Wesentlichen parallel zu einer Bewegungsrichtung des ersten Schleppebels 210.

Auf der rechten Seite der Fig. 2 ist der zweite Schleppebel 211 dargestellt. Eine Kraftübertragung von dem zweiten Schleppebel 211 zu dem ersten Schleppebel 210 erfolgt nur, wenn sich die Kopplungsvorrichtung 10 in dem Blockier-Zustand befindet. Ist die Kopplungsvorrichtung 10 in dem Blockier-Zustand, verläuft ein zweiter Pfad  $F_2$  der Kraftübertragung vom zweiten Nocken 215 über einen zweiten Abnehmer 219 und den zweiten Schleppebel 210 bis zur Kopplungsvorrichtung 10 im Wesentlichen parallel zu einer Bewegungsrichtung des zweiten Schleppebels 211. Von der Kopplungsvorrichtung 10 verläuft der zweite Pfad  $F_2$  der Kraftübertragung vorzugsweise über den Kopplungsabschnitt 217, insbesondere im Wesentlichen senkrecht zur Bewegungsachse des zweiten Schleppebels 211, bis zu dem ersten Schleppebel 210 und zur Stoßstange 220.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, dass der Pfad  $F_1$  in dem gezeigten Ausführungsbeispiel stets aktiviert ist. Der Pfad  $F_2$  wird dagegen, je nach Zustand der Kopplungsvorrichtung 10, selektiv hinzugeschaltet.

**Figur 3** zeigt eine Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels des zweiten Schleppehebels 211 der Ventilbetätigungsverrichtung 100 in der Ebene I-I aus Fig. 2, in welcher die Mittelachse A der Kopplungsvorrichtung 10 liegt. Wie bereits teilweise in Bezug auf Fig. 1 erläutert und nunmehr in Fig. 3 vollständig ersichtlich, weist die Kopplungsvorrichtung 10 das erste Kopplungselement 11, das Sperrelement 13B mit dem Zapfen 13A und zusätzlich ein zweites Kopplungselement 12 auf.

Das erste Kopplungselement 11 ist kraftübertragend an dem zweiten Schleppehebel 211 befestigt, das zweite Kopplungselement 12 ist kraftübertragend an dem ersten Schleppehebel 210, vorzugsweise an dessen Kopplungsabschnitt 217 befestigt, weiter vorzugsweise mittels eines Gewindes eingeschraubt und/oder mit einer Sicherungsmutter 221 fixiert bzw. hinsichtlich seiner Position relativ zum ersten Kopplungselement 11 bzw. dem Sperrelement 13B adjustierbar.

Das Sperrelement 13B umgreift bei diesem Ausführungsbeispiel das erste Kopplungselement 11 vollständig, d.h. das Sperrelement 13B ist bei diesem Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung 10 in Umfangsrichtung geschlossen ausgebildet.

**Figur 4** zeigt einen Ausschnitt einer Schnittdarstellung durch die Betätigungsverrichtung 100 in der Ebene II-II der Fig. 3 im Bereich der Kopplungsvorrichtung 10. Um eine Blockierung zu bewirken und wieder freigeben zu können, weist das erste Kopplungselement 11 der Kopplungsvorrichtung 10 einen sich in Längsrichtung des ersten Kopplungselementes 11 erstreckenden ersten Abschnitt 16 mit einer Außen-Längsverzahnung sowie einen sich ebenfalls in Längsrichtung des ersten Kopplungselementes 11 erstreckenden und unmittelbar an den ersten Abschnitt 16 angrenzenden, zweiten Abschnitt 18 ohne Verzahnung auf. Ferner ist ein weiterer, an den zweiten Abschnitt 18 angrenzender dritter Abschnitt 19 vorgesehen, welcher sich ebenfalls in Längsrichtung des ersten Kopplungselementes 11 erstreckt und ebenfalls eine Außen-Längsverzahnung aufweist. Längsverzahnung bedeutet hier, dass im Wesentlichen parallel zur Längsrichtung A der Kopplungsvorrichtung 10 verlaufende Strukturen vorgesehen sind, beispielsweise Nuten, prismatische Erhebungen oder ähnliches.

Das hülsenförmige Sperrelement 13B weist über einen Teil seiner Länge in axialer Richtung (insbesondere parallel zur Längsachse A der Kopplungsvorrichtung 10) eine

korrespondierend zur Verzahnungsgeometrie des ersten Abschnitts 16 und des dritten Abschnitts 19 ausgebildete Innen-Längsverzahnung 17 auf. Die Innen-Längsverzahnung 17 erstreckt sich in axialer Richtung lediglich über einen Bereich mit einer Länge, welcher höchstens der Breite des zweiten Abschnitts 18 ohne Verzahnung entspricht, so dass das Sperrelement 13B um die erste Achse (entspricht im Wesentlichen der Längsachse A der Kopplungsvorrichtung 10) drehbar ist, wenn das erste Kopplungselement 11 mit der Außen-Längsverzahnung in axialer Richtung derart relativ zum Sperrelement 13B axial verschoben ist, dass sich die Innen-Längsverzahnung 17 des Sperrelementes 13B nicht mit der Außen-Längsverzahnung des ersten Kopplungselements 11 im Eingriff befindet, sondern sich auf Höhe des zweiten, ohne Verzahnung ausgebildeten Abschnitts 18 befindet, d.h. zwischen den Abschnitten 16 und 19.

Dabei ist ein Außendurchmesser des zweiten, ohne Verzahnung ausgebildeten Abschnitts 18 des ersten Kopplungselements 11 bei dieser Kopplungsvorrichtung 10 kleiner als ein Kopfkreisdurchmesser der Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnitts 16 des ersten Kopplungselements 11, wobei insbesondere der Außendurchmesser des zweiten Abschnitts 18 kleiner oder gleich dem Fußkreisdurchmesser der Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnitts 16 ist.

Die Außen-Längsverzahnung des dritten Abschnitts 19 dient zur Verbesserung der Führung des ersten Kopplungselements 11 im Sperrelement 13B, wobei die Verzahnungsgeometrie der Außen-Längsverzahnung des dritten Abschnitts 19 vorzugsweise identisch zur Verzahnungsgeometrie der Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnitts 18 ausgebildet ist.

Der dritte Abschnitt 19 ist bei diesem Ausführungsbeispiel dabei unmittelbar angrenzend an den zweiten, ohne Verzahnung ausgebildeten Abschnitt 18 und am freien Ende des ersten Kopplungselements 11 angeordnet, wobei die einzelnen Zähne des dritten Abschnitts 19 fluchtend mit den Zähnen der Außen-Längsverzahnung im ersten Abschnitt 16 angeordnet sind.

Das Sperrelement 13B befindet sich dabei in der Blockier-Position, wenn das Kopplungselement 11 mit der Außen-Längsverzahnung in axialer Richtung derart relativ zum Sperrelement 13B axial verschoben ist, dass sich die Innen-Längsverzahnung 17 nicht mit der Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnitts 16

des ersten Kopplungselementes 11 in Eingriff befindet, sondern sich die Innen-Längsverzahnung 17 des Sperrelements 13B in axialer Richtung auf Höhe des zweiten, ohne Verzahnung ausgebildeten Abschnitts 18 befindet, und wenn das Sperrelement 13B in Umfangsrichtung derart verdreht ist, d.h. derart um die erste Achse (entspricht der Längsachse A) verdreht ist, dass wenigstens ein Zahn, insbesondere sämtliche Zähne, der Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnittes 16 des ersten Kopplungselementes 11 mit wenigstens einem Zahn, insbesondere mit sämtlichen Zähnen, der Innen-Längsverzahnung 17 des Sperrelements 13B zumindest teilweise in axialer Richtung fluchtet, insbesondere in der Weise, dass ihre Stirnseiten aneinander anliegen.

Es erfolgt eine Übertragung der Betätigungsbewegung des zweiten Schleppehebels 211 auf den ersten Schleppehebel 210, wenn sich das Sperrelement 13B in der Blockier-Position befindet und eine axiale Relativverschiebung der des Kopplungselements 11 und des Sperrelements 13B zueinander blockiert ist. In dieser Blockier-Position folgt das Sperrelement 13B der Bewegung des fest mit dem zweiten Schleppehebel 211 verbundenen ersten Kopplungselements 11 und überträgt somit die Betätigungsbewegung des zweiten Schleppehebels 211 an das zweite Kopplungselement 12.

Entsprechend befindet sich das Sperrelement 13B in der Freigabe-Position, wenn das Sperrelement 13B in Umfangsrichtung so verdreht ist, dass sämtliche Zähne der Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnittes 16 des ersten Kopplungselements 11 zu sämtlichen Zähnen der Innen-Längsverzahnung 17 des Sperrelementes 13B derart versetzt angeordnet sind, dass sich die Zähne der Außen-Längsverzahnung des ersten Kopplungselementes 11 mit den Zähnen der Innen-Längsverzahnung 17 zumindest über einen Teil ihrer axialen Länge im Eingriff befinden. Eine Bewegung des zweiten Schleppehebels 211 wird dagegen dissipiert bzw. ins Leere geführt, wenn sich das Sperrelement 13B in der Freigabe-Position befindet, so dass das erste Kopplungselement 11 ungehindert in den zylinderartigen Abschnitt des Sperrelements 13B eintauchen kann, ohne dass eine Bewegung des ersten Kopplungselements 11 auf das zweite Kopplungselement 12 übertragen wird.

Das Sperrelement 13B ist vorzugsweise mittels eines Federelementes 49 axial gegen das zweite Kopplungselement 12 verspannt, wenn sich das Sperrelement 13B in der

Freigabe-Position befindet. Für eine verbesserte Führung durch das zweite Kopplungselement 12 ist der Zylinderboden des Sperrelementes 13B vorzugsweise nach innen gewölbt und ein freies Ende des zweiten Kopplungselementes 12 korrespondierend konvex gewölbt ausgebildet.

Auf diese Weise kann durch eine mechanische Schaltvorrichtung eine definierte Ventilerhebung selektiv aktiviert oder deaktiviert werden.

**Figur 5** zeigt eine Vergrößerung der perspektivischen Darstellung von Fig. 1, wobei insbesondere eine Ausgestaltung der Schaltvorrichtung 110 der Ventilbetätigungsvorrichtung 100 dargestellt wird.

Die Schaltvorrichtung 110 weist ein Kulissenführungselement 84 und ein Auslöseelement 111 auf, wobei das Kulissenführungselement 84 dazu eingerichtet ist, die Kopplungsvorrichtung 10 zu betätigen. Um hierfür eine Drehung des Sperrelementes 13B um die Längsachse A der Kopplungsvorrichtung 10 zu bewirken, ist der Zapfen 13A mittels des Kulissenführungselements 84 verschiebbar. Das Kulissenführungselement 84 ist dazu vorzugsweise im Wesentlichen parallel zu der Welle 216 (in Fig. 5 nicht dargestellt) und/oder der Drehachse 213 verschiebbar. Zum verbesserten Zusammenwirken des Kulissenführungselements 84 und des Sperrelementes 13B weist das Kulissenführungselement 84 an seinem dem Zapfen 13A zugewandten Ende vorzugsweise eine Klaue 85 auf, die dazu ausgebildet ist, mit dem Zapfen 13A des Sperrelementes 13B zusammenzuwirken und vorzugsweise als U-Profil ausgebildet ist. Das Kulissenführungselement 84 ist vorzugsweise an einer Führungsstange 83 und einer Betätigungsstange 81 beweglich gelagert, das Auslöseelement 111 ist wenigstens an der Betätigungsstange 81 gelagert. Die Längsachsen der Führungsstange 83 und der Betätigungsstange 81 verlaufen parallel zueinander, vorzugsweise auch parallel zur Drehachse 213 und zur Welle 216, aber senkrecht zur Betätigungsbewegung und zur Längsachse A der Kopplungsvorrichtung 10. Die Betätigungsstange 81 ist dazu eingerichtet, um das Kulissenführungselement 84 auf der Führungsstange 83 zu verschieben.

Dazu sind das Kulissenführungselement 84 und das Auslöseelement 111 mittels zweier Federelemente 93, 94 zwischen zwei an der Betätigungsstange 81 angeordneten Anschlägen 89, 89' eingespannt (Anschlag 89' ist in Fig. 5 verdeckt). Die Anschläge 89, 89' sind dabei vorzugsweise als Ringscheiben ausgebildet, die fest

an der Betätigungsstange 81 angeordnet sind, um eine axiale Verschiebung der Federelemente 93, 94 entlang der Längsachse der Betätigungsstange 81 zu blockieren und um ein Vorspannen der Federelemente 93, 94 hinsichtlich des Kulissenführungselements 85 zu ermöglichen.

**Figur 6** und **Figur 7** zeigen eine Detailansicht des Kulissenführungselement 84. Dabei ist insbesondere zu erkennen, dass das U-Profil der Klaue 85 im Wesentlichen in einer Ebene ausgebildet ist, die normal zur Längsachse A der Kopplungsvorrichtung 10 orientiert ist. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass der Zapfen 13A von der Klaue 85 bestmöglich umfasst wird. U-Profil bedeutet hier, dass ein erster Klauenarm 85a und ein zweiter Klauenarm 85b vorgesehen sind, die von einer Basis ausgehen und abhängig von der Bewegungsrichtung des Kulissenführungselements 84 entlang mit Führungsstange 83 mit dem Zapfen 13A zusammenwirken.

Gemäß Fig. 6 und Fig. 7 ist auch der mit Betätigungs- 81 und Führungsstange 83 zusammenwirkende Teil des Kulissenführungselements 84 im Wesentlichen U-förmig ausgebildet. Von einem Führungsabschnitt 95, der die Führungsstange 83 umfasst und entlang dieser beweglich ist, gehen ein erster Betätigungsarm 95a und ein zweiter Betätigungsarm 95b aus, die mit ihrem von der Führungsstange 83 abgewandten Ende jeweils die Betätigungsstange 81 lose umfassen, so dass die Betätigungsstange 81 relativ zu den Betätigungsarmen 95a, 95b bzw. dem Kulissenführungselement 84 beweglich ist. Die Betätigungsarme 95a, 95b dienen dabei einerseits jeweils als Anschlag für die Federelemente 93, 94, so dass sich eine Vorspannung hinsichtlich den Anschlägen 89, 89' ergeben kann. Andererseits ist zwischen den Betätigungsarmen 95a, 95b das ebenfalls entlang der Betätigungsstange 81 bewegliche Auslöseelement 111 mit einer zugeordneten Rückstellfeder 114 positioniert, so dass bei einer Bewegung des Kulissenführungselements 84 das Auslöseelement 11 mitbewegt wird.

Der Führungsabschnitt 95 samt Betätigungsarmen 95a, 95b ist über einen Verbindungsabschnitt 96 mit der Klaue 85 verbunden, vorzugsweise sind Führungsabschnitt 95, Betätigungsarme 95a, 95b, Klaue 85 und Verbindungsabschnitt 96 einstückig ausgeführt. Der Verbindungsabschnitt 96 nimmt im dargestellten Ausführungsbeispiel von dem zweiten Betätigungsarm 95b seinen Ausgang; auch andere Ausführungen sind möglich.

Die Schaltvorrichtung 110 weist ein Blockierelement 112 auf, welches dazu ausgebildet ist, mit dem Auslöseelement 111 in der Weise zusammenzuwirken, um eine axiale Verschiebung des Kulissenführungselements 84 zu blockieren oder freizugeben. Das Blockierelement 112 in dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist – wie bereits weiter oben beschrieben – in Gestalt einer Sperrscheibe ausgebildet. Daher wird nachfolgend bzw. insgesamt das Bezugszeichen 112 für Blockierelement und Sperrscheibe verwendet. Die Sperrscheibe 112 ist axial versetzt zu dem ersten und dem zweiten Nocken 214, 215 an der Welle 216 gelagert und ist somit synchron zu den beiden Nocken 214, 215 drehbar.

Das Auslöseelement 111 des dargestellten Ausführungsbeispiels weist einen Auslösezapfen 115 auf, welcher in radialer Richtung von der Betätigungsstange 81 abstehend angeordnet ist und mit der Sperrscheibe 112 zusammenwirken kann. Der Auslösezapfen 115 oder das gesamte Auslöseelement sind vorzugsweise um die Betätigungsstange 81 schwenkbar gelagert und werden weiter vorzugsweise von einer Rückstellfeder 114 in einer definierten Anordnung in Bezug auf das Kulissenführungselement 84 gehalten. Unter einer definierten Anordnung ist hier insbesondere die Richtung zu verstehen, in der der Auslösezapfen 115 radial von der Betätigungsstange 81 absteht.

In einer ersten Stellung ist der Auslösezapfen 115 auf einer ersten, der Kopplungsvorrichtung 10 abgewandten, Seite der Sperrscheibe 112 angeordnet. Vorzugsweise ist der Auslösezapfen 115 derart ausgebildet, dass dieser gegebenenfalls entlang der sich mit der Welle 216 drehenden Sperrscheibe 112 abrollbar ist.

Bei einer Verlagerung der Betätigungsstange 81 in ihrer axialen Richtung hin zu dem Kopplungselement 10 zum Schalten der Schaltvorrichtung 10 blockiert der Auslösezapfen 115 an der Sperrscheibe 112. Damit wird auch eine Verschiebung des Auslöseelements 111 und des Kulissenführungselements 84 entlang der Betätigungsstange 81 bzw. der Führungsstange 83 blockiert. Ein erstes Federelement 93, welches auf der, dem Kopplungselement 10 abgewandten Seite des Kulissenführungselements 84, angeordnet ist, wird hierdurch vorgespannt.

Die Sperrscheibe 112 weist an ihrem äußeren Umfang ein Schaltfenster 113 in Form einer Auslassung auf. Das Schaltfenster 113 ist derart ausgestaltet, dass das

Auslöseelement 111, insbesondere der Auslösezapfen 115, das Schaltfenster 113 durchtreten kann, wenn sich das Schaltfenster 113 bei einer Drehung der Sperrscheibe 112 um die Welle 216 im Bereich des Auslösezapfens 115 befindet. Durch die Längenerstreckung des Schaltfensters 113 entlang des Umfangs der Sperrscheibe 112 wird somit ein Zeitfenster definiert, in den eine Betätigung der Kopplungsvorrichtung 10 durch die Schaltvorrichtung 110 möglich ist.

Durchtritt das Auslöseelement 111, insbesondere der Auslösezapfen 115, das Schaltfenster 113 in Folge der Vorspannung des Federelements 93, wird eine Verschiebung des Auslöseelements 111 und des Kulissenführungselements 84 freigegeben. Das Auslöseelement 111 und das Kulissenführungselement 84 werden dann entlang der Betätigungsstange 83 in axialer Richtung, hier in Richtung zu der Kopplungsvorrichtung 10 hin, verschoben. Die axiale Verschiebung des Kulissenführungselements 84 bewirkt, insbesondere über den Zapfen 13A, eine Drehbewegung des Sperrelements 13B und versetzt das Sperrelement 13B somit aus einer Blockier-Position in eine Freigabe-Position oder umgekehrt.

In einer zweiten Stellung ist der Auslösezapfen 115 auf einer zweiten, der Kopplungsvorrichtung 10 zugewandten, Seite der Sperrscheibe 112 angeordnet. Bei einer Verlagerung der Betätigungsstange 81 in ihrer axialen Richtung weg von dem Kopplungselement 10, blockiert der Auslösezapfen 115 an der Sperrscheibe 112, insofern es außerhalb des Schaltfensters 113 auf die Sperrscheibe 112 trifft. Damit wird eine axiale Verschiebung des Auslöseelements 111 und des Kulissenführungselements 84 entlang der Betätigungsstange 81 bzw. der Führungsstange 83 blockiert. Ein zweites Federelement 94, welches auf der dem Kopplungselement 10 zugewandten Seite des Kulissenführungselements 84, angeordnet ist, wird hierdurch vorgespannt.

Durchtritt das Auslöseelement 111, insbesondere der Auslösezapfen 115 das Schaltfenster 113 in Folge der Vorspannung des Federelements 93, wird eine Verschiebung des Auslöseelements 111 und des Kulissenführungselements 84 freigegeben. Das Auslöseelement 111 und das Kulissenführungselement 84 werden an der Betätigungsstange 83 in axialer Richtung, hier in Richtung von der Kopplungsvorrichtung 10 weg, verschoben. Die axiale Verschiebung des Kulissenführungselements 84 bewirkt, insbesondere über den Zapfen 13A, eine

Drehbewegung des Sperrelements 13B und schaltet das Sperrelement 13B somit aus einer Blockier-Position in eine Freigabe-Position oder umgekehrt. **Figuren 8 bis 10** stellen eine weitere Draufsicht des Ausführungsbeispiels der Ventilbetätigungsverrichtung entlang der Drehachse 213 bzw. der Welle 216 dar, welche jeweils normal zur Blattebene verlaufen, wobei die Draufsicht diesmal von der Seite, welche dem Kulissenführungselements 84 abgewandt ist, erfolgt. Der Auslösezapfen 115 befindet sich dabei wahlweise in der ersten Stellung (Fig. 8, verdeckt durch die Sperrscheibe 112) oder in der zweiten Stellung (Fig. 9 und 10). Anhand dieser Figuren wird ein Schaltvorgang durch die Schaltvorrichtung 110 beschrieben.

In Fig. 8 ist der Auslösezapfen 115 in der ersten Stellung. Da die Betätigungsstange 81 ein Umschalten der Schaltvorrichtung 110 vorgibt, wird über die Federelemente (nicht dargestellt) eine Kraft auf das Auslöseelement 111 und damit den Auslösezapfen 115 ausübt, um in die zweite Stellung zu gelangen. Da die Sperrscheibe 112 ein Verschieben des Auslösezapfens und damit des Auslöseelements 111 und des Kulissenführungselements 84 blockiert, liegt der Auslösezapfen 115 an der Sperrscheibe 112 an, wobei eine an dem Auslösezapfen 115 angebrachte Rolle auf einer nicht sichtbaren Seite der Sperrscheibe 112 abrollt, welche zusammen mit dem ersten Nocken 214 rotiert.

Erreicht der Auslösezapfen die Auslassung bzw. das Schaltfenster 113 der Sperrscheibe 112, so tritt der Auslösezapfen 115 durch die Auslassung 113 und gelangt in die zweite Stellung. Mit dem Auslösezapfen 115 verschiebt sich das Auslöseelement 111 und die Kulissenführungselement 84, welche mit dem Auslöseelement 111 gekoppelt ist, auf der Führungsstange 83 und der Betätigungsstange 81. Dieser Zustand ist in Fig. 9 dargestellt.

In Fig. 10 haben sich Nocken 214 und Sperrscheibe 112 weitergedreht, so dass der Auslösezapfen am Ende der Auslassung des Schaltfensters 113 angelangt ist. Der Auslösezapfen 115 sollte sich zu diesem Zeitpunkt in der zweiten Stellung befinden und fängt dann an, auf der sichtbaren Seite der Sperrscheibe 112 abzurollen. Dann ist das Auslöseelement 111 und die Kulissenführungselement 84 blockiert und beide können wieder durch die Betätigungsstange 81, diesmal in entgegengesetzter Richtung, vorgespannt werden.

Befindet sich der Auslösezapfen aber in einer Zwischenstellung zwischen der ersten und der zweiten Stellung, so bestünde die Gefahr, dass dieser durch die Flanke der Sperrscheibe 112, welche am Ende der Auslassung des Schaltfensters 113 auftritt, eine Belastung in Drehrichtung der Sperrscheibe 112 erfährt und infolge dessen abbricht.

Dies wird dadurch verhindert, dass der Auslösezapfen 115 oder das gesamte Auslöseelement 111 schwenkbar gelagert sind, insbesondere gegen die Kraft der Schutzfeder 114. Vorzugsweise, wie in den Figuren gezeigt, wird hierfür das Auslöseelement 111 schwenkbar an der Betätigungsstange 81 gelagert. Durch die Schutzfeder 114 wird der Auslösezapfen 115 jeweils wieder in seine Ausgangsposition zurückgebracht.

Wie in **Fig. 11** und **Fig. 12** noch weiter vergrößert dargestellt ist, kann der Auslösezapfen 115, wenn er aufgrund einer Fehlstellung von der Flanke der Auslassung bzw. des Schaltfensters 113 getroffen wird, wegschwenken. Erreicht das Auslöseelement 111 schließlich die zweite Stellung, so wird dieses wieder durch eine von der Rückstell- bzw. Schutzfeder 114 (in Fig. 11 und Fig. 12 nicht dargestellt) bereitgestellte Kraft zurückgeschwenkt.

**Fig. 13** zeigt ein Ausführungsbeispiel von zwei verschiedenen Ventilerhebungskurven, welche mit der Ventilbetätigungsverrichtung 100 nach Fig. 1 und 2 realisiert werden können. Eine Ventilöffnung wird dabei in Abhängigkeit vom Kurbelwellenwinkel angegeben.

Die Ventilhebungskurve IVC – 480 gehört zu einem Miller-Zyklus und wird in dem in den vorhergehenden Figuren gezeigten Ausführungsbeispielen der Ventilbetätigungsverrichtung 100 durch den ersten Nocken 214, mithin einem sogenannten Miller-Nocken, hervorgerufen.

Ein Miller-Betrieb einer Brennkraftmaschine ist insbesondere verbrauchsoptimiert, allerdings lässt sich diese im Miller-Betrieb nicht starten, da die Füllung der Zylinder zu gering ist.

Die Ventilhebungskurve IVC – 580 gehört zu einem anderen Verbrennungs-Zyklus, bei welchem die Ventile sowohl länger öffnen als auch einen größeren Ventilhub, 8,7 mm mehr als bei gezeigten Miller-Zyklus, aufweisen. Diese Ventilhebungskurve IVC – 580

wird durch den zweiten Nocken 215 hervorgerufen. Die Ventilhebungskurve IVC – 580 überdeckt mithin die Ventilhebungskurve IVC – 480.

Wie in Fig. 13 angedeutet ist, ist der Anstieg der Ventilhebungskurve IVC – 580 dem Anstieg der Ventilhebungskurve IVC – 480 zeitlich nachgeordnet. Hierdurch wird bei der Ventilbetätigungsverrichtung 100 gewährleistet, dass ein Großteil der auftretenden Kräfte beim Öffnen der Ventile über den festeren, starren ersten Schleppebel 210 (Kraftfluss  $F_1$ ) übertragen wird. Auf den variablen bzw. verstellbaren Schleppebel 211 wirken dann nur etwa ein Drittel der Kräfte. Daher kann dieser weniger fest und mit geringeren Abmessungen, insbesondere schmaler, ausgelegt werden.

Entsprechend steigt eine Flanke des zweiten Nocken 215 in Bezug auf eine betriebsmäßige Drehrichtung der Welle 216 später an als die Flanke des ersten Nocken 214. Hierdurch wird eine Betätigungsbewegung des ersten Schleppebels 210 zu einem anderen, vorzugsweise einem zeitlich früher liegenden, Zeitpunkt bewirkt wird als eine Betätigungsbewegung des zweiten Schleppebels 211. Die Brennkraftmaschine, insbesondere ein sogenannter Großmotor, wird vorzugsweise über 90% der Betriebsdauer im Miller-Zyklus betrieben. Die Ventilhebungskurve IVC – 580 kommt vorzugsweise lediglich beim Anfahren und bei einem zwischenzeitlichen Segel-Betrieb (auch Coasting-Betrieb genannt) zum Einsatz.

Es sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den beschriebenen Ausführungsbeispielen lediglich um Beispiele handelt, die den Schutzbereich, die Anwendungen und den Aufbau in keiner Weise einschränken sollen. Vielmehr wird dem Fachmann durch die vorausgehende Beschreibung ein Leitfaden für die Umsetzung mindestens eines Ausführungsbeispiels gegeben, wobei diverse Änderungen, insbesondere in Hinblick auf die Funktion und Anordnung der beschriebenen Bestandteile, vorgenommen werden können, ohne den Schutzbereich zu verlassen, wie er sich aus den Ansprüchen und diesen äquivalenten Merkmalskombinationen ergibt. Insbesondere kann die Ventilbetätigungsverrichtung auch ein Stößel oder ein Kipphebel oder eine ähnliche Vorrichtung sein. Die Schaltvorrichtung kann darüber hinaus auch anders ausgebildet sein, insbesondere gemäß der Varianten, welche in dem Dokument WO 2019/025511 A1 gezeigt sind.

**Bezugszeichenliste**

- 10 Kopplungsvorrichtung
- 11 erstes Kopplungselement
- 12 zweites Kopplungselement
- 13A Zapfen
- 13B Sperrelement
- 16 erster Abschnitt des ersten Kopplungselements 11
- 17 Innen-Längsverzahnung des hülsenförmigen Sperrelements 13B
- 18 zweiter Abschnitt des ersten Kopplungselements 11
- 19 dritter Abschnitt des ersten Kopplungselements 11
- 81 Betätigungsstange
- 83 Führungsstange
- 84 Kulissenführungselement
- 85 Kulisse, Klaue, U-Profil
- 85a erster Klauenarm
- 85b zweiter Klauenarm
- 89 Anschlag
- 93, 94 Federelement
- 95 Führungsabschnitt
- 95a erster Betätigungsarm
- 95b zweiter Betätigungsarm
- 100 Ventilbetätigungsvorrichtung
- 110 Schaltvorrichtung
- 111 Auslöseelement
- 112 Blockierelement
- 113 Schaltfenster
- 114 Schutzfeder
- 115 Auslösezapfen
- 210 erster Schleppebel
- 211 zweiter Schleppebel

- 213 Drehachse
- 214 erster Nocken
- 215 zweiter Nocken
- 216 Welle
- 217 Kopplungsabschnitt
- 218 erster Abnehmer
- 219 zweiter Abnehmer
- 220 Stoßstange
- 221 Sicherungsmutter
- A Längsachse der Kopplungsvorrichtung 10
- F<sub>1</sub> erster Pfad der Kraftübertragung
- F<sub>2</sub> zweiter Pfad der Kraftübertragung

## Patentansprüche

1. Ventilbetätigungsvorrichtung (100) zur Betätigung wenigstens eines Ventils einer Hubkolbenmaschine, insbesondere einer Verbrennungskraftmaschine, wobei die Ventilbetätigungsvorrichtung (100) eine mechanische Kopplungsvorrichtung (10) mit einem mittels einer Schaltvorrichtung (110) in wenigstens eine erste und eine zweite Position bringbaren Sperrelement (13B) zur Betätigung der Kopplungsvorrichtung (10) aufweist, wobei die Ventilbetätigungsvorrichtung (100) zumindest in der ersten Position des Sperrelements (13B) eine Betätigungsbewegung für das wenigstens eine Ventil überträgt, und wobei die Schaltvorrichtung (110) aufweist:
  - eine, insbesondere gehäusefest gelagerte, Führungsstange (83);
  - eine im Wesentlichen parallel zu der Führungsstange (83) verlaufende, in ihrer axialen Richtung in Bezug auf die Führungsstange bewegliche Betätigungsstange (81);
  - ein Kulissenführungselement (84, 85), das an der Führungsstange (83) beweglich gelagert und dazu ausgebildet ist, das Sperrelement (13B) zumindest von der ersten in die zweite Position zu bewegen und umgekehrt; und
  - ein Auslöseelement (111), welches mit dem Kulissenführungselement (84, 85) in axialer Richtung der Betätigungsstange (81) gekoppelt ist;wobei das Kulissenführungselement (84, 85) und das Auslöseelement (111) mittels zweier Federelemente (93, 94) zwischen zwei an der Betätigungsstange (81) angeordneten Anschlägen (89, 89') denen jeweils ein Federelement (93, 94) zugeordnet ist, eingespannt sind, wobei die Betätigungsstange (81) dazu eingerichtet ist, um wenigstens das Kulissenführungselement (84, 85) und das Auslöseelement (111) in einer Richtung entlang der und/oder parallel zu der Führungsstange (83) zu verschieben, und

ein Blockierelement (112), das dazu eingerichtet ist, mit dem Auslöseelement (111) in der Weise zusammenzuwirken, dass in einem ersten Zustand das Blockierelement (112) bei einer Verlagerung der Betätigungsstange (81) in ihrer axialen Richtung eine Verschiebung des Auslöseelements (111) und des Kulissenführungselement (84, 85) in der Weise blockiert, dass wenigstens eines der Federelemente (93, 94) vorgespannt wird, und in einem zweiten Zustand eine Verschiebung des Auslöseelements (111) und des Kulissenführungselement (84, 85) freigibt, welche eine Betätigung der Kopplungsvorrichtung (10) bewirkt.

2. Ventilbetätigungsvorrichtung (100) nach Anspruch 1, wobei das Auslöseelement (111) und/oder das Kulissenführungselement (84, 85) beweglich an der Betätigungsstange (81) gelagert sind.
3. Ventilbetätigungsvorrichtung (100) nach Anspruch 2, wobei die Betätigungsstange (81) durch die Federelemente (93, 94) verläuft.
4. Ventilbetätigungsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, wobei die Kopplungsvorrichtung (10) des Weiteren einen Zapfen (13A) aufweist, wobei der Zapfen (13A) an dem Sperrelement (13B) befestigt ist mit einer Kulisse (85) des Kulissenführungselements (84) zum Verschieben, insbesondere Verdrehen, des Sperrelements (13B) zusammenwirkt.
5. Ventilbetätigungsvorrichtung (100) nach Anspruch 4, wobei der Zapfen (13A) von der Kulisse (85) in Richtung der Betätigungsbewegung beweglich geführt wird, wobei die Kulisse (85) vorzugsweise als U-Profil ausgebildet ist.
6. Ventilbetätigungsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, wobei die Kopplungsvorrichtung (10) des Weiteren ein erstes Kopplungselement (11) aufweist, welches mit dem Sperrelement (13B) zusammenwirkt, und wobei das erste Kopplungselement (11) und das Sperrelement (13B) in der ersten Position des Sperrelements (13B) in der Weise gegeneinander blockiert sind, dass die Kopplungsvorrichtung (10) eine definierte Länge in ihrer axialen Richtung nicht unterschreitet und das erste Kopplungselement (11) und das Sperrelement (13B) in der zweiten Position des Sperrelements (13B) in der Weise gegeneinander, insbesondere ineinander,

verschiebbar sind, dass sich die Kopplungsvorrichtung (10) in ihrer axialen Richtung gegenüber der definierten Länge verkürzt.

7. Ventilbetätigungsvorrichtung (100) nach Anspruch 6, wobei die Kopplungsvorrichtung (10) des Weiteren ein zweites Kopplungselement (12) aufweist, welches in Bezug auf das erste Kopplungselement (11) oder das Sperrelement (13B) in axialer Richtung der Kopplungsvorrichtung (10) beweglich ist und wenigstens während des Übertragens der Betätigungsbewegung an dem ersten Kopplungselement (11) oder dem Sperrelement (13B) anschlägt.
8. Ventilbetätigungsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, wobei das ein Blockierelement (112) als eine Sperrscheibe ausgeführt ist, welche drehfest mit einer Welle (216), insbesondere Nockenwelle, verbunden ist und ein Schaltfenster (113) aufweist, in welchem der Radius der Sperrscheibe (112) über einen definierten Winkelsektor der Sperrscheibe (112) verringert ist, wobei in dem ersten Zustand das Auslöseelement (111), insbesondere ein Auslösezapfen (115) des Auslöseelements (111), an einer Seite der Sperrscheibe (112) anliegt und wobei in dem zweiten Zustand das Schaltfenster (113) im Bereich des Auslöseelements (111) angeordnet ist.
9. Ventilbetätigungsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8, wobei das Auslöseelement (111) um eine Drehachse, welche parallel zur Führungsstange (83) ist, oder direkt um die Führungsstange (83) schwenkbar ist, insbesondere wenigstens in Drehrichtung der Sperrscheibe (112) um die Drehachse schwenkbar ist.
10. Verbrennungskraftmaschine mit einer Ventilbetätigungsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 9.
11. Verbrennungskraftmaschine mit wenigstens zwei Zylindern und jeweils einer Ventilbetätigungsvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 pro Zylinder, wobei die Betätigungsstange (81) von Zylinder zu Zylinder verläuft und dazu eingerichtet ist, um jeweils wenigstens das Kulissenführungselement (84, 85) und das Auslöseelement (111) in Richtung der Führungsstange (83) zu verschieben.

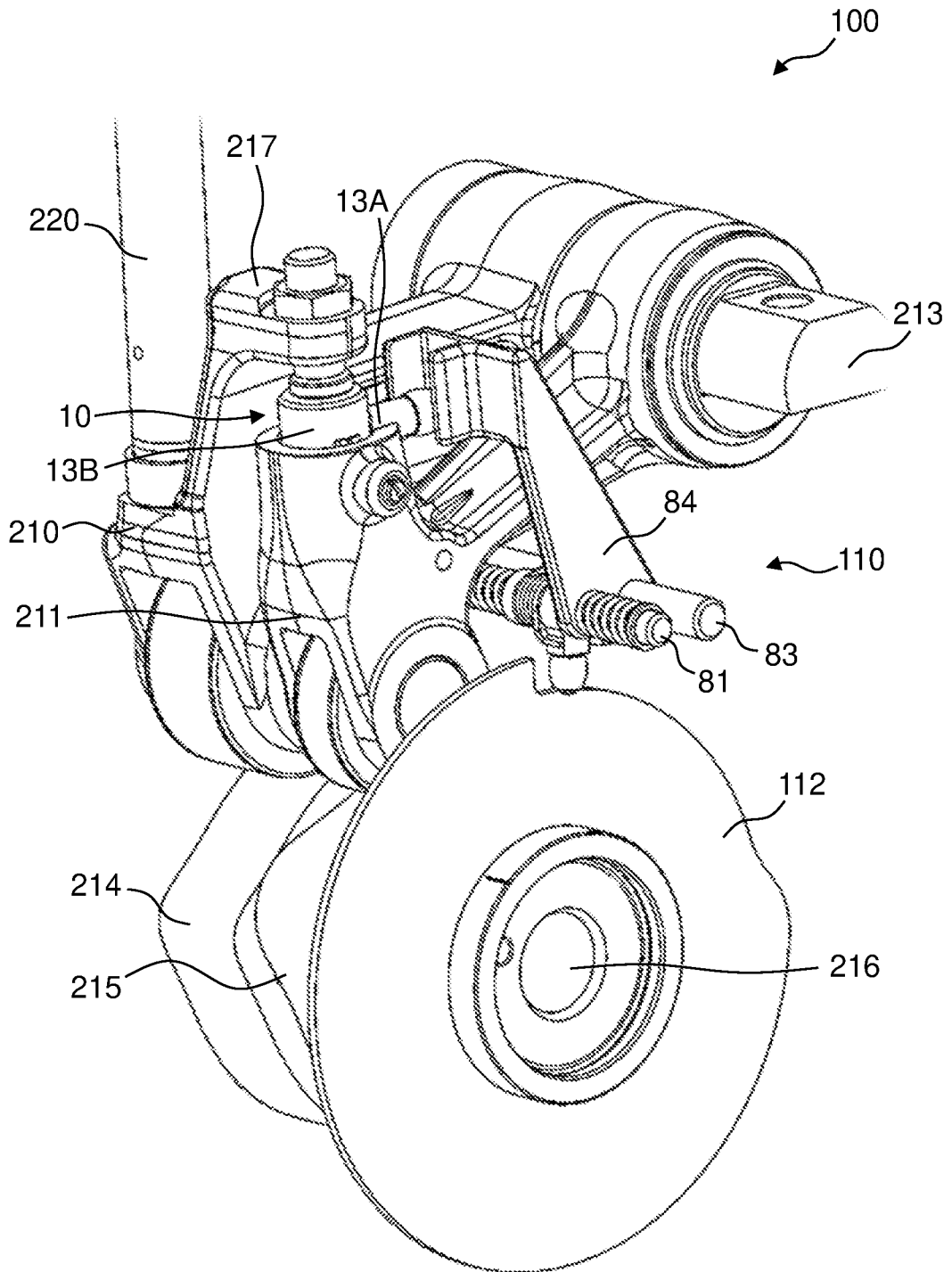


Fig. 1

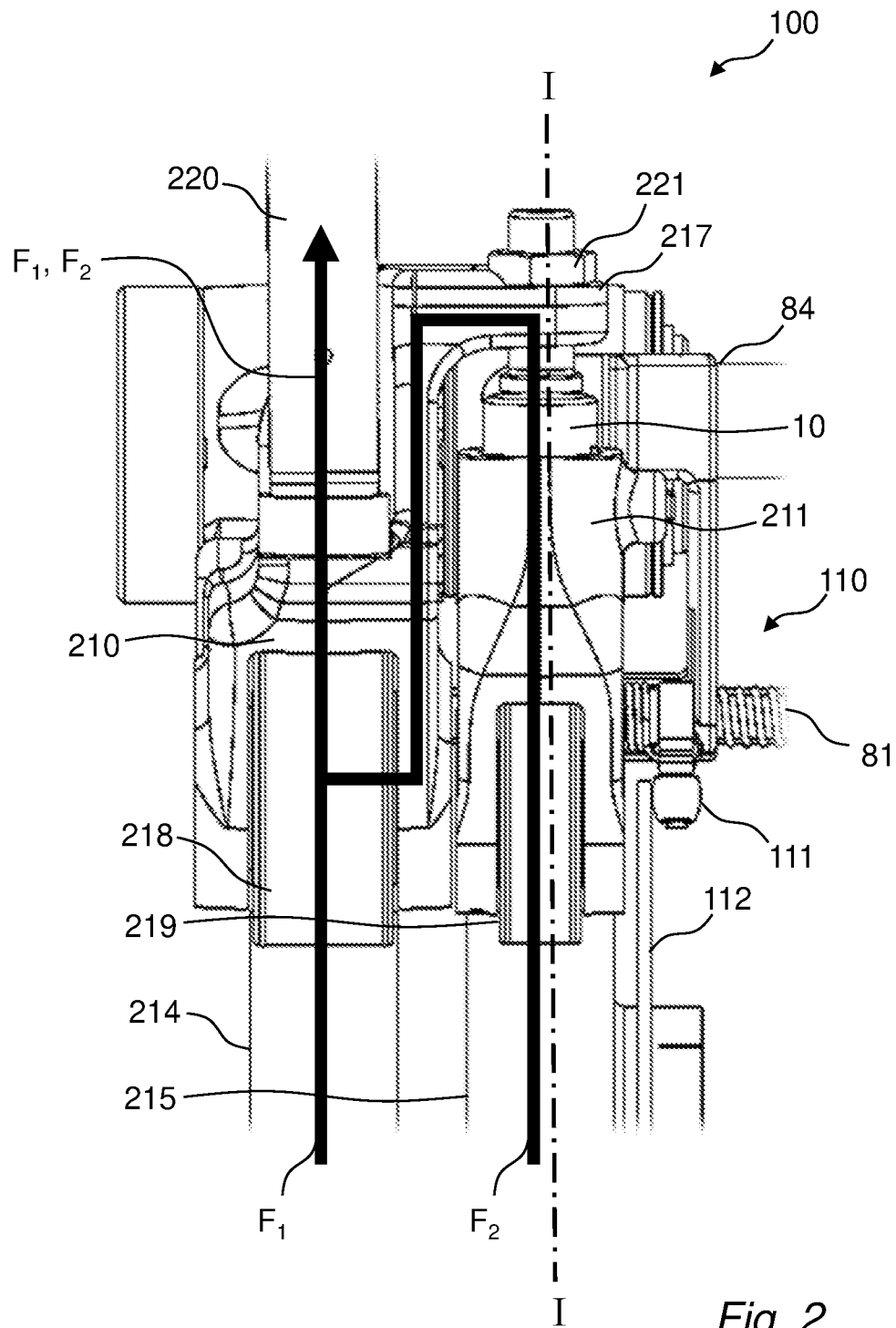
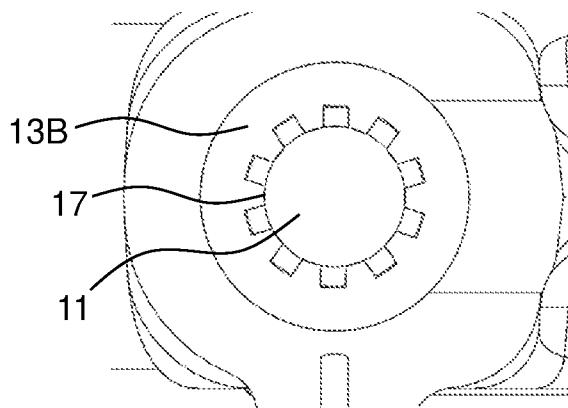
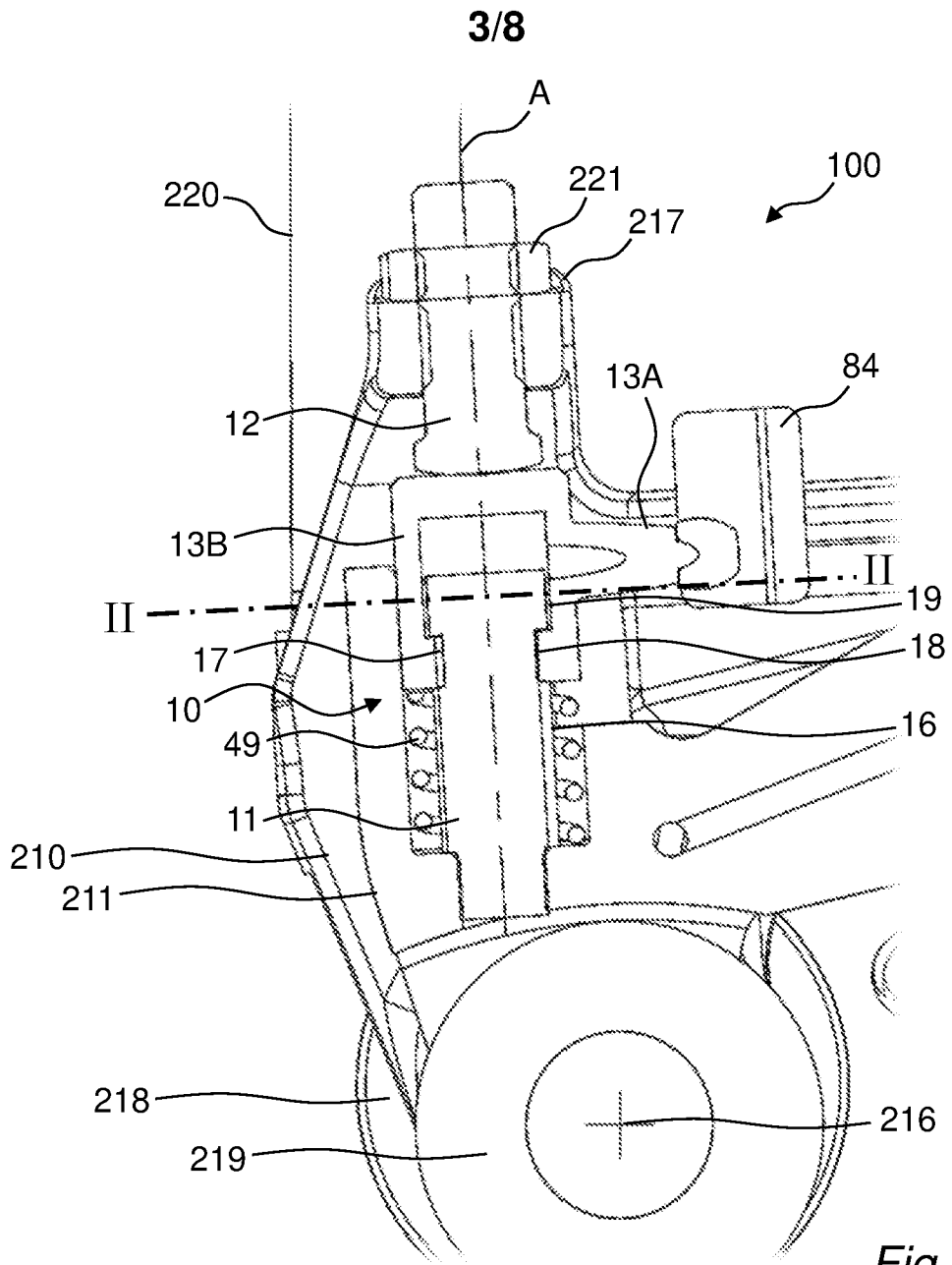


Fig. 2



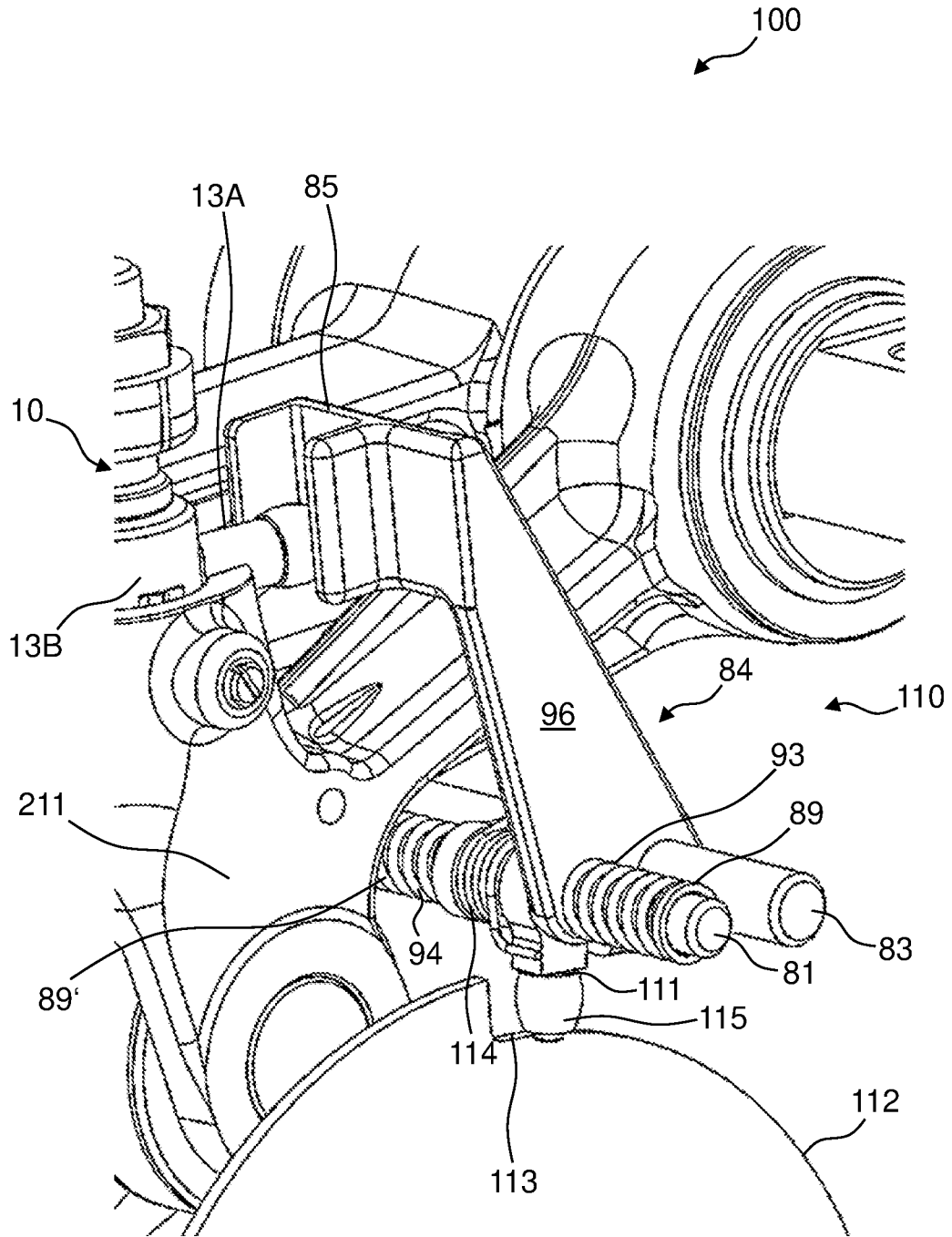


Fig. 5

5/8

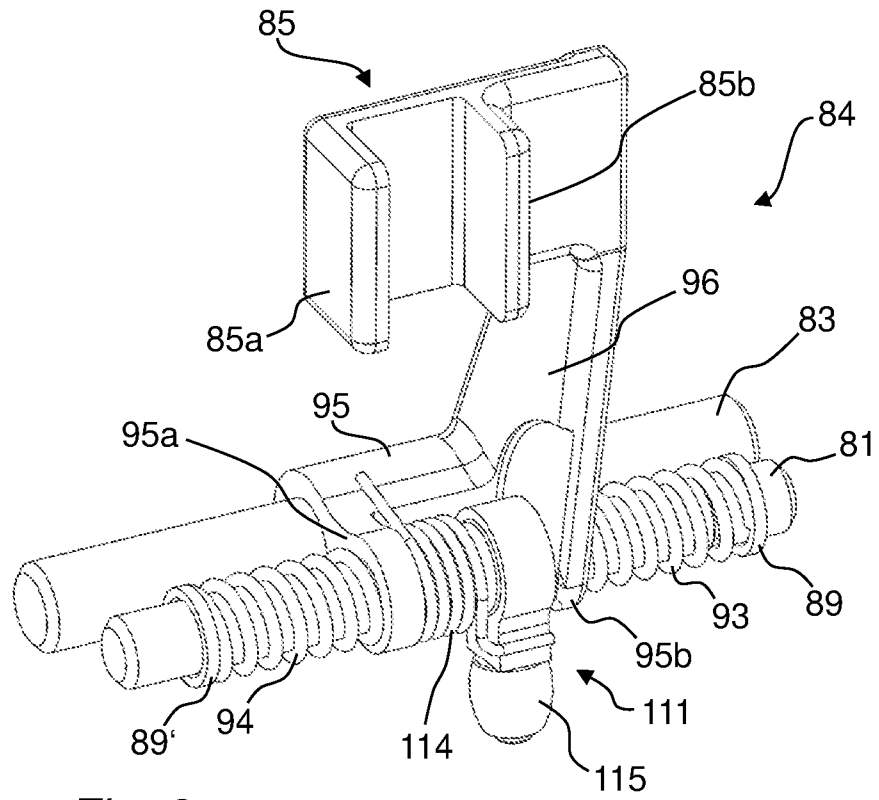


Fig. 6

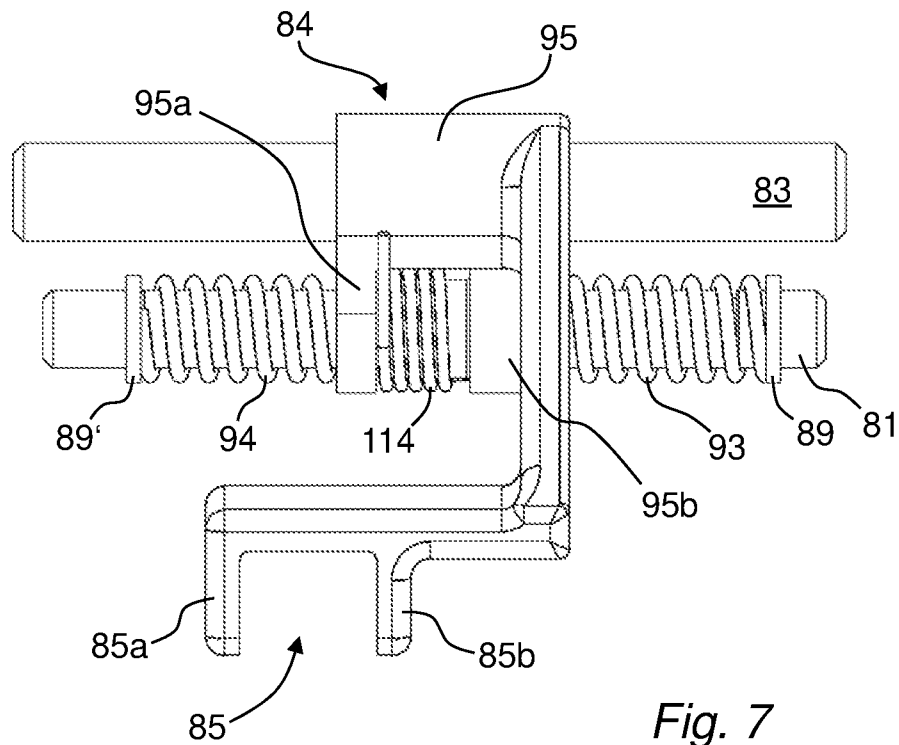


Fig. 7

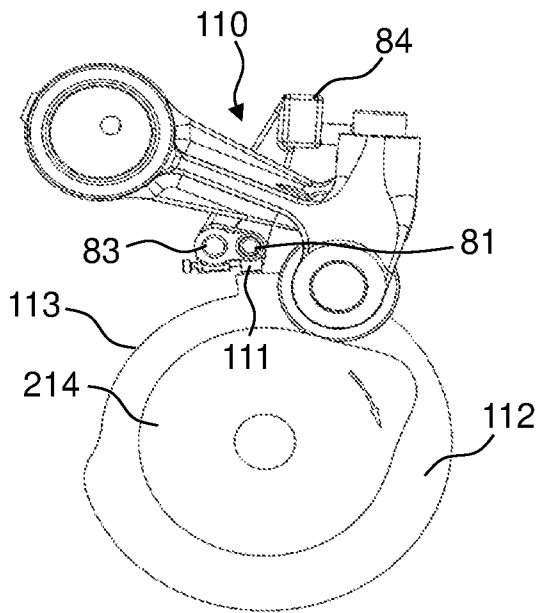


Fig. 8

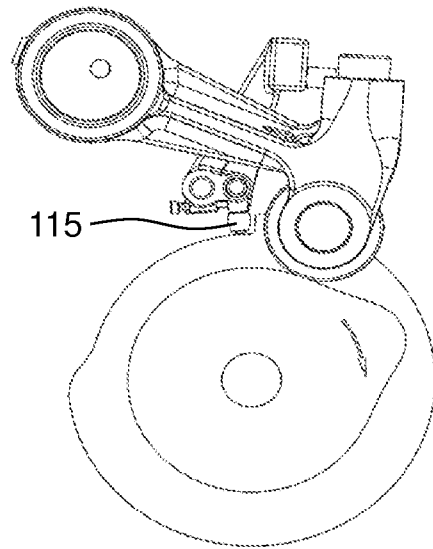


Fig. 9

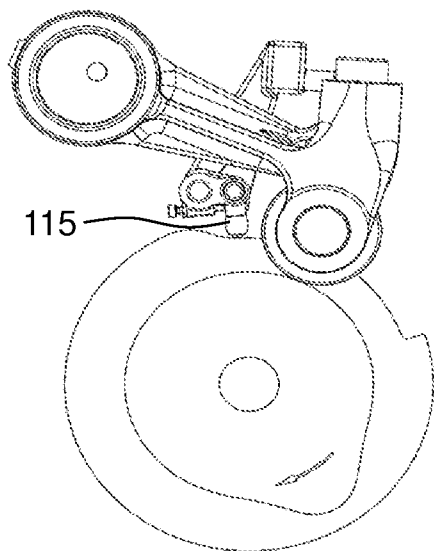


Fig. 10

7/8

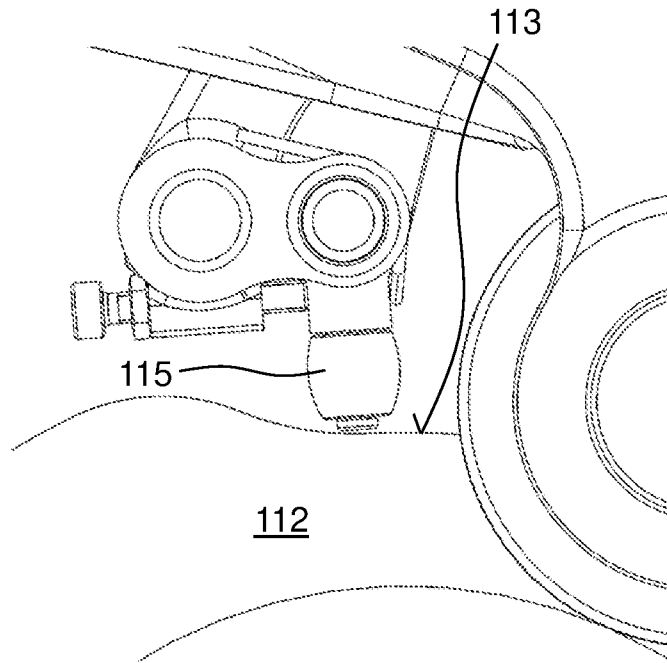


Fig. 11

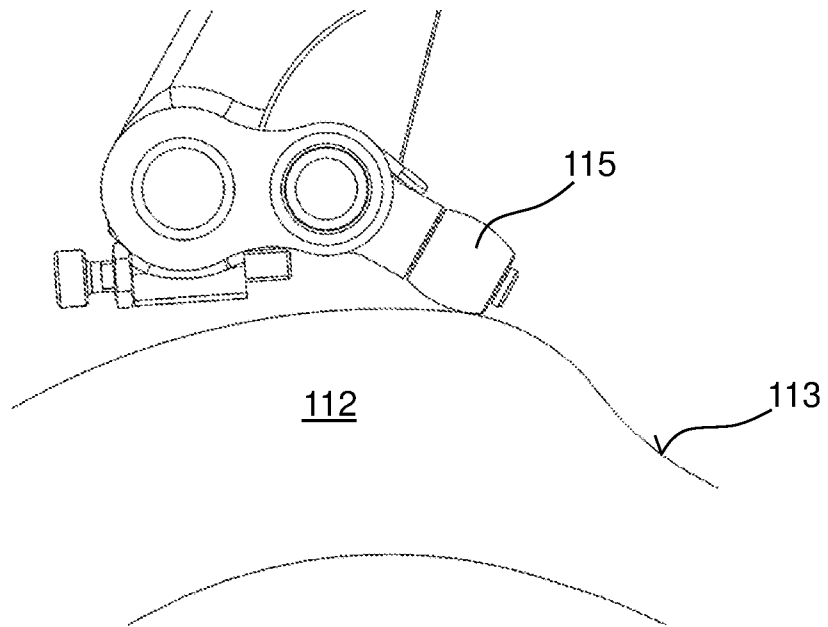


Fig. 12

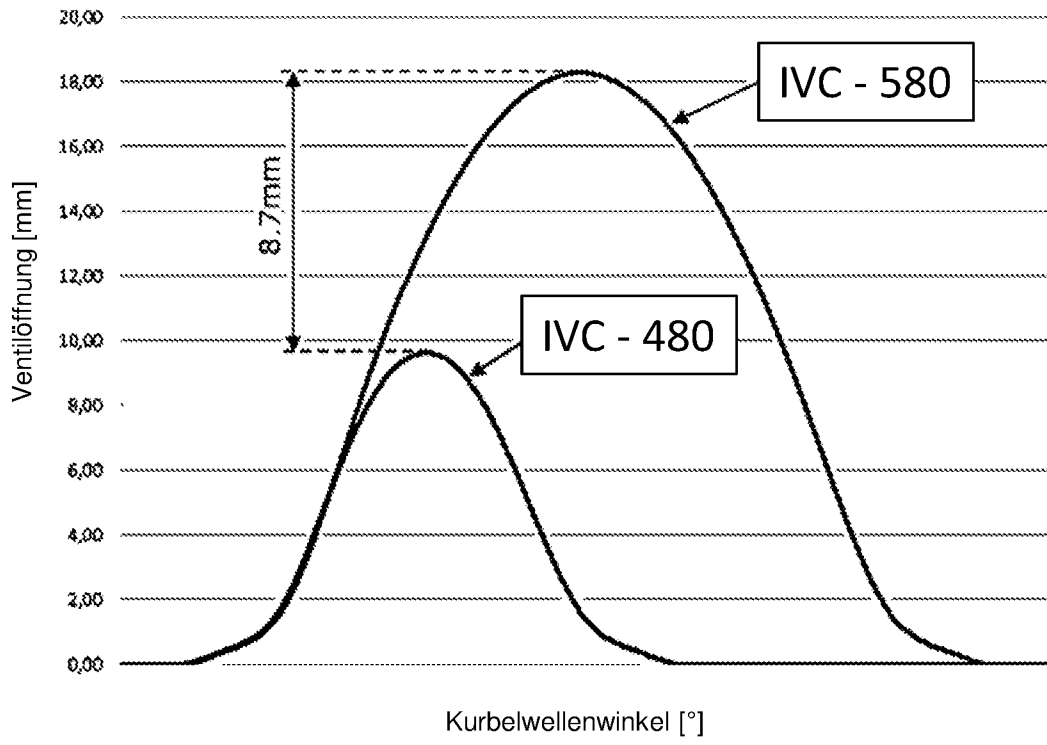


Fig. 13

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/AT2021/060291

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>F01L 1/14</i> (2006.01)i; <i>F01L 1/18</i> (2006.01)i; <i>F01L 13/00</i> (2006.01)i; <i>F01L 13/06</i> (2006.01)i; <i>F01L 1/26</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2019025511 A1 (AVL LIST GMBH [AT]) 07 February 2019 (2019-02-07) cited in the application	1-3,6,7,9-11
A	abstract; figures 1a,1b,2,11,12,13, page 1, line 15 - page 1, line 25 page 24, line 5 - page 24, line 31 page 26, line 32 - page 27, line 5 page 28, line 4 - page 28, line 27 page 34, line 17 - page 36, line 29	4,5,8
A	WO 2019133658 A1 (EATON INTELLIGENT POWER LTD [IE]) 04 July 2019 (2019-07-04) abstract; figures 3,4a,4b paragraph [0046] - paragraph [0056]	1,10
A	US 2012186546 A1 (CECUR MAJO [IT] ET AL) 26 July 2012 (2012-07-26) abstract; figures 11a-11d paragraph [0073] - paragraph [0082]	1,10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>01 December 2021</b>		Date of mailing of the international search report <b>09 December 2021</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Van der Staay, Frank</b> Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/AT2021/060291**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2019025511	A1	07 February 2019	AT	520278	A1	15 February 2019
				CN	111448369	A	24 July 2020
				EP	3662146	A1	10 June 2020
				US	2020300131	A1	24 September 2020
				WO	2019025511	A1	07 February 2019
<hr/>							
WO	2019133658	A1	04 July 2019	CN	111655981	A	11 September 2020
				EP	3732355	A1	04 November 2020
				US	2020325803	A1	15 October 2020
				WO	2019133658	A1	04 July 2019
<hr/>							
US	2012186546	A1	26 July 2012	EP	2462321	A2	13 June 2012
				US	2012186546	A1	26 July 2012
				WO	2011015603	A2	10 February 2011
<hr/>							

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2021/060291

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. F01L1/14 F01L1/18 F01L13/00 F01L13/06 F01L1/26 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> 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		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2019/025511 A1 (AVL LIST GMBH [AT]) 7. Februar 2019 (2019-02-07) in der Anmeldung erwähnt	1-3,6,7,9-11
A	Zusammenfassung; Abbildungen 1a,1b,2,11,12,13, Seite 1, Zeile 15 - Seite 1, Zeile 25 Seite 24, Zeile 5 - Seite 24, Zeile 31 Seite 26, Zeile 32 - Seite 27, Zeile 5 Seite 28, Zeile 4 - Seite 28, Zeile 27 Seite 34, Zeile 17 - Seite 36, Zeile 29 -----	4,5,8
A	WO 2019/133658 A1 (EATON INTELLIGENT POWER LTD [IE]) 4. Juli 2019 (2019-07-04) Zusammenfassung; Abbildungen 3,4a,4b Absatz [0046] - Absatz [0056] ----- -/--	1,10
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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 1. Dezember 2021		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 09/12/2021
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 Van der Staay, Frank

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2012/186546 A1 (CECUR MAJO [IT] ET AL) 26. Juli 2012 (2012-07-26) Zusammenfassung; Abbildungen 11a-11d Absatz [0073] - Absatz [0082] -----	1,10

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2021/060291

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2019025511 A1	07-02-2019	AT 520278 A1	15-02-2019
		CN 111448369 A	24-07-2020
		EP 3662146 A1	10-06-2020
		US 2020300131 A1	24-09-2020
		WO 2019025511 A1	07-02-2019
-----			
WO 2019133658 A1	04-07-2019	CN 111655981 A	11-09-2020
		EP 3732355 A1	04-11-2020
		US 2020325803 A1	15-10-2020
		WO 2019133658 A1	04-07-2019
-----			
US 2012186546 A1	26-07-2012	EP 2462321 A2	13-06-2012
		US 2012186546 A1	26-07-2012
		WO 2011015603 A2	10-02-2011
-----			