

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50643/2017
(22) Anmeldetag: 01.08.2017
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2022

(51) Int. Cl.: **F01L 13/00** (2006.01)
F02D 17/02 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 2001029923 A1
GB 2017820 A
EP 0037269 A1

(73) Patentinhaber:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

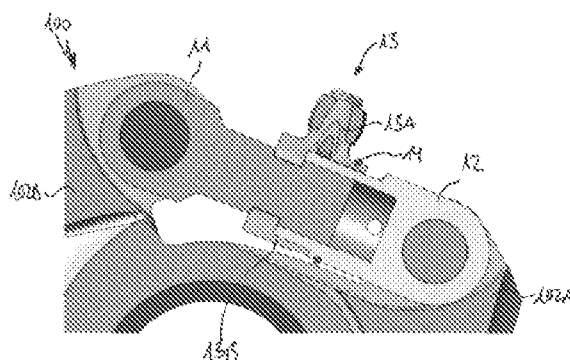
(72) Erfinder:
Klampfer Martin Ing.
8151 Hitzendorf (AT)
Zurk Andreas Ing.
8481 Weinburg (AT)
Salmutter Thomas Ing.
8052 Graz (AT)
Gelter Jürgen Dipl.Ing. (FH)
8054 Graz (AT)

(74) Vertreter:
Kopetz Heinrich Dipl.Ing.
8020 Graz (AT)

(54) **Kopplungsvorrichtung für eine Ventilbetätigungsvorrichtung**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Ventilbetätigungsvorrichtung (100) zur Betätigung wenigstens eines Ventils einer Hubkolbenmaschine mit veränderlichem Ventilhub, insbesondere eine Ventilbetätigungsvorrichtung (100) einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, wobei die Ventilbetätigungsvorrichtung (100) wenigstens einen Kipphebel (102) mit wenigstens einem ersten Kipphebelteil als erstes Ventilbetätigungselement (102B) und einem zweiten Kipphebelteil (102A) als zweites Ventilbetätigungselement (102A) aufweist, wobei die Kipphebelteile (102B, 102A) beide drehbar um eine gemeinsame Drehachse gelagert sind, wobei die Ventilbetätigungsvorrichtung (100) gekennzeichnet ist durch eine Kopplungsvorrichtung (10), die ein erstes Kopplungselement (11), ein zweites Kopplungselement (12) und eine Sperreinrichtung (13) aufweist. Das erste Kopplungselement (11) und das zweite Kopplungselement (12) sind zumindest innerhalb definierter Grenzen entlang einer ersten Achse relativ zueinander verschiebbar, wobei mittels der Sperreinrichtung (13) die Relativverschiebung der beiden Kopplungselemente (11;12) zueinander

entlang der ersten Achse (A) zumindest in eine erste Richtung blockierbar ist. Die Sperreinrichtung (13) weist ein zumindest in einem definierten Bereich in Umfangsrichtung um die erste Achse (A) drehbares Sperrelement (13B) auf, wobei die Relativverschiebung der beiden Kopplungselemente (11;12) entlang der ersten Achse (A) zumindest in die erste Richtung blockiert ist, wenn sich das Sperrelement (13B) in einer Blockier-Position befindet.



Beschreibung

VENTILBETÄTIGUNGSVORRICHTUNG MIT KOPPLUNGSVORRICHTUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Ventilbetätigungsverfahren, insbesondere eine mithilfe eines drehbaren Nockens betätigbare Ventilbetätigungsverfahren, wobei die Ventilbetätigungsverfahren zur Betätigung wenigstens eines Ventils einer Hubkolbenmaschine mit veränderlichem Ventilhub ausgebildet ist und wenigstens einen Kipphebel mit wenigstens einem ersten Kipphebelteil als erstes Ventilbetätigungselement und einem zweiten Kipphebelteil als zweites Ventilbetätigungselement aufweist, wobei der erste Kipphebelteil und der zweite Kipphebelteil beide drehbar um eine gemeinsame Drehachse gelagert sind, wobei die Ventilbetätigungsverfahren eine Kopplungsvorrichtung aufweist. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner eine Hubkolbenmaschine mit einer solchen Ventilbetätigungsverfahren.

[0002] Gattungsgemäße Kopplungsvorrichtungen und Ventilbetätigungsverfahren sowie Hubkolbenmaschinen, insbesondere Hubkolbenmaschinen mit derartigen Ventilbetätigungsverfahren, sind aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannt.

[0003] 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.

[0004] Mit variablen Ventiltrieben kann dabei der Notwendigkeit der Konstrukteure der Brennkraftmaschinen und dem Wunsch der Thermodynamik entsprochen werden, alternativ verschiedene Ventilhubkurven 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.

[0005] 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 hubgebendes Element vorhanden sein muss - es sei denn, der Alternativ-Hub ist ein Null-Hub.

[0006] 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.

[0007] Zylinderabschaltung: Die Zylinderabschaltung wird vorwiegend bei großvolumigen, vielzylindrigen 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 Kraftstoffersparungen erreicht werden können.

[0008] 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.

[0009] 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 Verdichtungsakts, insbesondere bei einem Vier-Takt-Motor oder einem Sechs-Takt-Motors, 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.

[0010] Zur Änderung des Ventilhubes sind verschiedene Systeme und Konzepte bekannt. Insbesondere ist bekannt, zwischen ein oder mehreren, einen Nockenhub übertragenden Ventilbetätigungselementen einer Ventilbetätigungsverrichtung eine Kopplungsvorrichtung vorzusehen, mittels welcher eine Umschaltung im Übertragungsweg des Ventiltriebs erreicht werden kann.

[0011] Beispielsweise zeigt die 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.

[0012] In der WO 2015/022071 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.

[0013] Die US 2001/029923 A1 beschreibt eine Kopplungsvorrichtung für eine Ventilbetätigungseinrichtung, bei der Kopplungselemente durch magnetische Kräfte in Zusammenwirken mit einer Federkraft gegeneinander verdrehbar sind, um ein Blockieren oder Freigeben zu erzielen. GB 2 017 820 A zeigt eine Kopplungsvorrichtung, bei der ein Blockieren über eine über einen Hebelansatz drehbare Steuerhülse erzielt wird.

[0014] Eine weitere Lösung vergleichbarer Art ist der EP 0 037 269 A1 zu entnehmen.

[0015] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte, insbesondere mechanisch mithilfe eines Nockens betätigbare Ventilbetätigungsverrichtung bereitzustellen sowie eine verbesserte Hubkolbenmaschine mit einer derartigen Ventilbetätigungsverrichtung.

[0016] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Ventilbetätigungsverrichtung nach Anspruch 1 und eine Hubkolbenmaschine nach Anspruch 21 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche und werden im Folgenden näher erläutert. Die Lehre der Ansprüche wird ausdrücklich zu einem Teil der Beschreibung gemacht.

[0017] Ein erster Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft eine Ventilbetätigungsverrichtung, insbesondere eine mithilfe eines drehbaren Nockens betätigbare Ventilbetätigungsverrichtung, wobei die Ventilbetätigungsverrichtung zur Betätigung wenigstens eines Ventils einer Hubkolbenmaschine mit veränderlichem Ventilhub ausgebildet ist und wenigstens einen Kipphebel mit we-

nigstens einem ersten Kipphebelteil als erstes Ventilbetätigungselement und einem zweiten Kipphebelteil als zweites Ventilbetätigungselement aufweist, wobei der erste Kipphebelteil und der zweite Kipphebelteil beide drehbar um eine gemeinsame Drehachse gelagert sind, wobei die Ventilbetätigungsverrichtung gekennzeichnet ist durch eine Kopplungsverrichtung, aufweisend ein erstes Kopplungselement, das mit dem ersten Kipphebelteil mechanisch gekoppelt, insbesondere verbunden ist, ein zweites Kopplungselement, das mit dem zweiten Kipphebelteil mechanisch gekoppelt, insbesondere verbunden ist und eine Sperreinrichtung mit einem Sperrelement, wobei das erste Kopplungselement und das zweite Kopplungselement und/oder das erste Kopplungselement und das Sperrelement entlang einer ersten Achse relativ zueinander verschiebbar sind, wobei mittels der Sperreinrichtung die Relativverschiebung der beiden Kopplungselemente zueinander und/oder die Relativverschiebung zwischen dem ersten Kopplungselement und dem Sperrelement entlang der ersten Achse zumindest in eine erste Richtung blockierbar ist.

[0018] Dabei sind die beiden Kopplungselemente und/oder das erste Kopplungselement und das Sperrelement insbesondere zumindest innerhalb definierter Grenzen relativ zueinander entlang der ersten Achse verschiebbar, wobei die definierten Grenzen insbesondere durch die konstruktive Ausgestaltung der Kopplungsverrichtung und/oder deren Umgebung bestimmt sind, insbesondere durch die kinematischen und/oder bauraumbedingten Gegebenheiten.

[0019] Erfindungsgemäß ist das Sperrelement zumindest über einen definierten Winkelbereich in Umfangsrichtung um die erste Achse drehbar, wobei die Relativverschiebung der beiden Kopplungselemente entlang der ersten Achse zueinander und/oder die Relativverschiebung zwischen dem ersten Kopplungselement und dem Sperrelement zumindest in die erste Richtung blockiert ist, wenn sich das Sperrelement in einer Blockier-Position befindet.

[0020] Eine Ventilbetätigungsverrichtung mit einer derartigen Kopplungsverrichtung ermöglicht auf einfache Art und Weise eine mechanische Ventilbetätigung mit wenigstens einem definierten Ventilhub, wobei ein erster definierter Ventilhub eingestellt werden kann, in dem das Sperrelement in der Blockier-Position gebracht wird.

[0021] Eine Kopplungsverrichtung im Sinne der Erfindung ist eine Einrichtung zur Kopplung, insbesondere zur mechanischen und/oder kinematischen Kopplung, wenigstens zweier Elemente, insbesondere von wenigstens zwei Betätigungselementen.

[0022] Die Kopplungsverrichtung kann dabei in der Weise ausgebildet sein, dass die Kopplungselemente jeweils beide fest oder jeweils beide schwenkbar am Kipphebel angebunden werden können, wobei wenigstens eine Schwenkachse, vorzugsweise beide Schwenkachsen, parallel zur gemeinsamen Drehachse der beiden Kipphebelteile verläuft. Dabei ist vorzugsweise das erste Kopplungselement der Kopplungsverrichtung mit demnockenseitigen Kipphebelteil verbunden und das zweite Kopplungselement mit dem ventiltseitigen Kopplungselement. Alternativ kann aber auch das zweite Kopplungselement mit demnockenseitigen Kipphebelteil verbunden sein und das erste Kopplungselement mit dem ventiltseitigen Kopplungselement.

[0023] Ein Kopplungselement im Sinne der Erfindung ist ein zur mechanischen und/oder kinematischen Kopplung ausgebildetes Element.

[0024] Eine Ventilbetätigungsverrichtung im Sinne der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Betätigung eines oder mehrerer Ventile einer Hubkolbenmaschine, insbesondere einer Hubkolbenbrennkraftmaschine.

[0025] Ein Kipphebelteil im Sinne der Erfindung ist ein Abschnitt eines Ventilhebels, welcher zur Übertragung einer Ventilsteuerungsbewegung von einer Nockenwelle zu einem Ventil einer Hubkolbenmaschine, insbesondere einer Brennkraftmaschine, dient.

[0026] Ein Ventil im Sinne der Erfindung ist ein Einlass- oder ein Auslassventil, insbesondere ein Einlass- oder ein Auslassventil einer Hubkolbenbrennkraftmaschine.

[0027] Ein veränderlicher Ventilhub im Sinne der Erfindung ist ein Ventilhub, welcher in beliebiger Weise veränderbar ist. Insbesondere können in Bezug auf den veränderlichen Ventilhub zwei

Zustände existieren, nämlich erstens ein Null-Hub und zweitens ein definierter Ventilhub.

[0028] Eine Sperreinrichtung im Sinne der Erfindung ist eine Einrichtung, mit der insbesondere eine axiale Relativverschiebung zwischen zwei definierten Elementen gesperrt werden kann. Ein Sperrelement im Sinne der Erfindung ist ein Teil einer Sperreinrichtung.

[0029] Eine Ventilbetätigungsbewegung im Sinne der Erfindung ist ein kinematisches Ereignis, welches insbesondere von einem Nocken auf einer Nockenwelle erzeugt wird und zu einem Ventil übertragen wird. Dieses Ereignis ist insbesondere durch die physikalischen Größen Position, Geschwindigkeit und Beschleunigung beschrieben.

[0030] Die erfindungsgemäße Lösung basiert insbesondere auf dem Ansatz, eine Ventilbetätigungsvorrichtung mit einer Kopplungsvorrichtung so auszugestalten, dass wahlweise eine Übertragung einer Ventilbetätigungsbewegung an ein zugehöriges, zu betätigendes Ventil erfolgt oder keine Übertragung, um somit, insbesondere wahlweise, einen ersten definierten Ventilhub oder einen zweiten definierten Ventilhub, insbesondere einen Null-Hub, einstellen zu können.

[0031] Hydraulische, elektronische oder elektromagnetische Einrichtungen, um den Ventilhub von Nockenwelle zu Ventil zu übertragen, sind daher erfindungsgemäß nicht notwendig. Erfindungsgemäß kann zur Einstellung des Ventilhubs insbesondere eine die durch die von einem Nocken erzeugte Drehbewegung ausgenutzt werden.

[0032] In einigen Anwendungsfällen kann es vorteilhaft sein, wenn die Kopplungsvorrichtung teleskopstangenartig ausgebildet ist, wobei in diesem Fall vorzugsweise die erste Achse der Kopplungsvorrichtung mit der Längsachse der Kopplungsvorrichtung zusammenfällt.

[0033] Zur Verringerung der Reibung und/oder zur Einstellung einer definierten Reibung in der Kopplungsvorrichtung können die gegeneinander gleitenden Teile eine reibungsvermindernde Oberfläche und/oder eine Oberfläche mit definierter Rauheit aufweisen und/oder beschichtet und/oder mit einem Schmiermittel geschmiert sein.

[0034] In einer vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsvorrichtung mit Kopplungsvorrichtung ist die Kopplungsvorrichtung in der Weise ausgebildet, dass die Relativverschiebung der beiden Kopplungselemente der Kopplungsvorrichtung zueinander und/oder die Relativverschiebung zwischen dem ersten Kopplungselement und dem Sperrelement entlang der ersten Achse zumindest in die erste Richtung freigegeben ist, wenn sich das Sperrelement in einer Freigabe-Position befindet, wobei vorzugsweise das Sperrelement zumindest zwischen einer Freigabe-Position und einer Blockier-Position um die erste Achse drehbar ist.

[0035] Eine derartig ausgebildete Kopplungsvorrichtung ermöglicht bei funktionsgemäßer Verwendung in einer entsprechend ausgebildeten Ventilbetätigungsvorrichtung auf einfache Art und Weise eine mechanische Ventilbetätigung mit wenigstens zwei voneinander verschiedenen definierten Ventilhuben, wobei mittels der Kopplungsvorrichtung ein erster definierter Ventilhub eingestellt werden kann, wenn sich das Sperrelement in der Blockier-Position befindet und ein zweiter definierter Ventilhub, insbesondere ein Null-Hub, wenn sich das Sperrelement in der Freigabe-Position befindet. Insbesondere ermöglicht eine erfindungsgemäße Kopplungsvorrichtung eine in gewissen Grenzen variable Ventilhubsteuerung.

[0036] Dabei hat es sich als vorteilhaft für einige Anwendungsfälle herausgestellt, wenn das Sperrelement über einen definierten Winkelbereich, der in Umfangsrichtung von etwa 15 Grad bis etwa 30 Grad reicht, um die erste Achse in Umfangsrichtung drehbar ist. In anderen Anwendungsfällen können andere definierte Winkelbereiche vorteilhafter sein, beispielsweise bis zu 45 Grad oder 60 Grad oder auch bis zu 90 Grad oder von weniger als 15 Grad.

[0037] Insbesondere ist die Ventilbetätigungsvorrichtung derart ausgebildet, dass in einem ersten Zustand der Kopplungsvorrichtung eine definierte Relativverschiebung der beiden Kopplungselemente zueinander entlang der Längsachse der Kopplungsvorrichtung blockiert ist und in einem zweiten Zustand der Kopplungsvorrichtung die Relativverschiebung freigegeben ist, wobei vorzugsweise die Relativverschiebung wahlweise freigebbar oder blockierbar ist.

[0038] Die Kopplungseinrichtung ist dabei vorzugsweise in der Weise ausgebildet, dass durch Blockieren der Relativverschiebung eine kinematische Kopplung eines ersten, mit dem ersten Kopplungselement mechanisch gekoppelten Betätigungselementes mit einem zweiten, mit dem zweiten Kopplungselement der Kopplungseinrichtung mechanisch gekoppelten Betätigungselementes bewirkbar ist und durch Freigeben der Relativverschiebung die kinematische Trennung zwischen den beiden Betätigungselementen.

[0039] Dabei ist die Ventilbetätigungsverrichtung insbesondere in der Weise ausgebildet, dass mittels der Kopplungsvorrichtung zur Übertragung einer Ventilbetätigungsbewegung von einem ersten Ventilbetätigungselement der Ventilbetätigungseinrichtung auf ein zweites Ventilbetätigungselement der Ventilbetätigungseinrichtung eine kinematische Kopplung des ersten Ventilbetätigungselementes mit dem zweiten Ventilbetätigungselement bewirkbar und/oder trennbar ist, insbesondere wahlweise.

[0040] Die Ventilbetätigungseinrichtung ist vorzugsweise in der Weise ausgebildet, dass bei funktionsgemäßer Verwendung der Kopplungsvorrichtung in einer Ventilbetätigungseinrichtung im blockierten Zustand der Kopplungsvorrichtung bei entsprechender Ausgestaltung der Ventilbetätigungsverrichtung und entsprechender mechanischer Kopplung des ersten Kopplungselements mit einem ersten Ventilbetätigungselement einer Ventilbetätigungseinrichtung eine infolge einer Ventilbetätigungsbewegung über das erste Ventilbetätigungselement der Ventilbetätigungseinrichtung und das erste Kopplungselement in die Kopplungsvorrichtung eingeleitete Ventilbetätigungsbewegung entlang der ersten Achse auf das zweite Kopplungselement übertragbar ist und von dort bei entsprechender mechanischer Kopplung des zweiten Kopplungselements mit einem zweiten Ventilbetätigungselement der Ventilbetätigungseinrichtung weiter auf das zweite Ventilbetätigungselement, so dass ein definierter Ventilhub bewirkbar ist, und/oder in der Weise, dass im freigegeben Zustand der Kopplungsvorrichtung eine über das erste Kopplungselement in die Kopplungsvorrichtung eingeleitete Ventilbetätigungsbewegung entlang der ersten Achse zu einer axialen Verschiebung des ersten Kopplungselements relativ zum zweiten Kopplungselement führt, nicht jedoch zu einer Übertragung der Ventilbetätigungsbewegung auf das zweite Kopplungselement, so dass keine oder eine geringere axiale Verschiebung des zweiten Kopplungselementes erfolgt und insbesondere eine zweite definierter Ventilhub, vorzugsweise ein Null-Hub, einstellbar ist.

[0041] Mit einer derartig ausgebildeten Ventilbetätigungseinrichtung kann somit die Übertragung einer definierten Ventilbetätigungsbewegung ermöglicht oder unterbunden werden und ein Ventilhub eines mit der Kopplungseinrichtung mechanisch gekoppelten Ventils einer Hubkolbenmaschine, insbesondere einer Hubkolbenbrennkraftmaschine gesteuert werden.

[0042] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung weist das Sperrelement der Kopplungsvorrichtung einen ringförmigen oder hülsenförmigen Abschnitt auf, wobei vorzugsweise der ring- oder hülsenförmige Abschnitt des Sperrelementes zumindest teilweise das erste Kopplungselement und/oder das zweite Kopplungselement in axialer Richtung überlappt.

[0043] Insbesondere umgreift der ring- oder hülsenförmige Abschnitt des Sperrelementes dabei das erste Kopplungselement und/oder das zweite Kopplungselement zumindest teilweise, vorzugsweise mit einem Umfangswinkel von mehr als 180 Grad, insbesondere mit einem Umfangswinkel von mehr als 270 Grad, vorzugsweise vollständig.

[0044] Insbesondere ist wenigstens eines der beiden Kopplungselemente, insbesondere das erste Kopplungselement, zumindest teilweise entlang der ersten Achse in die Sperreinrichtung, insbesondere in das Sperrelement, hineinschiebbar und/oder durch die Sperreinrichtung, insbesondere das Sperrelement, hindurchschiebbar ist.

[0045] Vorzugsweise weist die Sperreinrichtung, insbesondere das Sperrelement, ein erstes Kulissenführungselement auf, welches dazu ausgebildet ist, mit einem zweiten, korrespondierend zum ersten Kulissenführungselement ausgebildeten Kulissenführungselement einer Kulissenführung zusammenzuwirken, wobei mittels der Kulissenführung eine Drehbewegung der Sperrein-

richtung, insbesondere des Sperrelementes, um die erste Achse bewirkbar ist, insbesondere von der Freigabe-Position in die Blockier-Position und umgekehrt. Dadurch wird eine einfache, mechanische Betätigung des Sperrelementes und somit eine einfache, mechanische Verstellung des Ventilhubs möglich.

[0046] Insbesondere ist das erste Kulissenführungselement ein sich in radialer Richtung nach außen erstreckender Kulissenzapfen, insbesondere ein am ring- oder hülsenförmigen Abschnitt der Sperreinrichtung, insbesondere des Sperrelements, angeordneter, sich in radialer Richtung nach außen erstreckender Zapfen. Mithilfe eines Zapfens kann auf besonders einfache Art und Weise eine mechanische Betätigung des Sperrelementes bewirkt werden.

[0047] In diesem Fall ist der definierte Winkelbereich, um den das Sperrelement um die erste Achse drehbar ist, vorzugsweise derart bemessen, insbesondere nicht zu groß gewählt, dass sichergestellt ist, dass das erste Kulissenführungselement und das zweite Kulissenführungselement stets ausreichend miteinander im Eingriff sind, um eine sichere Betätigung der Sperreinrichtung zu gewährleisten. Mit zunehmendem Winkelbereich nehmen ferner die Schaltzeiten zu.

[0048] Vorzugsweise ist die Sperreinrichtung, insbesondere das Sperrelement, in axialer Richtung entlang der ersten Achse zumindest teilweise, insbesondere vollständig, relativ zu wenigstens einem Kopplungselement, insbesondere relativ zum zweiten Kopplungselement festgelegt.

[0049] Dazu kann die Sperreinrichtung, insbesondere das Sperrelement am Kopplungselement befestigt sein, beispielsweise mittels eines Sicherungsringes, und/oder mittels einer Vorspanneinrichtung axial festgelegt sein und beispielsweise mithilfe einer Feder in axialer Richtung in einer definierten Position relativ zum Kopplungselement, insbesondere relativ zum zweiten Kopplungselement gespannt werden, zumindest in der Freigabe-Position.

[0050] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung weist die Kopplungsvorrichtung eine Spieleinstellvorrichtung zur Einstellung eines kinematischen Spiels in der Kopplungsvorrichtung auf, insbesondere zur Einstellung eines kinematischen Spiels in axialer Richtung entlang der ersten Achse. Bei entsprechender Ausgestaltung der Spieleinstellvorrichtung kann bei funktionsgemäßer Verwendung der Kopplungsvorrichtung in einer mechanischen, entsprechend ausgestalteten Ventilbetätigungseinrichtung ermöglicht werden, dass wenigstens ein nahezu, insbesondere vollständig, lastfreier Zustand bezogen auf die erste Achse, d.h. ein axialelastfreier Zustand in Richtung der ersten Achse, einstellbar ist, insbesondere wenn die Ventilbetätigungseinrichtung mithilfe eines drehbaren Nocken betätigbar ist. Dadurch kann eine Betätigung der Kopplungsvorrichtung in einem nahezu lastfreien oder lastfreien Zustand ermöglicht werden. Dies hat den Vorteil, dass dadurch der Verschleiß der Kopplungseinrichtung, insbesondere der Sperreinrichtung, deutlich reduziert werden kann gegenüber einer Betätigung unter Last.

[0051] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung sind das erste Kopplungselement und das zweite Kopplungselement der Kopplungsvorrichtung entlang der ersten Achse zumindest teilweise teleskopstangenartig ineinander schiebbar, insbesondere wenn sich das Sperrelement in der Freigabe-Position befindet.

[0052] Insbesondere weist dazu eines der beiden Kopplungselemente, insbesondere das erste Kopplungselement, ein freies, kolbenartiges Ende auf und das andere, insbesondere zweite, Kopplungselement ein freies, zylinderartiges und dem freien Ende des ersten Kopplungselements zugewandtes Ende, wobei das freie, kolbenartige Ende des einen Kopplungselements zumindest teilweise in das zylinderartige Ende des anderen Kopplungselements entlang der ersten Achse hineinschiebbar ist, wobei das Kopplungselement mit dem kolbenartigen Ende während der Relativverschiebung vorzugsweise durch das Kopplungselement mit dem zylinderartigen Ende geführt wird.

[0053] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung mit Kopplungsvorrichtung sind wenigstens eines der beiden Kopplungselemente und die Sperreinrichtung, insbesondere das erste Kopplungselement und die Sperreinrichtung, entlang der ersten Achse zumindest teilweise teleskopstangenartig ineinander schiebbar, insbeson-

dere wenn sich das Sperrelement in der Freigabe-Position befindet, wobei vorzugsweise das erste Kopplungselement entlang der ersten Achse zumindest teilweise in das Sperrelement hineinschiebbar ist.

[0054] Insbesondere weist in diesem Fall eines der beiden Kopplungselemente, insbesondere das erste Kopplungselement, ein freies, kolbenartiges Ende auf und das Sperrelement ist vorzugsweise zylinderartig ausgebildet und weist ein offenes, dem freien Ende des ersten Kopplungselements zugewandtes Ende auf und ein gegenüberliegendes geschlossenes Ende, wobei das freie, kolbenartige Ende des Kopplungselements, insbesondere des ersten Kopplungselements, zumindest teilweise in das zylinderartige, offene Ende des Sperrelementes entlang der ersten Achse hineinschiebbar ist.

[0055] Ferner kann in diesem Fall das geschlossene Ende des Sperrelements vorzugsweise am anderen Kopplungselement, insbesondere am zweiten Kopplungselement abgestützt werden, insbesondere mithilfe eines Federelements, vorzugsweise mithilfe eines vorgespannten Federelementes.

[0056] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung weist eines der Kopplungselemente der Kopplungsvorrichtung, insbesondere das erste Kopplungselement, einen ersten Abschnitt, insbesondere einen sich entlang der ersten Achse und/oder der Längsrichtung des zugehörigen Kopplungselementes erstreckenden Abschnitt, mit einer Außen-Längsverzahnung und einen zweiten, ohne Verzahnung ausgebildeten Abschnitt auf, wobei sich der zweite Abschnitt vorzugsweise, insbesondere ebenfalls, entlang der ersten Achse und/oder der Längsrichtung des zugehörigen Kopplungselementes erstreckt und insbesondere an den ersten Abschnitt angrenzt.

[0057] Insbesondere ist ein Außendurchmesser des zweiten, ohne Verzahnung ausgebildeten Abschnitts des Kopplungselements dabei kleiner als ein Kopfkreisdurchmesser der Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnitts des Kopplungselements, wobei insbesondere der Außendurchmesser des zweiten Abschnitts kleiner oder gleich dem Fußkreisdurchmesser der Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnitts ist.

[0058] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung weist das Sperrelement der Kopplungsvorrichtung einen sich in axialer Richtung erstreckenden Abschnitt mit einer zur Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnitts des Kopplungselements korrespondierend ausgebildeten Innen-Längsverzahnung auf, wobei die Innen-Längsverzahnung insbesondere an einer Innenseite des ringförmigen und/oder hülsenförmigen Abschnitts des Sperrelements angeordnet ist.

[0059] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung befindet sich das Sperrelement der Kopplungsvorrichtung in der Blockier-Position, wenn das Kopplungselement mit der Außen-Längsverzahnung in axialer Richtung derart relativ zum Sperrelement axial verschoben ist, dass sich die Innen-Längsverzahnung nicht mit der Außen-Längsverzahnung des Kopplungselements im Eingriff befindet, sondern sich die Innen-Längsverzahnung des Sperrelements auf Höhe des zweiten, ohne Verzahnung ausgebildeten Abschnitts befindet, und wenn das Sperrelement in Umfangsrichtung derart verdreht ist, dass wenigstens ein Zahn, insbesondere sämtliche Zähne, der Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnitts des Kopplungselements mit wenigstens einem Zahn, insbesondere mit sämtlichen Zähnen, der Innen-Längsverzahnung des Sperrelements zumindest teilweise in axialer Richtung fluchtet.

[0060] Dabei liegen die Stirnseiten der Zähne vorzugsweise aneinander an. Auf diese Weise kann eine auf das Kopplungselement aufgebrachte Druckkraft über die fluchtenden Zähne, insbesondere deren Stirnseiten, axial abgestützt werden und eine Ventilbetätigungsbewegung übertragen werden.

[0061] Bei dieser vorbeschriebenen Ausgestaltung ist der definierte Winkelbereich, um den das Sperrelement in Umfangsrichtung um die erste Achse drehbar ist, vorzugsweise wenigstens derart bemessen, dass die Innen-Längsverzahnung des Sperrelementes mit der Außen-Längsver-

zahnung des Kopplungselements zum Freigeben der Relativverschiebung in Eingriff gebracht werden kann und zum Blockieren der Relativverschiebung derart relativ zur Außen-Längsverzahnung des Kopplungselements angeordnet werden kann, dass wenigstens ein Zahn, insbesondere sämtliche Zähne, der Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnitts des Kopplungselements mit wenigstens einem Zahn, insbesondere mit sämtlichen Zähnen, der Innen-Längsverzahnung des Sperrelements zumindest teilweise in axialer Richtung fluchtet.

[0062] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung befindet sich das Sperrelement der Kopplungsvorrichtung in der Freigabe-Position, wenn das Sperrelement in Umfangsrichtung derart verdreht ist, dass sämtliche Zähne der Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnitts des Kopplungselements zu sämtlichen Zähnen der Innen-Längsverzahnung des Sperrelements derart versetzt angeordnet sind, dass sich die Zähne der Außen-Längsverzahnung des ersten Kopplungselements mit den Zähnen der Innen-Längsverzahnung zumindest über einen Teil ihrer axialen Länge im Eingriff befinden oder durch eine axiale Relativverschiebung zwischen dem Kopplungselement und dem Sperrelement miteinander in Eingriff gebracht werden können.

[0063] Unter „im Eingriff befinden“ wird im Sinne der Erfindung dabei die wechselseitige, insbesondere kammartige Anordnung der Zähne einer Außenverzahnung mit der Innenverzahnung verstanden, wobei sich die Zahnflanken sich dabei nicht berühren müssen, d.h. auch mit Spiel dazwischen wechselseitig angeordnet sein können.

[0064] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung ist das Sperrelement der Kopplungsvorrichtung um die erste Achse drehbar, wenn das Kopplungselement mit der Außen-Längsverzahnung in axialer Richtung derart relativ zum Sperrelement axial verschoben ist, dass sich die Innen-Längsverzahnung nicht mit der Außen-Längsverzahnung des ersten Kopplungselements im Eingriff befindet, sondern sich auf Höhe des zweiten, ohne Verzahnung ausgebildeten Abschnitts befindet.

[0065] In einigen Fällen kann es vorteilhaft sein, insbesondere zur axialen Führung, wenn das Kopplungselement mit der Außen-Längsverzahnung einen weiteren Abschnitt mit einer Außen-Längsverzahnung aufweist, insbesondere mit identischer Verzahnungsgeometrie zur Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnitts, wobei der weitere Abschnitt vorzugsweise angrenzend an den zweiten Abschnitt ohne Verzahnung angrenzend und insbesondere am freien Ende des Kopplungselementes angeordnet ist, insbesondere derart, dass der zweite Abschnitt ohne Verzahnung in axialer Richtung zwischen dem ersten Abschnitt mit Außen-Längsverzahnung und dem weiteren Abschnitt mit Außen-Längsverzahnung angeordnet ist.

[0066] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung weist die Sperreinrichtung der Kopplungsvorrichtung wenigstens einen in radialer Richtung zwischen dem inneren Kopplungselement und der Sperreinrichtung, insbesondere zwischen dem inneren Kopplungselement und dem Sperrelement, angeordneten Sperrkeil auf, insbesondere mehrere in Umfangsrichtung verteilt angeordnete Sperrkeile, wobei wenigstens ein Sperrkeil in axialer Richtung in einem Überlappungsbereich angeordnet ist, in welchem sich das erste Kopplungselement und das zweite Kopplungselement in axialer Richtung überlappen.

[0067] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung ist wenigstens einer der Sperrkeile, vorzugsweise sämtliche Sperrkeile, derart in radialer Richtung nach innen verlagerbar und mit dem radial inneren Kopplungselement in Eingriff bringbar, insbesondere mit einer Ausnehmung oder einer in Umfangsrichtung verlaufenden Nut des radial inneren Kopplungselements, dass eine axiale Relativverschiebung entlang der ersten Achse zwischen dem ersten Kopplungselement und dem zweiten Kopplungselement, insbesondere ein teleskopstangenartiges Ineinanderschieben der beiden Kopplungselemente blockiert ist.

[0068] Dabei ist vorzugsweise wenigstens ein Sperrkeil entgegen einer Rückstellkraft, insbesondere entgegen einer Rückstellfeder, in radialer Richtung nach innen verlagerbar.

[0069] Insbesondere ist wenigstens einer der Sperrkeile, vorzugsweise sämtliche Sperrkeile, jeweils in einer zugehörigen Ausnehmung im radial äußeren Kopplungselement eingesetzt, insbe-

sondere im zweiten Kopplungselement, wobei wenigstens einer der Sperrkeile, vorzugsweise sämtliche Sperrkeile, durch die zugehörige Ausnehmung in axialer Richtung, insbesondere zusätzlich in Umfangsrichtung, geführt sind und/oder festgelegt sind relativ zum radial äußeren Kopplungselement.

[0070] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung weist wenigstens einer der Sperrkeile, vorzugsweise sämtliche Sperrkeile, eine in Umfangsrichtung verlaufende, insbesondere an der radial äußeren der Sperreinrichtung zugewandten Seite vom Sperrkeil, als Rampe ausgebildete Führungsfläche auf und die Sperreinrichtung, insbesondere das Sperrelement, vorzugsweise wenigstens ein mit der Führungsfläche zusammenwirkendes Führungselement, das derart mit der Führungsfläche zusammenwirkt, dass insbesondere ein Drehen des Sperrelements in Umfangsrichtung von der Freigabe-Position in die Blockier-Position ein Verlagern des Sperrkeiles radial nach innen bewirkt, so dass der Sperrkeil mit dem radial inneren Kopplungselement in Eingriff gebracht wird und eine axiale Relativverschiebung entlang der ersten Achse zwischen dem ersten Kopplungselement und dem zweiten Kopplungselement blockiert ist.

[0071] Als Führungselemente eignen sich insbesondere Vorsprünge und/oder, vorzugsweise in Ausnehmungen und/oder Öffnungen im Sperrelement gelagerte, vom Sperrelement in radialer Richtung gehaltene und auf den Sperrkeilen abrollende Wälzkörper, insbesondere Kugeln. Wälzkörper sind insbesondere zur Verringerung der Reibung vorteilhaft.

[0072] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung weist die Sperreinrichtung der Kopplungsvorrichtung eine in radialer Richtung innerhalb vom Sperrelement angeordnete Spreizhülse auf, wobei die Sperreinrichtung insbesondere derart ausgebildet ist, dass durch Drehen des Sperrelements in eine erste Richtung um die erste Achse, insbesondere durch Drehen des Sperrelements in Richtung der Blockier-Position, die Spreizhülse in radialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung zusammendrückbar ist.

[0073] Eine Spreizhülse im Sinne der Erfindung ist eine Hülse, welche wenigstens einen sich in ihrer Längsrichtung zumindest über einen Teil ihrer Länge erstreckenden Schlitz aufweist und deren Außendurchmesser insbesondere durch Aufbringen einer in Umfangsrichtung wirkenden Zugkraft und/oder einer radialen Druckkraft verkleinert werden kann gegenüber einem kraftfreien Zustand. Eine Spreizhülse im Sinne der Erfindung weist insbesondere einen sich über ihre gesamte Länge erstreckenden durchgehenden Schlitz oder mehrere, vorzugsweise in Umfangsrichtung gleichmäßig verteilt angeordnete, sich nur über einen Teil ihrer Länge erstreckende Schlitz auf. Eine Spreizhülse im Sinne der Erfindung kann zylindrisch ausgebildet sein oder einen oder mehrere konische Abschnitte aufweisen. Insbesondere kann sich der Außendurchmesser in eine Richtung entlang ihrer Längsachse verringern, insbesondere stetig, abschnittsweise stetig oder unstetig.

[0074] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist durch Drehen des Sperrelements in eine zweite Richtung um die erste Achse, insbesondere durch Drehen des Sperrelements in Richtung der Freigabe-Position, die Spreizhülse in radialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung aufweitbar, insbesondere gegenüber der Blockier-Position.

[0075] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung sind wenigstens ein Kopplungselement und die Spreizhülse der Kopplungsvorrichtung, vorzugsweise das Kopplungselement, an dem die Spreizhülse nicht axial festgelegt ist und die Spreizhülse, insbesondere das erste Kopplungselement und die Spreizhülse, entlang der ersten Achse axial relativ zueinander verschiebbar, insbesondere zumindest teilweise teleskopstangenartig ineinander schiebbar, wenn die Spreizhülse in radialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung nicht zusammengedrückt ist. Hingegen ist eine Relativverschiebung zwischen dem anderen Kopplungselement und der Spreizhülse in axialer Richtung entlang der ersten Achse blockiert, wenn die Spreizhülse in radialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung zumindest teilweise oder vollständig, d.h. sowie wie innerhalb der Kopplungsvorrichtung möglich, zusammengedrückt ist.

[0076] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung weist die Spreizhülse der Kopplungsvorrichtung, wenn sich das Sperrelement in der Blockier-Position befindet, zumindest teilweise einen Innendurchmesser auf, insbesondere an ihrem, dem in axialer Richtung relativ zur Spreizhülse verschiebbaren Kopplungselement zugewandten freien Ende, welcher kleiner ist, als ein Außendurchmesser des in axialer Richtung relativ zur Spreizhülse verschiebbaren Kopplungselements, insbesondere kleiner als ein Außendurchmesser eines Wellenabsatzes des relativ zur Spreizhülse verschiebbaren Kopplungselements.

[0077] Dadurch kann erreicht werden, dass sich die Spreizhülse zum Blockieren der Relativverschiebung mit ihrer Stirnseite an einem Wellenabsatz des relativ zur Spreizhülse verschiebbaren Kopplungselementes abstützen kann.

[0078] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung weist die Spreizhülse der Kopplungsvorrichtung einen sich, insbesondere entlang der ersten Achse, kegelförmig verjüngenden Abschnitt auf, insbesondere einen sich in Richtung des relativ zur Spreizhülse verschiebbaren Kopplungselementes verjüngenden Abschnitt, und das um die erste Achse drehbare Sperrelement vorzugsweise einen korrespondierend zum kegelförmigen Abschnitt der Spreizhülse und mit dem sich verjüngenden Abschnitt der Spreizhülse zusammenwirkenden, hohlkegelförmigen Abschnitt, wobei die Spreizhülse insbesondere mittels eines Gewindes mit dem Sperrelement gekoppelt ist.

[0079] Dadurch kann durch Drehen des Sperrelements um die erste Achse eine Relativbewegung in axialer Richtung, d.h. in Richtung der ersten Achse, zwischen dem Sperrelement und der Spreizhülse bewirkt werden und infolgedessen ein Zusammendrücken oder ein Aufweiten der Spreizhülse, je nach Drehrichtung des Sperrelementes.

[0080] Vorzugsweise befinden sich die kegelförmigen Abschnitte dabei jeweils außerhalb des Gewindes. Vorzugsweise ist die Spreizhülse ferner an einem der beiden Kopplungselemente axial festgelegt, insbesondere am zweiten Kopplungselement.

[0081] Insbesondere ist eine erfindungsgemäße Ventilbetätigungseinrichtung in der Weise ausgebildet, dass die Sperreinrichtung in einem lastfreien Zustand betätigbar ist, wobei die Ventilbetätigungseinrichtung in einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung zur Einstellung wenigstens eines lastfreien Zustands insbesondere eine Spieleinstellvorrichtung aufweist. Diese ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass wenigstens ein lastfreier Zustand einstellbar ist, insbesondere wenn ein der Ventilbetätigungsverrichtung zugeordneter Nocken am Grundkreis abrollt.

[0082] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung weist die Ventilbetätigungsverrichtung eine Kulissenführung zur Betätigung der Sperreinrichtung der Kopplungsvorrichtung auf, wobei mittels der Kulissenführung eine Drehbewegung der Sperreinrichtung, insbesondere des Sperrelementes, um die erste Achse bewirkbar ist, insbesondere von der Freigabe-Position in die Blockier-Position und/oder umgekehrt, wobei vorzugsweise am Sperrelement ein erstes Kulissenführungselement angeordnet ist, das dazu ausgebildet ist, mit einem zweiten, korrespondierend zum ersten Kulissenführungselement ausgebildeten und insbesondere axial verschiebbaren, gehäuseseitig gelagerten Kulissenführungselement der Kulissenführung zusammenzuwirken.

[0083] Ein zweiter Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft eine Hubkolbenmaschine, insbesondere eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, mit einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung.

[0084] Diese und weitere Merkmale und Vorteile gehen außer aus den Ansprüchen und aus der Beschreibung auch aus den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren, in Form von Unterkombinationen bei einer Ausgestaltung der Erfindung verwirklicht sein können und eine vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführung darstellen können, sofern diese technisch möglich ist. Manche der genannten Merkmale bzw. Eigenschaften betreffen sowohl eine erfindungsgemäße Kopplungsvorrichtung als auch eine erfindungsgemäße Ventilbetätigungsverrichtung sowie eine erfindungsgemäße Hubkolbenmaschine. Einige dieser

Merkmale und Eigenschaften werden nur einmal beschrieben, gelten jedoch unabhängig voneinander im Rahmen technisch möglicher Ausgestaltungen sowohl für eine erfindungsgemäße Kopplungsvorrichtung als auch für eine erfindungsgemäße Ventilbetätigungsvorrichtung sowie für eine erfindungsgemäße Hubkolbenmaschine.

[0085] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen, die in den Figuren wenigstens teilweise schematisch dargestellt sind, näher erläutert. Dabei sind Bauteile mit gleicher Funktion mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0086] Es zeigen teilweise schematisch:

- [0087]** Fig. 1a ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung im Längsschnitt,
- [0088]** Fig. 1b die Kopplungsvorrichtung aus Fig. 1a in Explosionsdarstellung,
- [0089]** Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsvorrichtung in Prinzipdarstellung mit der Kopplungsvorrichtung aus den Fig. 1a und 1b,
- [0090]** Fig. 3 einen Ausschnitt der Ventilbetätigungsvorrichtung aus Fig. 2 im Bereich der erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung im Querschnitt,
- [0091]** Fig. 4a ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung im Längsschnitt,
- [0092]** Fig. 4b die Kopplungsvorrichtung aus Fig. 4a in Querschnitt im Bereich des Sperrelementes in perspektivischer Darstellung,
- [0093]** Fig. 4c die Kopplungsvorrichtung aus den Fig. 4a und 4b in Explosionsdarstellung,
- [0094]** Fig. 5 einen Ausschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsvorrichtung mit der Kopplungsvorrichtung aus den Fig. 4a bis 4c in Seitenansicht
- [0095]** Fig. 6a ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung im Längsschnitt,
- [0096]** Fig. 6b die Kopplungsvorrichtung aus Fig. 6a in Explosionsdarstellung,
- [0097]** Fig. 7a einen Ausschnitt eines dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungseinrichtung im Längsschnitt durch ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung im Bereich der Kopplungsvorrichtung,
- [0098]** Fig. 7b einzelne Teile der Kopplungsvorrichtung aus Fig. 7a in Explosionsdarstellung,
- [0099]** Fig. 7c einen Ausschnitt der Ventilbetätigungsvorrichtung aus Fig. 7a in Seitenansicht,
- [00100]** Fig. 8 einen Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Hubkolbenbrennkraftmaschine mit zwei erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsvorrichtungen mit jeweils einer gemäß den Fig. 1a, 1b und 2 ausgebildeten erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung und
- [00101]** Fig. 9 den Ausschnitt aus Fig. 8 in Ansicht von schräg oben zusätzlich mit einer Kulissenführung zur Betätigung der Sperreinrichtungen der Kopplungsvorrichtungen.

[00102] Fig. 1a zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen, in diesem Fall teleskopstangenartig ausgebildeten Kopplungsvorrichtung 10 im Längsschnitt, wobei die erfindungsgemäße Kopplungsvorrichtung 10 zur Anordnung in einer hier nicht dargestellten Ventilbetätigungsvorrichtung ausgebildet ist, insbesondere zur Anordnung in einer mithilfe eines drehbaren Nockens betätigbaren Ventilbetätigungsvorrichtung zur Betätigung wenigstens eines Ventils in einer Hubkolbenbrennkraftmaschine mit veränderlichen Ventilhub mit wenigstens einem ersten

Ventilbetätigungselement und insbesondere einem zweiten Ventilbetätigungselement.

[00103] Die erfindungsgemäße Kopplungsvorrichtung 10 weist ein erstes Kopplungselement 11 sowie ein zweites Kopplungselement 12 auf, wobei das erste Kopplungselement 11 und das zweite Kopplungselement 12 grundsätzlich bis zu den jeweils vorhandenen (End-)Anschlüssen, d.h. zumindest innerhalb definierter Grenzen, teleskopstangenartig relativ zueinander in axialer Richtung entlang einer ersten Achse A verschiebbar sind, welche bei diesem Ausführungsbeispiel mit der Längsachse der Kopplungsvorrichtung 10 zusammenfällt.

[00104] Dazu ist das erste Kopplungselement 11 zumindest teilweise kolbenartig ausgebildet und weist insbesondere ein kolbenartig ausgebildetes freies Ende auf, und das zweite Kopplungselement 12 ist zumindest teilweise zylinderartig ausgebildet und weist insbesondere ein zylinderartig ausgebildetes freies Ende auf. In diesem Fall weisen sowohl das erste Kolbenelement 11 als auch das zylinderartig ausgebildete zweite Kolbenelement 12 jeweils einen kreisrunden bzw. hohlzylindrischen Querschnitt auf.

[00105] Die Kopplungsvorrichtung 10 weist ferner eine Sperreinrichtung 13 mit einem hülsenförmigen Sperrelement 13B und einem sich in radialer Richtung nach außen erstreckenden Zapfen 13A auf, welcher zum Betätigen des Sperrelements 13B mittels einer Kulissenführung dient. Der Zapfen 13A bildet dabei ein erstes Kulissenführungselement, welches dazu ausgebildet ist, mit einem zweiten, hier nicht dargestellten und korrespondierend zum Zapfen 13A ausgebildeten Kulissenführungselement einer Kulissenführung, die außerhalb der Kopplungsvorrichtung 10 angeordnet ist, zusammenzuwirken.

[00106] Die Sperreinrichtung 13 ist dabei dazu ausgebildet, die Relativverschiebung der beiden Kopplungselemente 11 und 12 zueinander entlang der ersten Achse A wahlweise zu blockieren oder freizugeben. Dazu ist das Sperrelement 13B zumindest in einem definierten Bereich in Umfangsrichtung um die erste Achse A herum drehbar, wobei die Relativverschiebung der beiden Kopplungselemente 11 und 12 entlang der ersten Achse A blockiert ist, wie in Fig. 1a gezeigt, wenn sich das Sperrelement 13B in einer Blockier-Position befindet. Entsprechend ist die Relativverschiebung der beiden Kopplungselemente 11 und 12 entlang der ersten Achse A freigegeben, wenn sich das Sperrelement 13B in einer Freigabe-Position befindet, wobei das Sperrelement 13B zwischen der Freigabe-Position und der Blockier-Position um die erste Achse A herum drehbar ist.

[00107] Zum Blockieren der axialen Relativverschiebung muss das Sperrelement 13B in eine erste Richtung um die erste Achse A gedreht werden bis in eine Blockier-Position und zum Freigeben in eine zweite, entgegengesetzte Richtung, insbesondere bis in eine Freigabe-Position. Die Sperreinrichtung 13 weist ein Druckstück 15 in Form einer federvorgespannten Kugel auf, welche das Sperrelement 13B in den Endpositionen, d.h. in der Blockier-Position und in der Freigabe-Position, hält.

[00108] Die Sperreinrichtung 13, insbesondere das hülsenförmige Sperrelement 13B ist derart angeordnet, dass es sowohl das erste Kopplungselement 11 als auch das zweite Kopplungselement 12 zumindest teilweise überlappt, wobei die Sperreinrichtung 13, insbesondere das Sperrelement 13B, mithilfe eines Sicherungsringes 14 aus Federstahl, der in einer Nut am Sperrelement 13B geführt ist, in axialer Richtung am zweiten Kopplungselement 12 festgelegt ist.

[00109] Die Sperreinrichtung 13, insbesondere das Sperrelement 13B, umgreift bei diesem Ausführungsbeispiel dabei das erste Kopplungselement 11 und das zweite Kopplungselement 12 jeweils vollständig, d.h. das Sperrelement 13B ist bei diesem Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung 10 in Umfangsrichtung geschlossen ausgebildet.

[00110] Um die Blockierung zu bewirken und wieder freigeben zu können, weist das erste Kopplungselement 11 der erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung aus Fig. 1a, wie anhand von Fig. 1b, welche eine Explosionsdarstellung der Kopplungsvorrichtung 10 aus Fig. 1a zeigt, gut erkennbar ist, einen ersten, sich in Längsrichtung des Kopplungselementes 11 erstreckenden Abschnitt 16 mit einer Außen-Längsverzahnung sowie einen zweiten, sich ebenfalls in Längsrichtung des ersten Kopplungselementes 11 erstreckenden und unmittelbar an den ersten Abschnitt

16 angrenzenden 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.

[00111] Die Sperreinrichtung 13, insbesondere das hülsenförmige Sperrelement 13B, weist über einen Teil seiner Länge in axialer Richtung eine korrespondierend zur Verzahnungsgeometrie des ersten Abschnitts 16 und des dritten Abschnitts 19 ausgebildete Innen-Längsverzahnung 17 auf, wobei sich die Innen-Längsverzahnung 17 lediglich in axialer Richtung über einen Bereich mit einer Länge erstreckt, welcher höchstens der Breite des zweiten Abschnitts 18 ohne Verzahnung entspricht, so dass das Sperrelement 13B um die erste Achse drehbar ist, 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 des Sperrelementes 13B nicht mit der Außen-Längsverzahnung des ersten Kopplungselementes 11 im Eingriff befindet, sondern sich auf Höhe des zweiten, ohne Verzahnung ausgebildeten Abschnitts 18 befindet, d.h. zwischen den Abschnitten 16 und 19.

[00112] Dabei ist ein Außendurchmesser des zweiten, ohne Verzahnung ausgebildeten Abschnitts 18 des ersten Kopplungselementes 11 bei dieser Kopplungsvorrichtung 10 kleiner als ein Kopfkreisdurchmesser der Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnitts 16 des ersten Kopplungselementes 11, wobei insbesondere der Außendurchmesser des zweiten Abschnitts 18 kleiner oder gleich dem Fußkreisdurchmesser der Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnitts 16 ist.

[00113] Die Außen-Längsverzahnung des dritten Abschnitts 19 dient zur Verbesserung der Führung des ersten Kopplungselementes 11 im Sperrelement 13B und/oder im zweiten Kopplungselement 12, wobei die Verzahnungsgeometrie der Außen-Längsverzahnung des dritten Abschnitts 19 identisch zur Verzahnungsgeometrie der Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnitts 18 ausgebildet ist.

[00114] 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 Kopplungselementes 11 angeordnet, wobei die einzelnen Zähne des dritten Abschnitts 19 fluchtend mit den Zähnen der Außen-Längsverzahnung im ersten Abschnitt 16 angeordnet sind.

[00115] 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 16 des Kopplungselementes in Eingriff befindet, sondern sich die Innen-Längsverzahnung 17 des Sperrelementes 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 A verdreht ist, dass wenigstens ein Zahn, insbesondere sämtliche Zähne, der Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnittes 16 des Kopplungselementes 11 mit wenigstens einem Zahn, insbesondere mit sämtlichen Zähnen, der Innen-Längsverzahnung des Sperrelementes 13B zumindest teilweise in axialer Richtung fluchtet, insbesondere in der Weise, dass ihre Stirnseiten aneinanderliegen.

[00116] 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 Abschnitts des Kopplungselementes zu sämtlichen Zähnen der Innen-Längsverzahnung des Sperrelementes 13B derart versetzt angeordnet sind, dass sich die Zähne der Außen-Längsverzahnung des ersten Kopplungselementes mit den Zähnen der Innen-Längsverzahnung zumindest über einen Teil ihrer axialen Länge im Eingriff befinden oder durch eine axiale Relativverschiebung zwischen dem Kopplungselement 11 und dem Sperrelement 13B miteinander in Eingriff gebracht werden können, wobei sich die einzelnen Zahnflanken der aneinander angrenzenden Zähne von dem Kopplungselement 11 und dem Sperrelement 13B dabei nicht zwingend berühren müssen, wenn sie miteinander im Eingriff sind, ein „miteinander kämmen“ ist bereits ausreichend.

[00117] Die in den Fig. 1a und 1b dargestellte Kopplungsvorrichtung 10 ist dabei insbesondere mit einem geteilten Kipphebel 102 mit zwei um eine gemeinsame Drehachse 103 drehbaren Kipphebelteilen einer Ventilbetätigungsverrichtung verbindbar, siehe Fig. 2 und 3, wobei das erste Kopplungselement 11 schwenkbar mit einem ersten Ventilbetätigungselement in Form eines ersten Kipphebelteils 102B verbindbar ist und das zweite Kopplungselement 12 schwenkbar mit einem zweiten Kipphebelteil 102A.

[00118] Mittels einer derartigen, erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung 10 kann auf einfache Art und Weise, eine in den ersten Kipphebelteil 102B eingeleitete, insbesondere mithilfe eines Nockens 104 erzeugte, Ventilbetätigungsbewegung vom ersten Kipphebelteil 102B auf den zweiten Kipphebelteil 102A und von dort weiter zum Ventil 101 übertragen werden und ein Ventilhub bewirkt werden oder eine in den ersten Kipphebelteil 102B eingeleitete Ventilbetätigungsbewegung mittels der Kopplungseinrichtung 10 dissipiert oder ins Leere geführt werden.

[00119] Dabei wird die Ventilbetätigungsbewegung dissipiert oder 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 zweiten Kopplungselements 12 eintauchen kann, ohne dass die Ventilbetätigungsbewegung auf das zweite Kopplungselement 12 übertragen wird.

[00120] Hingegen erfolgt eine Übertragung der Ventilbetätigungsbewegung, wenn sich das Sperrelement 13B in der Blockier-Position befindet und eine axiale Relativverschiebung der beiden Kopplungselemente 11 und 12 zueinander blockiert ist.

[00121] Auf diese Weise kann sehr einfach und insbesondere mechanisch wahlweise ein erster definierter Ventilhub und insbesondere ein zweiter, definierter Ventilhub in Form eines Null-Hubs mit den daraus resultierenden Vorteilen eingestellt werden.

[00122] Fig. 2 zeigt in Prinzipdarstellung ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung 100, wobei diese Ventilbetätigungsverrichtung 100 einen geteilten Kipphebel 102 aufweist, der einen ersten,nockenseitigen Kipphebelteil 102B sowie einen zweiten, ventiltseitigen Kipphebelteil 102A aufweist. Der nockenseitige Kipphebelteil 102B und der ventiltseitige Kipphebelteil 102A des Kipphebel 102 sind dabei jeweils um eine gemeinsame Drehachse 103 drehbar gelagert und mittels der erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung 10 aus den Fig. 1a und 1b, welche hier nur angedeutet ist, derart miteinander gekoppelt, dass mittels der Kopplungsvorrichtung 10 eine von einem um eine Drehachse 105 drehbaren Nocken 104 erzeugte Ventilbetätigungsbewegung mithilfe einer Stößelstange 106 auf den nockenseitigen Kipphebelteil 102B übertragbar ist und von dort in Abhängigkeit vom Zustand der Kopplungseinrichtung 10 entweder auf den ventiltseitigen Kipphebelteil 102A weiter übertragen werden kann und damit auf ein zu betätigendes Ventil 101 oder in der Kopplungsvorrichtung 10 dissipiert werden kann, insbesondere durch Ineinanderschieben der Kopplungselemente 11 und 12 der Kopplungsvorrichtung 10.

[00123] Fig. 3 zeigt zum besseren Verständnis von Fig. 2 einen Ausschnitt der Ventilbetätigungsverrichtung aus Fig. 2 im Bereich der erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung im Querschnitt. In dieser Darstellung ist insbesondere die durch die Bolzen nur angedeutete schwenkbare Anbindung der Kopplungselemente 11 und 12 an den Kipphebelteilen 102A und 102B erkennbar.

[00124] In den Fig. 4a bis 4c und 5 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung 20 dargestellt, wobei diese Kopplungsvorrichtung 20 einen anders ausgebildeten Sperrmechanismus aufweist, insbesondere eine anders ausgebildete Sperreinrichtung 23, sowie entsprechend anders ausgebildete Kopplungselemente 21 und 22 als das zuvor beschriebene Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung 10.

[00125] Die Sperreinrichtung 23 der Kopplungsvorrichtung 20 weist mehrere, zwischen dem in radialer Richtung weiter innen liegenden Kopplungselement 21 und der Sperreinrichtung 23, insbesondere zwischen dem inneren Kopplungselement 21 und dem Sperrelement 23B, angeordnete Sperrkeile 24 auf, wobei sämtliche Sperrkeile 24 in axialer Richtung in einem Überlappungsbereich angeordnet sind, in welchem sich das erste Kopplungselement 21 und das zweite Kopp-

lungselement 22 in axialer Richtung überlappen.

[00126] Wie anhand von Fig. 4b, gut erkennbar ist, sind dabei sämtliche Sperrkeile 24 in radialer Richtung zumindest teilweise nach innen verlagerbar und können dabei mit dem radial inneren Kopplungselement 21 in der Weise in Eingriff gebracht werden, dass eine axiale Relativverschiebung entlang der ersten Achse A zwischen dem ersten Kopplungselement 21 und dem zweiten Kopplungselement, 22, insbesondere ein teleskopstangenartiges Ineinanderschieben der beiden Kopplungselemente 21 und 22, blockiert ist.

[00127] Dazu sind die Sperrkeile 24 wie anhand von Fig. 4c gut erkennbar ist, jeweils in Ausnehmungen 27 des zweiten Kopplungselementes 22 eingesetzt, und zwar im Bereich einer im ersten Kopplungselement 21 umlaufenden Nut 26.

[00128] Die Ausnehmungen 27, in welche die Sperrkeile 24 eingesetzt sind, dienen neben der axialen Festlegung und Führung der Sperrkeile 24 dabei zusätzlich zur Festlegung der Sperrkeile 24 in Umfangsrichtung.

[00129] Sämtliche Sperrkeile 24 weisen eine in Umfangsrichtung verlaufende, jeweils an der radial äußeren, dem Sperrelement 23B zugewandten Seite vom Sperrkeil, als Rampe ausgebildete Führungsfläche auf und die Sperreinrichtung 23 mehrere jeweils mit den einzelnen Führungsflächen der Sperrkeile 24 zusammenwirkende Führungselemente, in diesem Fall Kugeln 25, welche mit den Rampenflächen der Sperrkeile 24 zusammenwirken.

[00130] Die Kugeln 25, die vom Sperrelement 23B gehalten werden, wirken dabei in der Weise mit den Rampenflächen der Sperrkeile zusammen, dass ein Drehen des Sperrelementes 23B in Umfangsrichtung von der Freigabe-Position in die Blockier-Position ein Verlagern der Sperrkeile 24 radial nach innen bewirkt, sodass die Sperrkeile 24 mit dem radial inneren Kopplungselement 21 in Eingriff gebracht werden können, insbesondere mit der Nut 26, und eine axiale Relativverschiebung entlang der ersten Achse A zwischen den beiden Kopplungselementen 21 und 22 blockiert ist.

[00131] Entsprechend bewirkt das Verdrehen des Sperrelementes 23B von der Blockier-Position in die Freigabe-Position, dass die Sperrkeile 24 wieder radial nach außen bewegt werden und die axiale Relativverschiebung, insbesondere das Ineinanderschieben der Kopplungselemente 21 und 23 möglich wird.

[00132] Wenngleich dies in den Fig. 4a bis 4c nicht erkennbar dargestellt ist, können die Sperrkeile 24 vorzugsweise entgegen einer Rückstellkraft, insbesondere jeweils entgegen einer Rückstellfeder, in radialer Richtung nach innen verlagert werden, um mit dem ersten Kopplungselement 21 in Eingriff gebracht werden, und entsprechend mit Hilfe der Rückstellkraft wieder zurück radial nach außen für ein zuverlässigeres Freigeben der Relativverschiebung bewegt werden.

[00133] Alternativ oder zusätzlich zu den Kugeln 25 können auch andere Führungselemente eingesetzt werden, insbesondere keilförmige Führungselemente. Allerdings haben die bei diesem Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung 20 verwendeten Kugeln 25 den Vorteil, dass sie sich vorteilhaft auf die Reibung auswirken und insbesondere reibungsverringend wirken.

[00134] Die anhand der Fig. 4a bis 4c beschriebene, erfindungsgemäße Kopplungsvorrichtung 20 ist in diesem Fall ebenfalls, wie die zuvor beschriebene Kopplungsvorrichtung 10, zur schwenkbaren Anbindung der Kopplungselemente 21 und 22 an Kipphebelteilen 202A und 202B einer Ventilbetätigungsverrichtung ausgebildet, wobei das zweite Kopplungselement 22 insbesondere zur Anbindung amnockenseitigen Kipphebelteil 202B ausgebildet ist und das erste Kopplungselement 21 zur Anbindung am ventileitigen Kipphebel teil 202A, siehe Fig. 5.

[00135] Fig. 5 zeigt einen Ausschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsverrichtung 200 mit der Kopplungsvorrichtung 20 aus den Fig. 4a bis 4c in Seitenansicht.

[00136] Die in Fig. 5 gezeigte Ventilbetätigungsverrichtung 200, unterscheidet sich dabei von der zuvor beschriebenen Ventilbetätigungsverrichtung 100, dass der nockenseitigen Kipphebelteil

202B nicht über eine Stößelstange mit dem Nocken 204 mechanisch gekoppelt ist, sondern unmittelbar. Ansonsten ist das Funktionsprinzip dasselbe, wie bei der zuvor beschriebenen Ventilbetätigungsvorrichtung 100.

[00137] Die Fig. 6a und 6b zeigen ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung 30, ebenfalls im blockierten Zustand, wobei diese Kopplungsvorrichtung 30 sich ebenfalls im Sperrmechanismus und der Ausgestaltung der Kopplungselemente 31 und 32 von den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen an erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung 10 und 20 unterscheidet.

[00138] Diese Sperreinrichtung 33 weist eine in radialer Richtung innerhalb vom Sperrelement 33B angeordnete Spreizhülse 34 auf, wobei die Sperreinrichtung 33 in der Weise ausgebildet ist, dass durch Drehen des Sperrelementes 33B in eine erste Richtung um die erste Achse A, insbesondere durch Drehen des Sperrelementes 33 in Richtung der Blockier-Position, die Spreizhülse 34 in radialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung zusammengedrückt werden kann. Dazu weist die Spreizhülse 34 in diesem Fall mehrere, in Umfangsrichtung gleichmäßig verteilte und sich über einen Teil ihrer Länge in Längsrichtung erstreckende schmale Schlitze auf.

[00139] Durch Drehen des Sperrelementes 33 in eine zweite Richtung um die erste Achse A, insbesondere durch Drehen des Sperrelementes 33B in Richtung der Freigabe-Position, ist die Spreizhülse in radialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung aufweitbar.

[00140] Das erste Kopplungselement 31 und die Spreizhülse 34 sind in axialer Richtung relativ zueinander verschiebbar, insbesondere teleskopstangenartig ineinander schiebbar, wenn die Spreizhülse in radialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung nicht zusammengedrückt ist.

[00141] Eine Relativverschiebung in axialer Richtung zwischen dem ersten Kopplungselement 31 und der Spreizhülse 34 ist hingegen blockiert, wenn die Spreizhülse 34 in radialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung zusammengedrückt ist, insbesondere vollständig, wobei in diesem Fall das freie Ende der Spreizhülse 34, insbesondere dessen Stirnseite, gegen den Wellenabsatz 38 des ersten Kopplungselementes anschlägt und somit ein axiales Ineinanderschieben verhindert. Die Spreizhülse 34 ist am zweiten Kopplungselement 32 in axialer Richtung festgelegt und das erste Kopplungselement 31 ist teleskopstangenartig in die Spreizhülse 34 zumindest teilweise hineinschiebbar.

[00142] Für eine gute Führung des ersten Kopplungselements 31 innerhalb der Spreizhülse 34 ist in diesem Fall, im Unterschied zu den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen, das erste Kopplungselement 31 an seinem freien Ende hohlzylinderförmig ausgebildet bzw. weist an seinem freien Ende ein Führungszylinder 39A auf. Das zweite Kopplungselement 32 weist einen entsprechenden, auf den Innendurchmesser des Führungszylinders 39A abgestimmten, kolbenartig ausgebildeten Führungsstift 39B auf, der zumindest teilweise in den Führungszylinder 39A hineinschiebbar ist.

[00143] Um sicherzustellen, dass in der Blockier-Position stets die axiale Relativverschiebung zwischen dem ersten Kopplungselement 31 und der Spreizhülse 34, blockiert ist, wenn die Spreizhülse 34 zusammengedrückt ist, weist die Spreizhülse 34 im zusammengedrückten Zustand zumindest teilweise einen Innendurchmesser auf, insbesondere in ihrem dem ersten Kopplungselement 31 zugewandten freien Ende, welcher kleiner ist, als ein Außendurchmesser des in Reihe axialer Richtung relativ zur Spreizhülse 34 verschiebbaren Elements 31, insbesondere kleiner als ein Außendurchmesser eines Wellenabsatzes 38 des ersten Kopplungselementes 31.

[00144] Zum Bewirken der Blockierung bzw. zum Freigeben der Blockierung weist die Spreizhülse 34 einen sich entlang der ersten Achse in Richtung des Kopplungselements 31 kegelförmig verjüngenden Abschnitt 36 auf und das um die erste Achse drehbare Sperrelement 33B einen korrespondierend zum kegelförmigen Abschnitt der Spreizhülse 34 und mit dem sich verjüngenden Abschnitt der Spreizhülse 34 zusammenwirkenden, hohlkegelförmigen Abschnitt 37.

[00145] Bei dieser Kopplungsvorrichtung 30 ist die Spreizhülse 34 mittels eines Gewindes mit dem Sperrelement 33B gekoppelt, wodurch auf einfache Art und Weise mittels einer Drehbewe-

gung des Sperrelementes 33B eine Relativbewegung in axialer Richtung, d. h. in Richtung ersten Achse A, zwischen dem Sperrelement 33B und der Spreizhülse 34 bewirkt werden kann, welche zur Folge hat, dass die Spreizhülse zusammengedrückt wird und eine axiale relativ Verschiebung blockiert wird oder die Sperrhülse 34 aufgeweitet wird und eine axiale Relativverschiebung freigegeben wird.

[00146] Fig. 7a bis 7c zeigen ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung 40 oder Teile davon in verschiedenen Ansichten, wobei Fig. 7a einen Ausschnitt eines dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Ventilbetätigungseinrichtung 300 im Längsschnitt durch ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung 40 im Bereich der Kopplungsvorrichtung 40 zeigt. Fig. 7b zeigt einzelne Teile der Kopplungsvorrichtung aus Fig. 7a in Explosionsdarstellung und Fig. 7c einen Ausschnitt der Ventilbetätigungsvorrichtung aus Fig. 7a in Seitenansicht.

[00147] Der Sperrmechanismus dieser Kopplungsvorrichtung 40 funktioniert vom Prinzip her wie der Sperrmechanismus der Kopplungsvorrichtung 10 aus den Fig. 1a, 1b und 2. Das erste Kopplungselement 41 und das Sperrelement 43B weisen jeweils entsprechende Abschnitte 46, 47, 48 mit einer entsprechenden Verzahnung auf. Dabei entspricht Abschnitt 46 dem Abschnitt 16 aus Fig. 1b und weist eine entsprechend ausgebildete Außen-Längsverzahnung auf. Abschnitt 47 entspricht Abschnitt 17 aus Fig. 1b und ist ohne Verzahnung ausgebildet. Abschnitt 48 entspricht Abschnitt 18 aus Fig. 1b und weist eine entsprechend ausgebildete Innen-Längsverzahnung auf.

[00148] Ein Unterschied zu der Kopplungsvorrichtung aus den Fig. 1a, 1b und 2 ist jedoch, dass die beiden Kopplungselemente 41 und 42 bei dieser Kopplungsvorrichtung 40 jeweils fest, d.h. starr an den zugehörigen Kipphebelteilen 302B und 302A befestigt sind und nicht schwenkbar, wie bei den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen.

[00149] Im Unterschied zu der Kopplungsvorrichtung 10 ist das Sperrelement 43B ferner nicht am zweiten Kopplungselement 42 mittels eines Sicherungsringes festgelegt, sondern kann lediglich mittels eines Federelementes 49 axial gegen dieses verspannt werden, wenn sich das Sperrelement 43B in der Freigabe-Position befindet.

[00150] Dazu ist das Sperrelement 43B zylinderförmig ausgebildet. Für eine verbesserte Führung durch das zweite Kopplungselement 42 ist der Zylinderboden des Sperrelementes 43B nach innen gewölbt und das freie Ende des zweiten Kopplungselementes 42 korrespondierend konvex gewölbt ausgebildet.

[00151] In der Blockier-Position folgt das Sperrelement 43B hingegen der Bewegung des fest mit demnockenseitigen Kipphebelteil 302B verbundenen Kopplungselements 41 und liegt nicht zwingend am zweiten Kopplungselement 42 an.

[00152] Diese Ausgestaltung der Kopplungsvorrichtung 40 hat den Vorteil, dass die Einstellung eines Ventilbetätigungsspiels möglich ist, nämlich durch Wahl eines Federelementes mit einer anderen Länge, einer anderen Federsteifigkeit und/oder über die Verstellung der Anordnung des zweiten Kopplungselementes 42, insbesondere durch Verändern der Einschraubtiefe des zweiten Kopplungselements 42, welches dazu mittels eines Gewindes in den zugehörigen Kipphebelteil 302A eingeschraubt ist.

[00153] Fig. 8 zeigt einen Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Hubkolbenbrennkraftmaschine mit zwei erfindungsgemäßen Ventilbetätigungsvorrichtungen mit jeweils einer gemäß den Fig. 1a, 1b und 2 ausgebildeten erfindungsgemäßen Kopplungsvorrichtung 10, 10' in Draufsicht, wobei die Kopplungsvorrichtung 10 im freigegebenen Zustand dargestellt ist und die Kopplungsvorrichtung 10' im blockierten Zustand.

[00154] In dieser Darstellung ist der Unterschied im Zusammenhang mit der Position des Sperrelementes 13B, in der linken Bildhälfte in Freigabe-Position und in der rechten Bildhälfte in der Blockier-Position, gut zu erkennen.

[00155] Fig. 9 zeigt den Ausschnitt aus Fig. 8 in Ansicht von schräg oben zusätzlich mit einer Kulissenführung zur Betätigung der Sperreinrichtungen 13 und 13' der Kopplungsvorrichtungen

10, 10'.

[00156] Mittels der Kulissenführung kann eine Drehbewegung der Sperreinrichtung 13, 13' bewirkt werden, insbesondere des Sperrelementes 13B, 13B', um die erste Achse, insbesondere von der Freigabe-Position (siehe linke Bildhälfte) in die Blockier-Position (siehe rechte Bildhälfte) und/oder umgekehrt, wobei vorzugsweise am Sperrelement 13, 13' jeweils ein erstes Kulissenführungselement 13A, 13A' angeordnet ist, das dazu ausgebildet ist, mit einem zweiten, korrespondierend zum ersten Kulissenführungselement 13A, 13A' ausgebildeten und insbesondere axial verschiebbaren, gehäuseseitig gelagerten Kulissenführungselement 84, 85 der Kulissenführung zusammenzuwirken. Das Sperrelement 13 bzw. 13' ist bei diesem Ausführungsbeispiel jeweils über einen Winkelbereich von etwa 30 Grad in Umfangsrichtung um die erste Achse drehbar.

[00157] In diesem Fall ist das erste Kulissenführungselement ein sich in radialer Richtung nach außen erstreckender Kulissenzapfen 13A, 13A', insbesondere ein am ring- oder hülsenförmigen Abschnitt 13B, 13B' der Sperreinrichtung 13, 13', insbesondere des Sperrelementes 13B, 13B', angeordneter, sich in radialer Richtung nach außen erstreckender Zapfen 13A, 13A'.

[00158] Das gehäuseseitig gelagerte zweite Kulissenführungselement 84, 85 ist eine mittels einer Betätigungsstange 81, 82 senkrecht zur ersten Achse, insbesondere tangential zur ersten Achse axial verschiebbare Klaue 84, 85, welche insbesondere an einer gehäusefest angeordneten Führungsstange 83 axial verschiebbar gleitgelagert ist.

[00159] Für eine besonders einfache Betätigung der Kulissenführung ist das zweite Kulissenführungselement 84, 85 vorzugsweise mittels einer Gleitlagerung zwischen einem Endanschlag 86 und Anschlagselementen 87, 88 axial verschiebbar auf der Betätigungsstange 81, 82 angeordnet und jeweils mittels zweier Federelemente 93, 94 bzw. 95, 96 zwischen zwei fest mit der Betätigungsstange 81, 82 verbundenen Ringscheiben 91, 92 bzw. 89, 90 und/oder Absätzen eingespannt, wobei die Federkraft und die Länge der Federelemente 93, 94 bzw. 95, 96 derart gewählt ist, dass eine seitliche Verlagerung der Betätigungsstange 81, 82 infolge eines Schaltvorgangs erst zu einer axialen Verschiebung der Betätigungsstange 81, 82 und damit erst zu einer Betätigung des Sperrelementes 13B, 13B' führt, wenn die Kopplungseinrichtung 10, 10' entlang der ersten Achse A nahezu lastfrei oder lastfrei ist, d.h. nahezu oder vollständig axialkraftfrei in Richtung der ersten Achse A ist.

[00160] Vorzugsweise ist die Kulissenführung dabei derart ausgelegt, dass die Betätigung des Sperrelementes 13, 13', d.h. dessen Verdrehung, nach einem Schaltvorgang ausgelöst wird, wenn das jeweilige am Nocken abwälzende Ventilbetätigungselement auf dem Grundkreis des die Ventilbetätigung bewirkenden Nockens abwälzt. Wälzt das Ventilbetätigungselement hingegen außerhalb vom Grundkreis auf dem Nocken ab, wodurch die Kopplungsvorrichtung 10, 10' mit einer Axialkraft beaufschlagt wird, wird das zweite Kulissenführungselement 84, 85 durch die innerhalb der Kopplungsvorrichtung 10, 10' wirkende Reibung noch in seiner „alten“ Position gehalten. Erst mit Übergang auf den Grundkreis, wenn sich ein nahezu lastfreier Zustand einstellt, wird das zweite Kulissenführungselement 84, 85 frei und kann mithilfe der vorgespannten Federelemente 93, 94 bzw. 95, 96 in die gewünschte Position verlagert werden und somit ein Verdrehen des Sperrelementes 13B, 13B' bewirken.

[00161] Das Betätigen der Betätigungsstange der Kulissenführung, insbesondere deren axiales Verschieben, kann hydraulisch, elektromagnetisch, pneumatisch, und/oder elektromechanisch erfolgen, letzteres beispielsweise mittels eines Linearantriebs, einer Zahnstange einem Kugelgetriebe, einer Spindel oder dergleichen.

[00162] Dies ermöglicht das gemeinsame, gleichzeitige Schalten der Ventilbetätigungsvorrichtungen 100 und 100' für sämtliche Zylinder einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, d.h. das gemeinsame Verschieben der einzelnen Betätigungsstangen 81, 82, ohne, dass bei sämtlichen Zylindern gleichzeitig und unabhängig vom Takt das jeweilige Sperrelement 13B, 13B' betätigt werden muss.

[00163] Vielmehr wird das jeweilige, einem Zylinder zugeordnete Sperrelement 13A, 13A' nach

einem Schaltvorgang erst betätigt, insbesondere erst ausgelöst, wenn die durch den Schaltvorgang aufgebrachte und an der Klaue 84, 85 anliegende Federvorspannkraft größer ist als die infolge der in der Kopplungsvorrichtung 10, 10' wirkenden Reibung infolge der an der Kopplungsvorrichtung 10, 10' anliegenden Axialkräfte. Bei entsprechender Auslegung der Kulissenführung kann auf diese Weise erreicht werden, dass das Sperrelement 13B, 13B' nur im nahezu lastfreien oder lastfreien Zustand betätigt, insbesondere verdreht wird. Dadurch kann der Verschleiß der Ventilbetätigungsvorrichtung, insbesondere der Kopplungsvorrichtung 10, 10', erheblich reduziert werden.

[00164] Ferner kann der Schaltvorgang vereinfacht werden. Dies ist insbesondere bei Hubkolbenbrennkraftmaschinen von Vorteil mit mehr als vier, insbesondere mit mehr als 8 Zylindern.

BEZUGSZEICHENLISTE

10, 10', 20, 30, 40	erfindungsgemäße Kopplungsvorrichtung
11, 11', 21, 31, 41	erstes Kopplungselement
12, 12', 22, 32, 42	zweites Kopplungselement
13, 13', 23, 33, 43,	Sperreinrichtung
13A, 13A', 23A, 33A, 43A	Kulissenführungselement (Zapfen)
13B, 13B', 23B, 33B, 43B	Sperrelement
14	Sicherungsring
15	Druckstück
16, 16', 46	erster Abschnitt mit Außen-Längsverzahnung
17, 47	Innen-Längsverzahnung des Sperrelementes
18, 48	zweiter, verzahnungsfreier Abschnitt
19	dritter Abschnitt mit Außen-Längsverzahnung
24	Sperrkeil
25	Wälzkörper
26	Nut
27	Ausnehmung
34	Spreizhülse
35	Gewinde
36	kegelförmiger, sich verjüngender Abschnitt der Spreizhülse
37	hohlkegelförmiger Abschnitt des Sperrelements
38	Wellenabsatz
39A	Führungszylinder
39B	Führungsstift
49	Federelement
81	Betätigungsstange
82	Betätigungsstange
83	Führungsstange
84	Kulissenführungselement (Klaue)
85	Kulissenführungselement (Klaue)
86	Endanschlag
87	Anschlagselement
88	Anschlagselement
89	Ringscheibe
90	Ringscheibe
91	Ringscheibe
92	Ringscheibe
93	Federelement
94	Federelement
95	Federelement
96	Federelement

100, 100', 200, 300,	erfindungsgemäße Ventilbetätigungsvorrichtung
101	Ventil
102	Kipphebel
102A, 202A, 302A	ventilseitiger Kipphebelteil
102B, 202B, 302B	nockenseitiger Kipphebelteil
103	Drehachse des Kipphebelteils
104, 204	Nocken
105	Drehachse des Nockens
106	Stößelstange
A	erste Achse

Patentansprüche

1. Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700), insbesondere mithilfe eines drehbaren Nockens (104, 204) betätigbare Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 400, 500, 600, 700), wobei die Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 400, 500, 600, 700) zur Betätigung wenigstens eines Ventils (101, 501, 701) einer Hubkolbenmaschine mit veränderlichem Ventilhub ausgebildet ist und wenigstens einen Kipphebel (102) mit wenigstens einem ersten Kipphebelteil als erstes Ventilbetätigungselement (102B, 202B, 302B) und einem zweiten Kipphebelteil (102A, 202A, 302A) als zweites Ventilbetätigungselement (102A, 202A, 302A) aufweist, wobei der erste Kipphebelteil (102B, 202B, 302B) und der zweite Kipphebelteil (102A, 202A, 302A) beide drehbar um eine gemeinsame Drehachse gelagert sind, wobei die Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700) gekennzeichnet ist durch eine Kopplungsvorrichtung (10, 10', 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80), die Kopplungsvorrichtung (10, 10', 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80) aufweisend:
 - wenigstens ein erstes Kopplungselement (11, 11', 21, 31, 41), das mit dem ersten Kipphebelteil (102B, 202B, 302B) mechanisch gekoppelt, insbesondere verbunden ist,
 - ein zweites Kopplungselement (12, 12', 22, 32, 42), das mit dem zweiten Kipphebelteil (102A, 202A, 302A) mechanisch gekoppelt, insbesondere verbunden ist, und
 - eine Sperreinrichtung (13, 13', 23, 33, 43) mit einem Sperrelement,
 wobei das erste Kopplungselement (11, 11', 21, 31, 41) und das zweite Kopplungselement (12, 12', 22, 32, 42) und/oder das erste Kopplungselement (11, 11', 21, 31, 41) und das Sperrelement (13B, 13B', 23B, 33B, 43B) relativ zueinander entlang einer ersten Achse (A) verschiebbar sind,
 wobei mittels der Sperreinrichtung (13, 13', 23, 33, 43) die Relativverschiebung der beiden Kopplungselemente (11, 11', 21, 31, 41; 12, 12', 22, 32, 42) zueinander und/oder die Relativverschiebung zwischen dem ersten Kopplungselement (11, 11', 21, 31, 41) und dem Sperrelement (13B, 13B', 23B, 33B, 43B) entlang der ersten Achse (A) zumindest in eine erste Richtung blockierbar ist,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 das Sperrelement (13B, 13B', 23B, 33B, 43B) zumindest über einen definierten Winkelbereich in Umfangsrichtung um die erste Achse (A) drehbar ist, wobei die Relativverschiebung der beiden Kopplungselemente (11, 11', 21, 31, 41; 12, 12', 22, 32, 42) entlang der ersten Achse (A) zueinander und/oder die Relativverschiebung zwischen dem ersten Kopplungselement (11, 11', 21, 31, 41) und dem Sperrelement (13B, 13B', 23B, 33B, 43B) entlang der ersten Achse (A) zumindest in die erste Richtung blockiert ist, wenn sich das Sperrelement (13B, 13B', 23B, 33B, 43B) in einer Blockier-Position befindet.
2. Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Relativverschiebung der beiden Kopplungselemente (11, 11', 21, 31, 41; 12, 12', 22, 32, 42) der Kopplungsvorrichtung (10, 10', 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80) zueinander und/oder die Relativverschiebung zwischen dem ersten Kopplungselement (11, 11', 21, 31, 41) und dem Sperrelement (13B, 13B', 23B, 33B, 43B) entlang der ersten Achse (A) zumindest in die erste Richtung freigegeben ist, wenn sich das Sperrelement (13B, 13B', 23B, 33B, 43B) in einer Freigabe-Position befindet, wobei vorzugsweise das Sperrelement (13B, 13B', 23B, 33B, 43B) zumindest zwischen einer Freigabe-Position und einer Blockier-Position um die erste Achse (A) drehbar ist.
3. Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sperrelement (13B, 13B', 23B, 33B, 43B) einen ringförmigen oder hülsenförmigen Abschnitt aufweist, wobei vorzugsweise der ring- oder hülsenförmige Abschnitt des Sperrelementes (13B, 13B', 23B, 33B, 43B) zumindest teilweise das erste Kopplungselement (11, 11', 21, 31, 41) und/oder das zweite Kopplungselement (12, 12', 22, 32, 42) in axialer Richtung überlappt.
4. Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kopplungsvorrichtung (10, 10', 20, 30,

- 40, 50, 60, 70, 80) eine Spieleinstellvorrichtung zur Einstellung eines kinematischen Spiels in der Kopplungsvorrichtung (10, 10', 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80) aufweist, insbesondere zur Einstellung eines kinematischen Spiels in axialer Richtung entlang der ersten Achse (A).
5. Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Kopplungselement (11, 11', 21, 31) und das zweite Kopplungselement (12, 12', 22, 32) entlang der ersten Achse (A) zumindest teilweise teleskopstangenartig ineinander schiebbar sind, wenn sich das Sperrelement (13B, 13B', 23B, 33B) in der Freigabe-Position befindet.
 6. Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eines der beiden Kopplungselemente (11, 11', 21, 31, 41; 12, 12', 22, 32, 42) und die Sperreinrichtung (13, 13', 23, 33, 43), insbesondere das erste Kopplungselement (11, 11', 21, 31, 41) und die Sperreinrichtung (13, 13', 23, 33, 43), entlang der ersten Achse (A) zumindest teilweise teleskopstangenartig ineinander schiebbar sind, wenn sich das Sperrelement (13B, 13B', 23B, 33B, 43B) in der Freigabe-Position befindet, wobei vorzugsweise das erste Kopplungselement (11, 11', 21, 31, 41) entlang der ersten Achse (A) zumindest teilweise in das Sperrelement (13B, 13B', 23B, 33B, 43B) hineinschiebbar ist.
 7. Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass eines der Kopplungselemente (11, 11', 41; 12, 12', 42) der Kopplungsvorrichtung (10, 10', 40), insbesondere das erste Kopplungselement (11, 11', 41), einen ersten Abschnitt (16, 16', 46) mit einer Außen-Längsverzahnung und einen zweiten, insbesondere an den ersten Abschnitt (16, 16', 46) angrenzenden, ohne Verzahnung ausgebildeten Abschnitt (18, 48) aufweist.
 8. Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sperrelement (13B, 13B', 43B) der Kopplungsvorrichtung (10, 10', 40) einen sich in axialer Richtung erstreckenden Abschnitt (17, 47) mit einer zur Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnitts (16, 16', 46) des Kopplungselements (11, 11', 41) korrespondierend ausgebildeten Innen-Längsverzahnung aufweist, wobei die Innen-Längsverzahnung insbesondere an einer Innenseite des ringförmigen und/oder hülseförmigen Abschnitts des Sperrelements (13B, 13B', 43B) angeordnet ist.
 9. Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich das Sperrelement (13B, 13B', 43B) der Kopplungsvorrichtung (10, 10', 40) in der Blockier-Position befindet, wenn das Kopplungselement (11, 11', 41) mit der Außen-Längsverzahnung in axialer Richtung derart relativ zum Sperrelement (13B, 13B', 43B) axial verschoben ist, dass sich die Innen-Längsverzahnung nicht mit der Außen-Längsverzahnung des Kopplungselements im Eingriff befindet, sondern sich die Innen-Längsverzahnung des Sperrelements (13B, 13B', 43B) auf Höhe des zweiten, ohne Verzahnung ausgebildeten Abschnitts (18, 48) befindet, und wenn das Sperrelement (13B, 13B', 43B) in Umfangsrichtung derart verdreht ist, dass wenigstens ein Zahn, insbesondere sämtliche Zähne, der Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnitts (16, 16', 46) des Kopplungselements (11, 11', 41) mit wenigstens einem Zahn, insbesondere mit sämtlichen Zähnen, der Innen-Längsverzahnung des Sperrelements (13B, 13B', 43B) zumindest teilweise in axialer Richtung fluchtet.
 10. Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700) nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich das Sperrelement (13B, 13B', 43B) der Kopplungsvorrichtung (10, 10', 40) in der Freigabe-Position befindet, wenn das Sperrelement (13B, 13B', 43B) in Umfangsrichtung derart verdreht ist, dass sämtliche Zähne der Außen-Längsverzahnung des ersten Abschnitts (16, 16', 46) des Kopplungselements (11, 11', 41) zu sämtlichen Zähnen der Innen-Längsverzahnung des Sperrelements (13B, 13B', 43B) derart versetzt angeordnet sind, dass sich die Zähne der Außen-Längsverzahnung des ersten Kopplungselements (11, 11', 41) zu mit den Zähnen der Innen-Längsverzahnung zumindest über einen Teil ihrer axialen Länge im Eingriff befinden oder durch eine axiale Relativver-

schiebung zwischen dem Kopplungselement (11, 11', 41) und dem Sperrelement (13B, 13B', 43B) miteinander in Eingriff gebracht werden können.

11. Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sperrelement (13B, 13B', 43B) der Kopplungsvorrichtung (10, 10', 40) um die erste Achse (A) drehbar ist, wenn das Kopplungselement (11, 11', 41) mit der Außen-Längsverzahnung in axialer Richtung derart relativ zum Sperrelement (13B, 13B', 43B) axial verschoben ist, dass sich die Innen-Längsverzahnung nicht mit der Außen-Längsverzahnung des ersten Kopplungselements (11, 11', 41) im Eingriff befindet, sondern sich auf Höhe des zweiten, ohne Verzahnung ausgebildeten Abschnitts (18, 48) befindet.
12. Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sperreinrichtung (23) der Kopplungsvorrichtung (20) wenigstens einen in radialer Richtung zwischen dem inneren Kopplungselement (21) und der Sperreinrichtung (23), insbesondere zwischen dem inneren Kopplungselement (21) und dem Sperrelement (23B), angeordneten Sperrkeil (24) aufweist, wobei wenigstens ein Sperrkeil (24) in axialer Richtung in einem Überlappungsbereich angeordnet ist, in welchem sich das erste Kopplungselement (21) und das zweite Kopplungselement (22) in axialer Richtung überlappen.
13. Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Sperrkeile (24) der Kopplungsvorrichtung (20), vorzugsweise sämtliche Sperrkeile (24), derart in radialer Richtung nach innen verlagerbar und mit dem radial inneren Kopplungselement (21) in Eingriff bringbar ist, dass eine axiale Relativverschiebung entlang der ersten Achse (A) zwischen dem ersten Kopplungselement (21) und dem zweiten Kopplungselement (22), insbesondere ein teleskopstangenartiges Ineinanderschieben der beiden Kopplungselemente (21, 22), blockiert ist.
14. Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Sperrkeile (24) der Kopplungsvorrichtung (20), vorzugsweise sämtliche Sperrkeile (24), eine in Umfangsrichtung verlaufende, als Rampe ausgebildete Führungsfläche aufweist und die Sperreinrichtung (23), insbesondere das Sperrelement (23B), vorzugsweise wenigstens ein mit der Führungsfläche zusammenwirkendes Führungselement (25) aufweist, das derart mit der Führungsfläche zusammenwirkt, dass insbesondere ein Drehen des Sperrelements (23B) in Umfangsrichtung von der Freigabe-Position in die Blockier-Position ein Verlagern des Sperrkeiles (24) radial nach innen bewirkt, so dass der Sperrkeil (24) mit dem radial inneren Kopplungselement (21) in Eingriff gebracht wird und eine axiale Relativverschiebung entlang der ersten Achse (A) zwischen dem ersten Kopplungselement (21) und dem zweiten Kopplungselement (22) blockiert ist.
15. Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sperreinrichtung (33) der Kopplungsvorrichtung (30) eine in radialer Richtung innerhalb vom Sperrelement (33B) angeordnete Spreizhülse (34) aufweist, wobei die Sperreinrichtung (33) insbesondere derart ausgebildet ist, dass durch Drehen des Sperrelements (33B) in eine erste Richtung um die erste Achse (A), insbesondere durch Drehen des Sperrelements (33B) in Richtung der Blockier-Position, die Spreizhülse (34) in radialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung zusammendrückbar ist.
16. Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch Drehen des Sperrelements (33B) der Kopplungsvorrichtung (30) in eine zweite Richtung um die erste Achse (A), insbesondere durch Drehen des Sperrelements (33B) in Richtung der Freigabe-Position, die Spreizhülse (34) in radialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung aufweitbar ist.
17. Ventilbetätigungsvorrichtung (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700) nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Kopplungselement (31) und die

Spreizhülse (34) der Kopplungsvorrichtung (30) entlang der ersten Achse (A) axial relativ zueinander verschiebbar sind, wenn die Spreizhülse (34) in radialer Richtung und/oder in Umfangrichtung nicht zusammengedrückt ist, und vorzugsweise eine Relativverschiebung zwischen dem anderen Kopplungselement (31) und der Spreizhülse (34) in axialer Richtung entlang der ersten Achse (A) blockiert ist, wenn die Spreizhülse (34) in radialer Richtung und/oder in Umfangrichtung zumindest teilweise oder vollständig zusammengedrückt ist.

18. Ventilbetätigungsverfahren (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700) nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spreizhülse (34) der Kopplungsvorrichtung (30), wenn sich das Sperrelement (33B) in der Blockier-Position befindet, zumindest teilweise einen Innendurchmesser aufweist, welcher kleiner ist, als ein Außendurchmesser des in axialer Richtung relativ zur Spreizhülse (34) verschiebbaren Kopplungselements (31), insbesondere kleiner als ein Außendurchmesser eines Wellenabsatzes (38) des relativ zur Spreizhülse (34) verschiebbaren Kopplungselements (31).
19. Ventilbetätigungsverfahren (100, 100', 200, 300, 40, 50, 60, 70, 700) nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spreizhülse (34) der Kopplungsvorrichtung (30) einen sich kegelförmig verjüngenden Abschnitt (36) aufweist und das um die erste Achse (A) drehbare Sperrelement (33B) vorzugsweise einen korrespondierend zum kegelförmigen Abschnitt (36) der Spreizhülse (34) und mit dem sich verjüngenden Abschnitt (36) der Spreizhülse (34) zusammenwirkenden, hohlkegelförmigen Abschnitt (37), wobei die Spreizhülse (34) insbesondere mittels eines Gewindes (35) mit dem Sperrelement (33B) gekoppelt ist.
20. Ventilbetätigungsverfahren (100, 100', 200, 300, 400, 500, 600, 700) nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ventilbetätigungsverfahren (100, 100', 200, 300, 400, 500, 600, 700) eine Kulissenführung zur Betätigung der Sperreinrichtung (13, 13', 23, 33, 43) der Kopplungsvorrichtung (10, 10', 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80) aufweist, wobei mittels der Kulissenführung eine Drehbewegung der Sperreinrichtung (13, 13', 23, 33, 43), insbesondere des Sperrelementes (13B, 13B', 23B, 33B, 43B), um die erste Achse (A) bewirkbar ist, insbesondere von der Freigabe-Position in die Blockier-Position und/oder umgekehrt, wobei vorzugsweise am Sperrelement (13B, 13B', 23B, 33B, 43B) ein erstes Kulissenführungselement (13A, 13A', 23A, 33A, 43A) angeordnet ist, das dazu ausgebildet ist, mit einem zweiten, korrespondierend zum ersten Kulissenführungselement (13A, 13A', 23A, 33A, 43A) ausgebildeten Kulissenführungselement (84, 85) der Kulissenführung zusammenzuwirken.
21. Hubkolbenmaschine, insbesondere Hubkolbenbrennkraftmaschine, mit einer Ventilbetätigungsverfahren (100, 100', 200, 300, 400, 500, 600, 700), **dadurch gekennzeichnet**, die Ventilbetätigungsverfahren (100, 100', 200, 300, 400, 500, 600, 700) nach einem der Ansprüche 1 bis 20 ausgebildet ist.

Hierzu 8 Blatt Zeichnungen

1/8

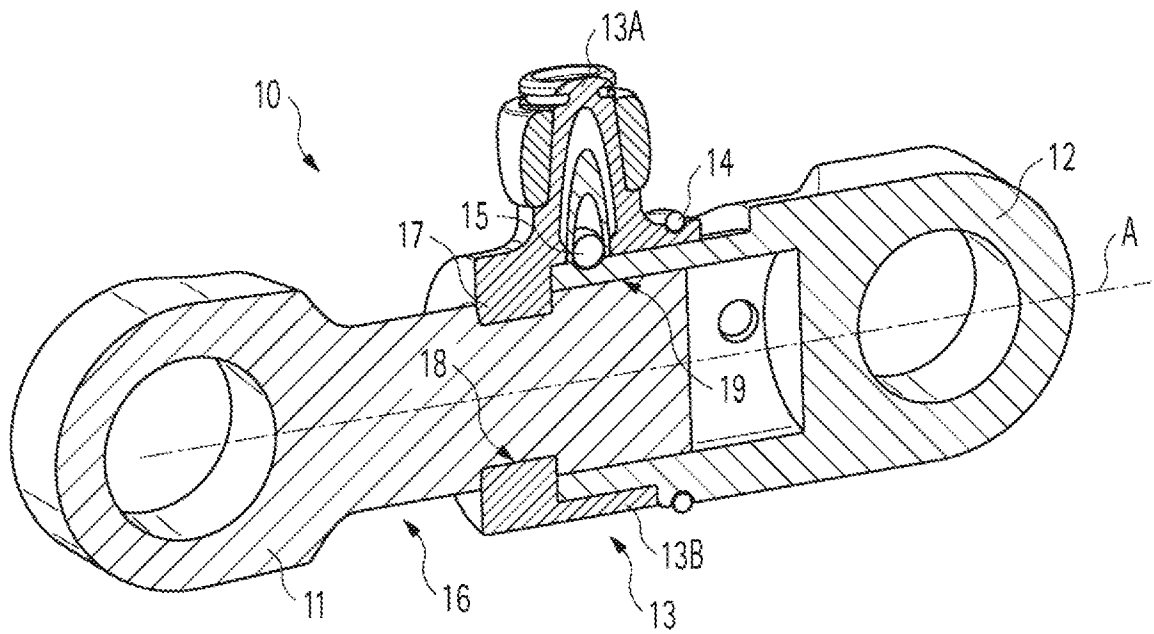


Fig. 1a

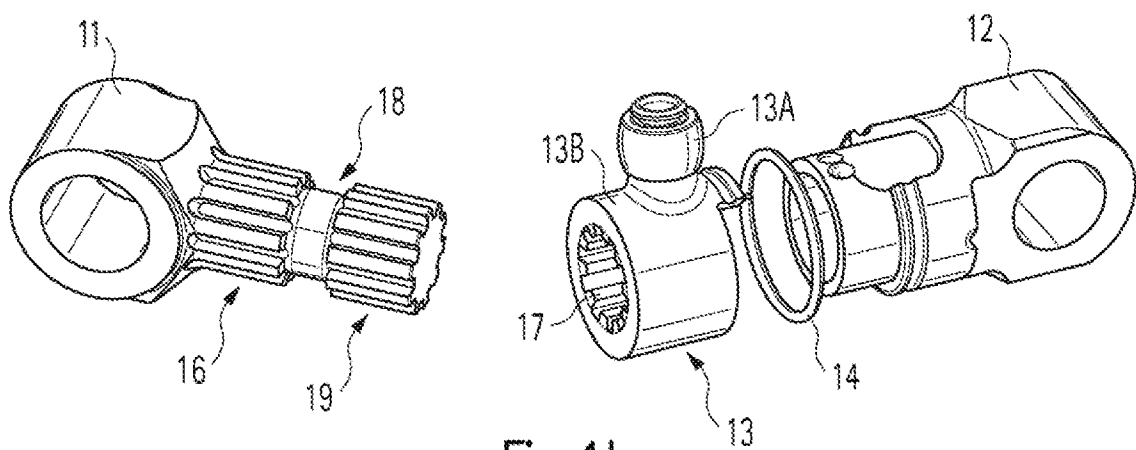


Fig. 1b

2/8

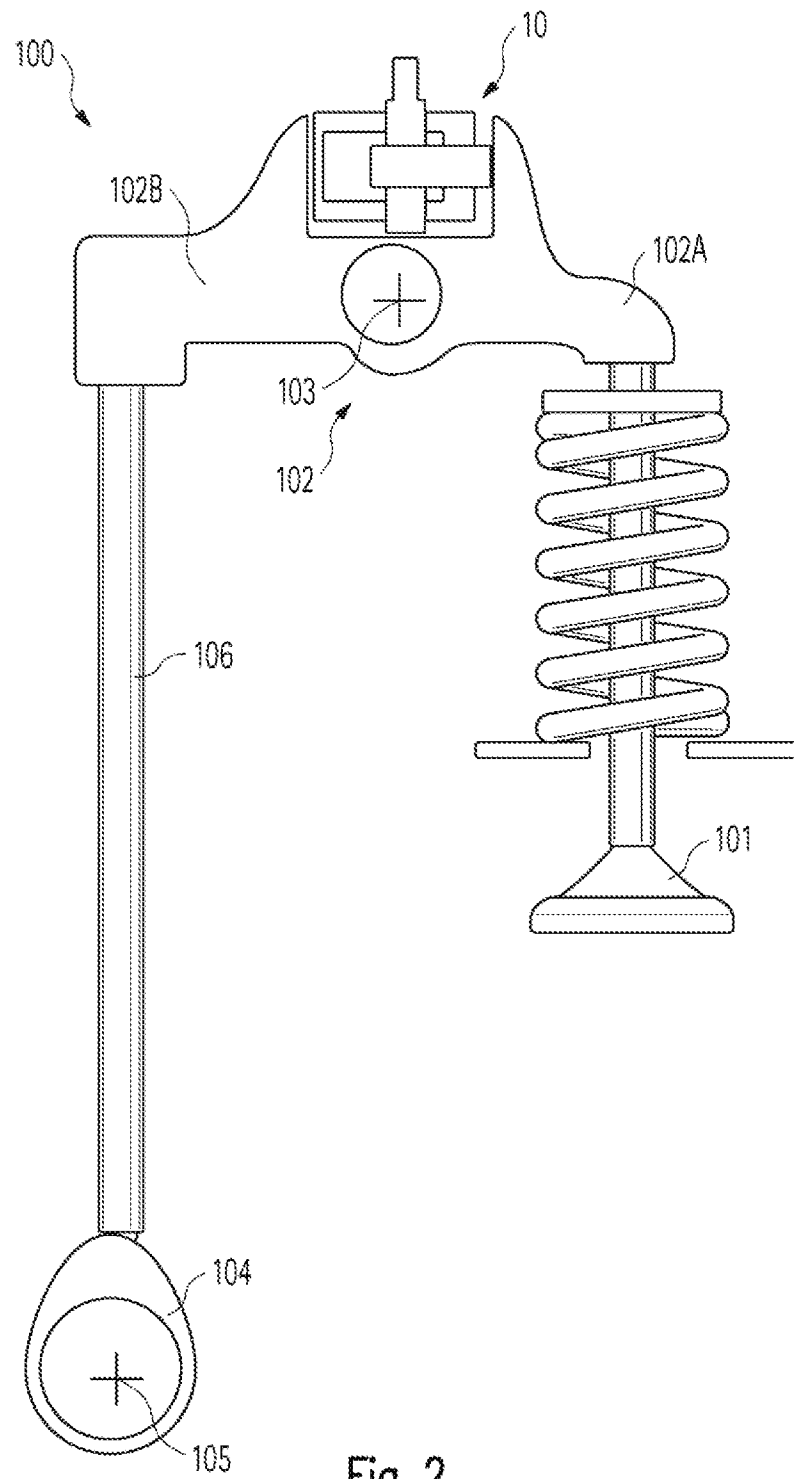


Fig. 2

3/8

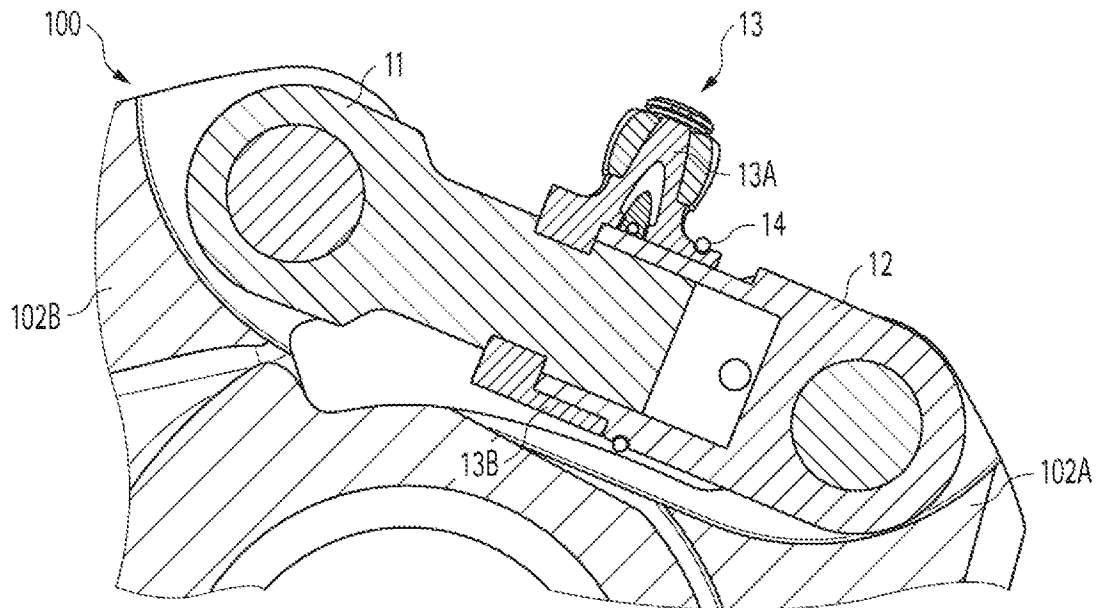


Fig. 3

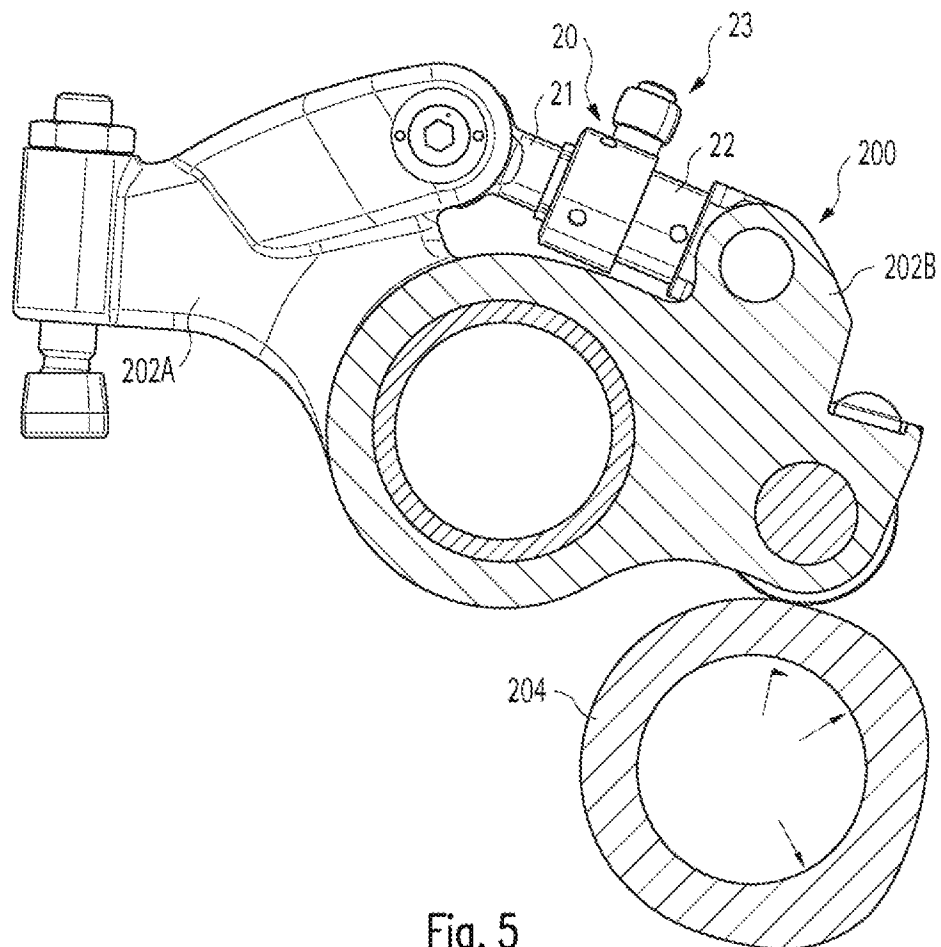


Fig. 5

4/8

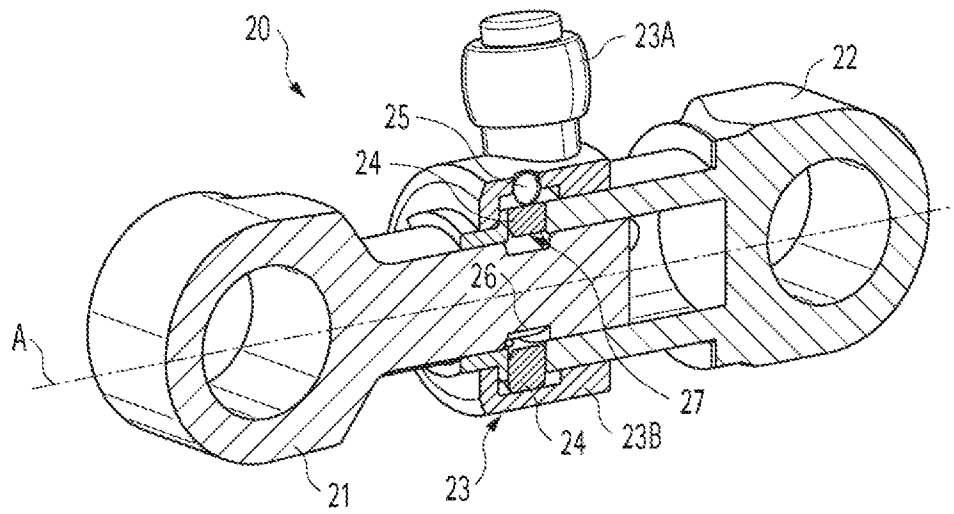


Fig. 4a

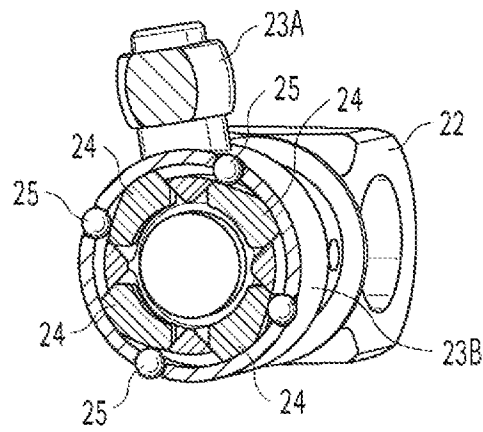


Fig. 4b

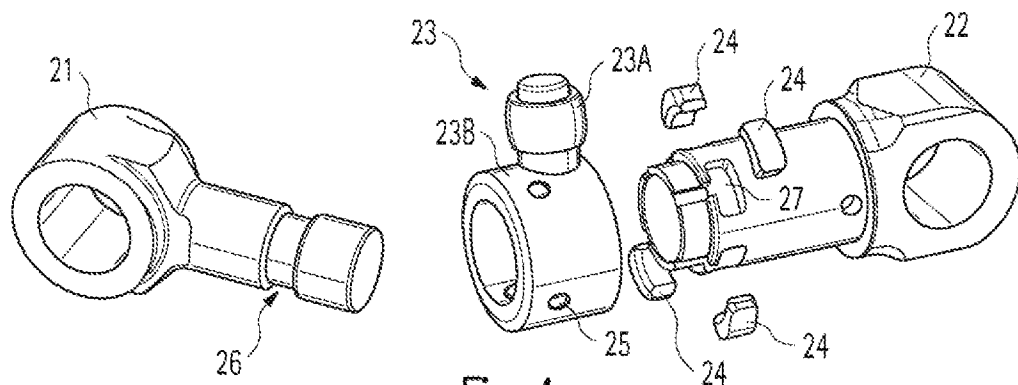


Fig. 4c

5/8

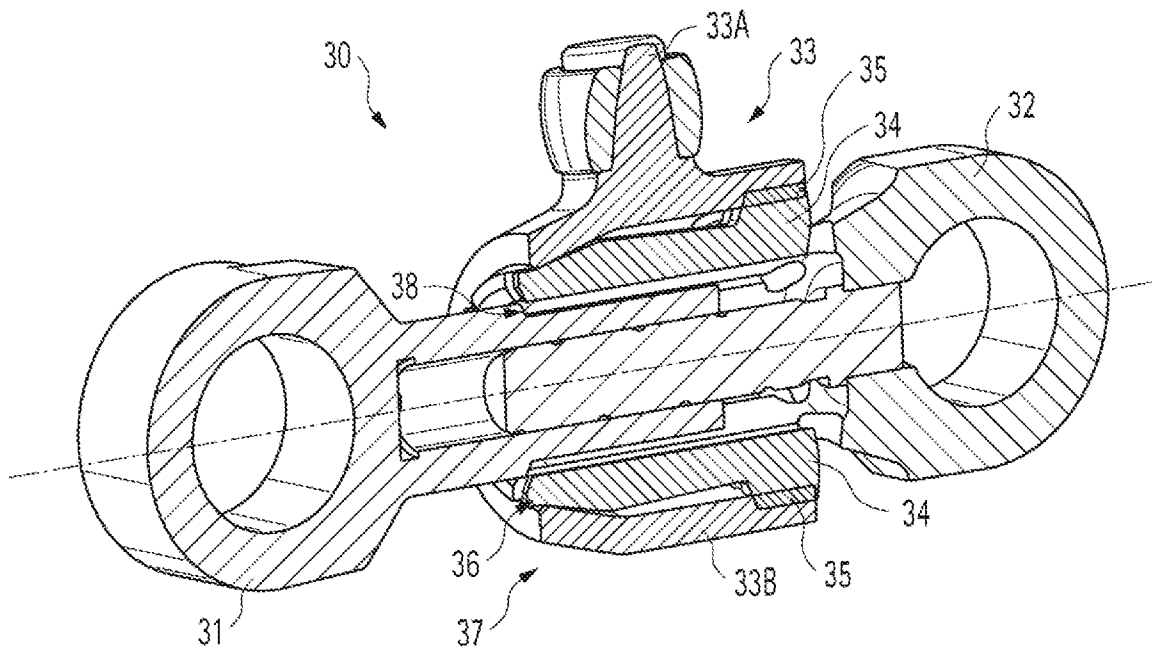


Fig. 6a

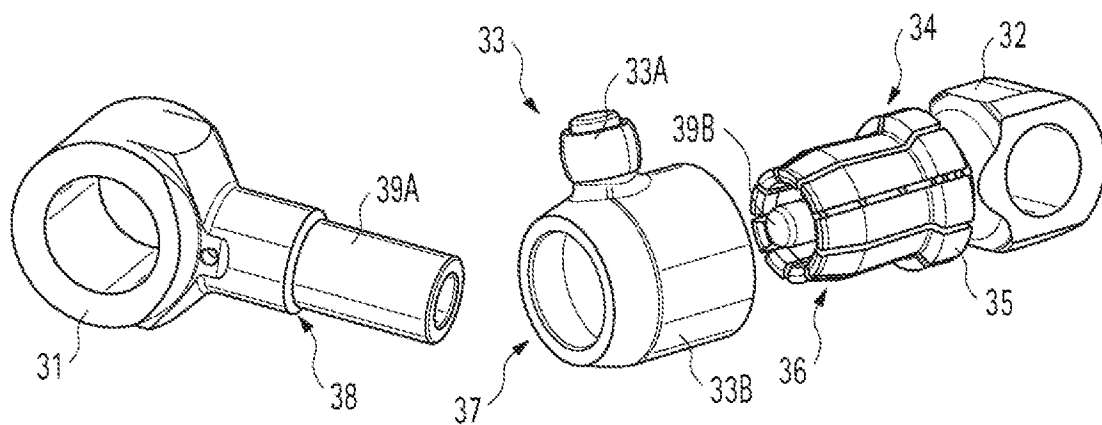


Fig. 6b

6/8

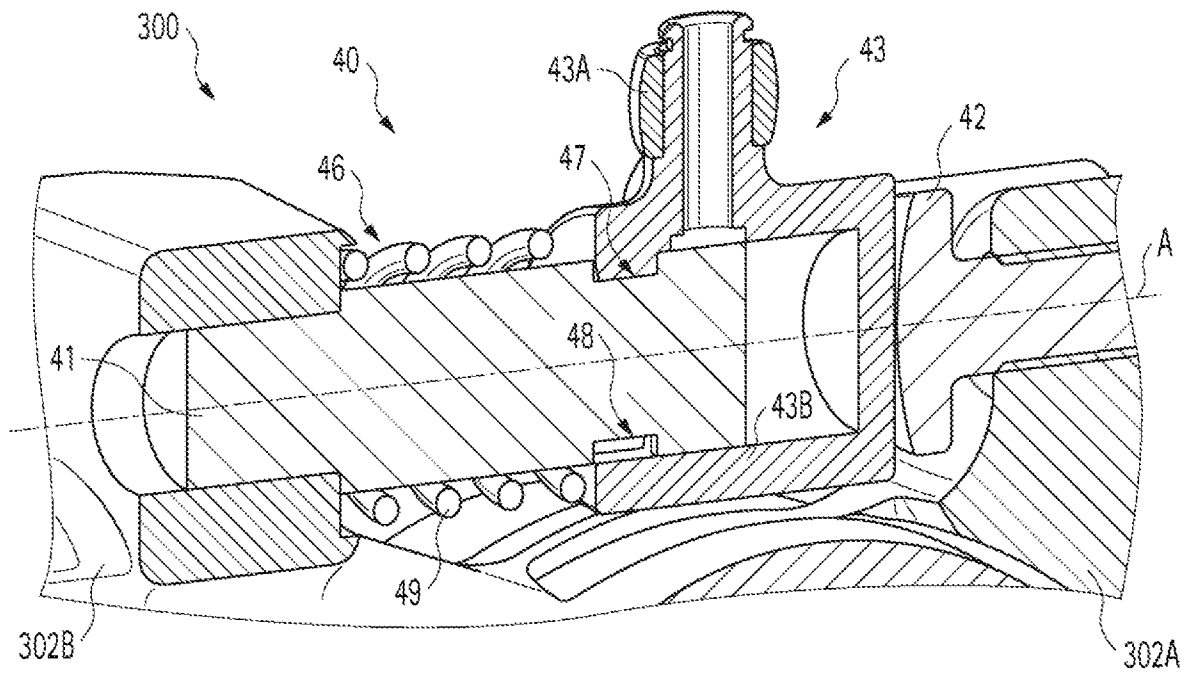


Fig. 7a

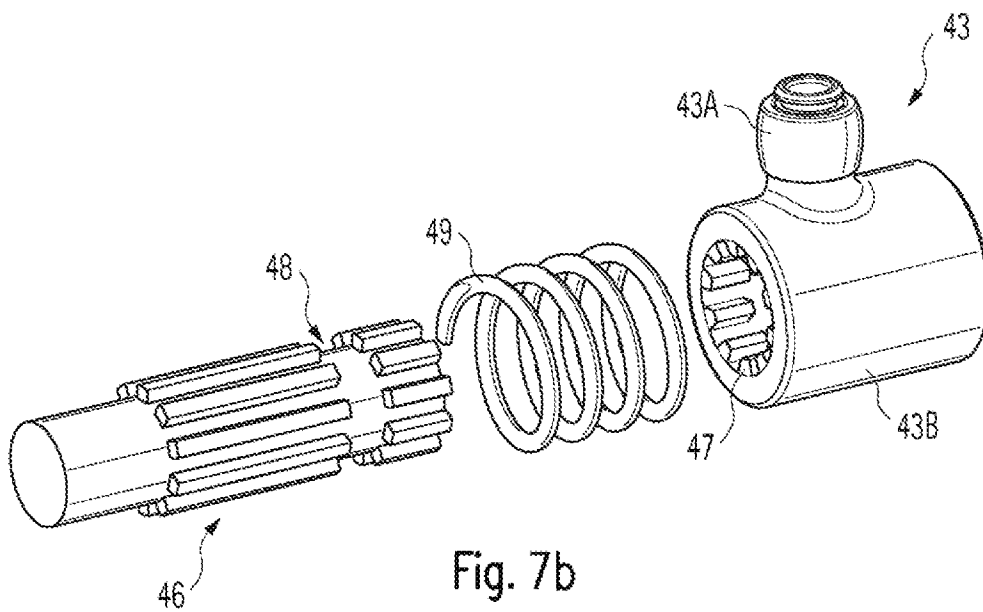


Fig. 7b

7/8

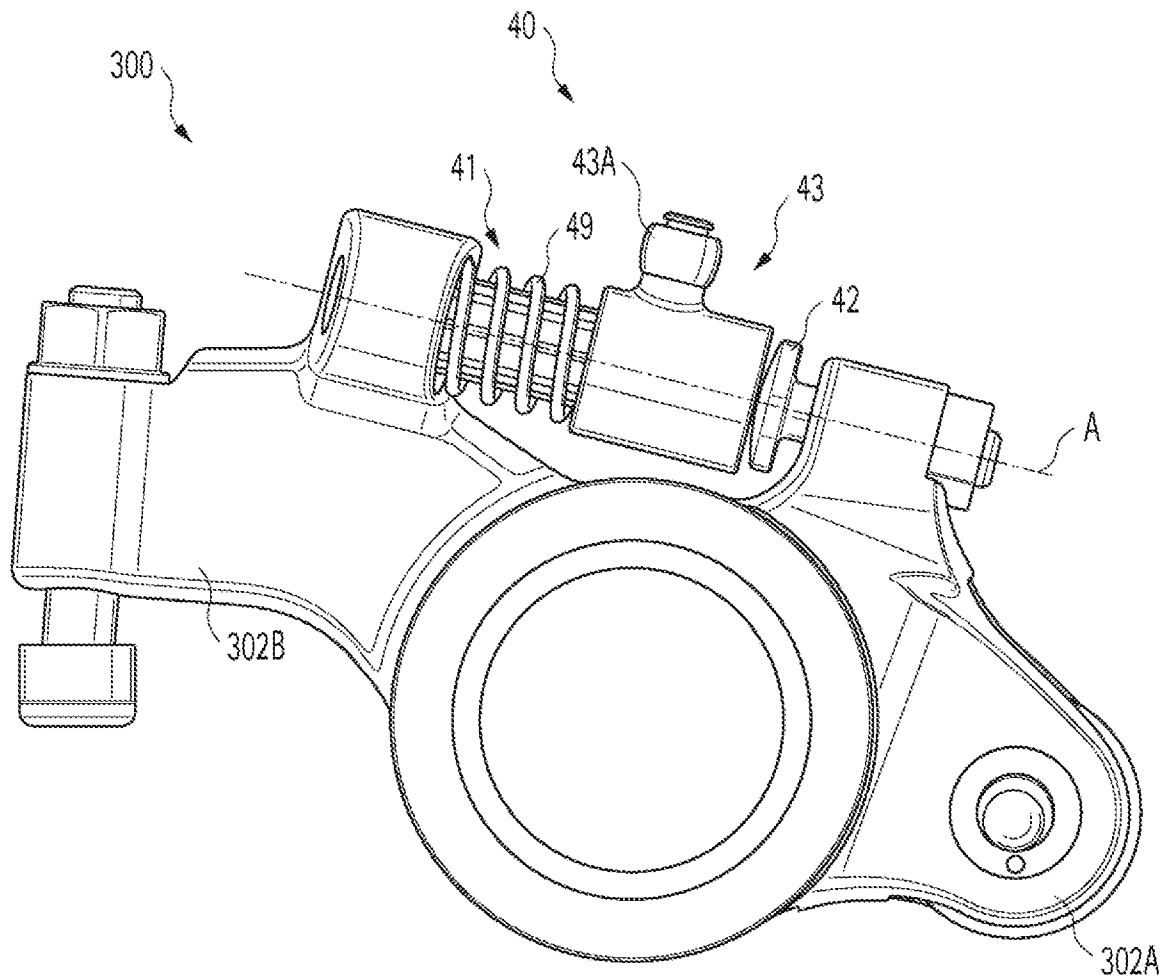


Fig. 7c

8/8

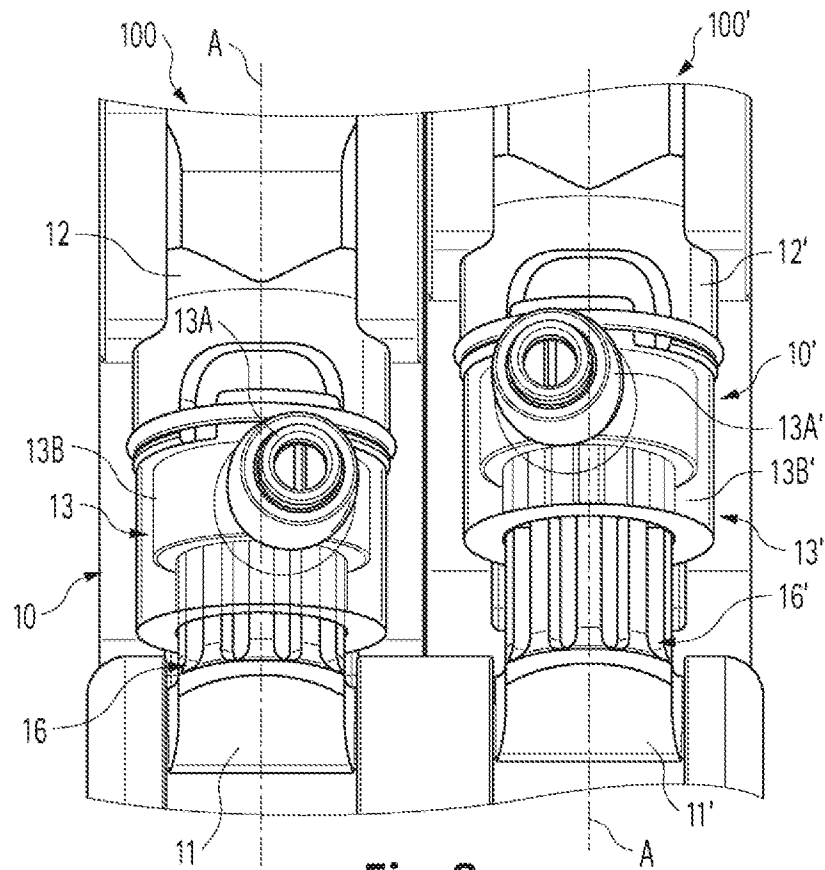


Fig. 8

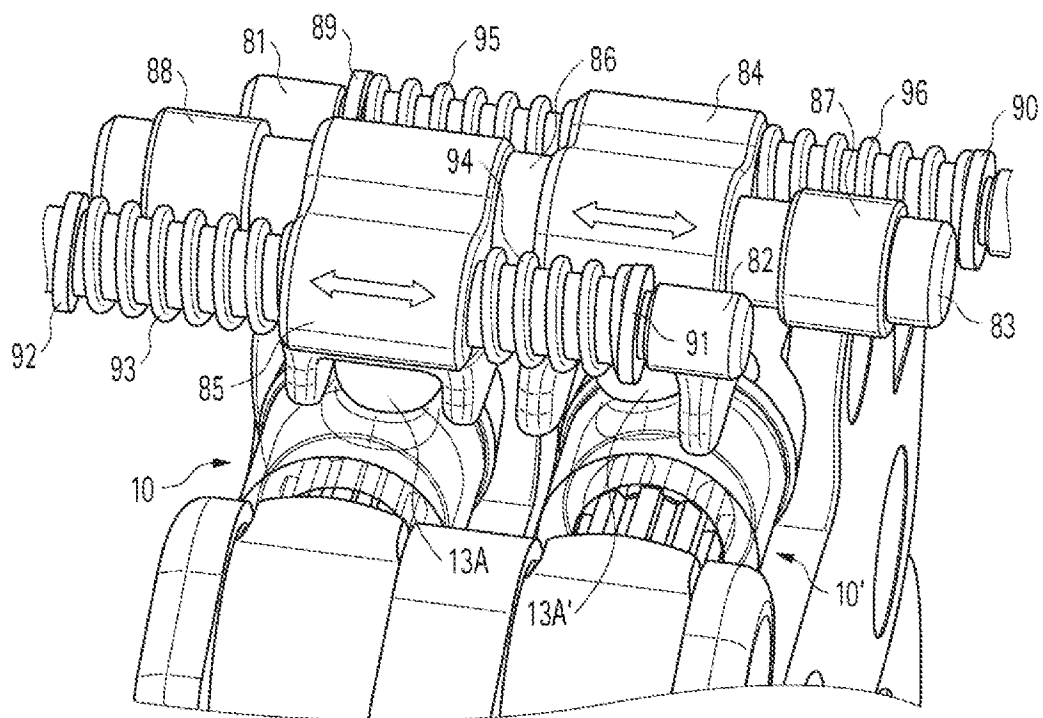


Fig. 9