

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Anmeldenummer: GM 8034/2019
(22) Anmeldetag: 10.04.2018
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.04.2020
(45) Veröffentlicht am: 15.04.2020

(51) Int. Cl.: **F02B 75/04** (2006.01)
F16C 7/06 (2006.01)
F02D 15/02 (2006.01)
F02D 41/22 (2006.01)

(67) Umwandlung von A 50303/2018

(30) Priorität:
10.04.2017 DE 102017107717.0 beansprucht.
02.05.2017 DE 102017109358.3 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
EP 1348852 A2
DE 10247942 A1
DE 102012020999 A1
DE 3825369 C1
DE 102010032487 A1
WO 2015055582 A2

(73) Gebrauchsmusterinhaber:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)
iwis motorsysteme GmbH & Co. KG
81369 München (DE)

(72) Erfinder:
Arens Kai Dr.
81377 München (DE)

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

(54) **Steuervorrichtung für ein VCR-Pleuel zum Ermitteln eines Defekts**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Steuervorrichtung für ein VCR-Pleuel (6.1, 6.2, 6.3), das mittels einer Ansteuerschaltung (25.1) betätigbar ist. Ein solches VCR-Pleuel (6.1, 6.2, 6.3) soll einen sicheren Betrieb ermöglichen. Hierzu ist eine Detektionseinrichtung (42) zum Ermitteln eines Defekts der Ansteuerschaltung (25.1) vorgesehen. Des Weiteren bezieht sich die Erfindung auf ein entsprechend zugehöriges Verfahren zum Betreiben einer Ansteuerschaltung (25.1) eines VCR-Pleuels (6.1, 6.2, 6.3) eines Verbrennungsmotors.

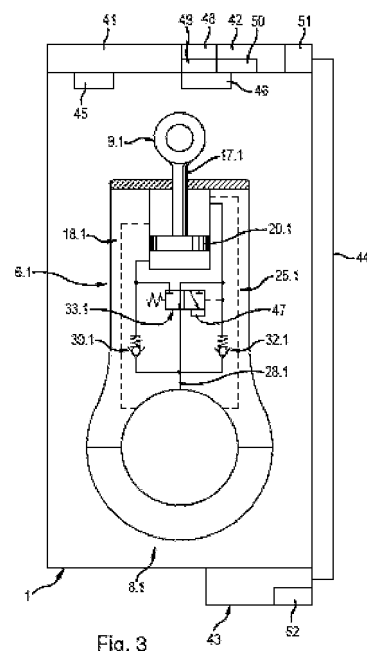


Fig. 3

Beschreibung

STEUERVORRICHTUNG FÜR EIN VCR-PLEUEL ZUM ERMITTELN EINES DEFEKTS

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Steuervorrichtung für ein VCR-Pleuel, das mittels einer, bevorzugt hydraulischen, Ansteuerschaltung betätigbar ist.

[0002] Eine solches VCR-Pleuel (variable compression ratio) ist zum Beispiel aus der WO2015/055582 A2 bekannt. Der thermische Wirkungsgrad η_{TH} von Ottomotoren ist abhängig vom Verdichtungsverhältnis ε , d.h. dem Verhältnis vom Gesamtvolumen vor der Verdichtung zum Kompressionsvolumen ($\varepsilon = (\text{Hubvolumen } V_h + \text{Kompressionsvolumen } V_c) / \text{Kompressionsvolumen } V_c$). Mit steigendem Verdichtungsverhältnis nimmt auch der thermische Wirkungsgrad zu. Die Zunahme des thermischen Wirkungsgrades über das Verdichtungsverhältnis ist degressiv, allerdings im Bereich heute üblicher Werte ($\varepsilon = 10 - 14$) noch relativ stark ausgeprägt.

[0003] In der Praxis kann das Verdichtungsverhältnis nicht beliebig gesteigert werden. Beispielsweise führt ein zu hohes Verdichtungsverhältnis bei Ottomotoren zum Klopfen. Hierbei entzündet sich das Gemisch durch die Druck- und Temperaturerhöhung bei der Verdichtung und nicht durch den Zündfunken. Diese frühzeitige Verbrennung führt nicht nur zu unruhigem Lauf, sondern kann Bauteilschäden verursachen.

[0004] Das Verdichtungsverhältnis, ab dem Klopfen eintritt, ist u.a. vom Betriebspunkt (Drehzahl n , Temperatur T , Drosselklappenstellung etc.) des Motors abhängig. Im Teillastbereich ist eine höhere Verdichtung möglich. Daher gibt es die Bestrebung, das Verdichtungsverhältnis dem jeweiligen Betriebspunkt anzupassen. Hierzu gibt es verschiedene Entwicklungsansätze. Gemäß der oben erwähnten WO 2015/055582 A2 soll das Verdichtungsverhältnis durch die Pleuellänge verstellt werden. Die Pleuellänge beeinflusst das Kompressionsvolumen. Das Hubvolumen ist durch die Position des Kurbelwellenzapfens und die Zylinderbohrung vorgegeben. Ein kurzes Pleuel führt daher zu einem geringeren Verdichtungsverhältnis als ein langes Pleuel bei ansonsten gleichen geometrischen Abmessungen (Kurbelwelle, Zylinderkopf, Ventilsteuerung etc.). Bei der bekannten Vorrichtung wird die Pleuellänge hydraulisch zwischen zwei Stellungen variiert. Das gesamte Pleuel ist mehrteilig ausgeführt, wobei die Längenänderung durch einen Teleskopmechanismus erfolgt. Das Pleuel beinhaltet einen doppelwirkenden Hydraulikzylinder. Das kleine Pleuelauge (Kolbenbolzen) ist mit einer Kolbenstange verbunden (teleskopierbarer Stangenteil). Der Kolben ist axial verschiebbar in einem Zylinder geführt, der in dem Pleuelteil mit dem großen Pleuelauge (Kurbelwellenzapfen) angeordnet ist. Der Kolben trennt den Zylinder in zwei Kammern (obere und untere Druckkammer). Diese beiden Kammern werden über Rückschlagventile (RSV1 und RSV2) mit Motoröl versorgt. Ist das Pleuel in der langen Position, befindet sich kein Öl in der oberen Druckkammer. Die untere Druckkammer hingegen ist vollständig mit Öl gefüllt. Während des Betriebs wird das Pleuel aufgrund der Gas- und Massenkräfte alternierend auf Zug und Druck belastet. In der Langstellung wird eine Zugkraft durch den mechanischen Kontakt mit einem oberen Anschlag des Kolbens aufgenommen. Die Pleuellänge ändert sich dadurch nicht. Eine einwirkende Druckkraft wird über die Kolbenfläche auf die ölgefüllte untere Kammer übertragen. Da das Rückschlagventil dieser Kammer den Ölrücklauf unterbindet, steigt der Öldruck an. Die Pleuellänge ändert sich nicht. Das Pleuel ist in dieser Richtung hydraulisch gesperrt.

[0005] In der Kurzstellung drehen sich die Verhältnisse um. Die untere Kammer ist leer, die obere ist mit Öl gefüllt. Eine Zugkraft bewirkt einen Druckanstieg in der oberen Kammer. Eine Druckkraft wird durch einen mechanischen Anschlag aufgenommen.

[0006] Die Pleuellänge kann zweistufig verstellt werden, indem eine der beiden Kammern entleert wird. Hierbei wird jeweils eines der beiden Zulauf Rückschlagventile (RSV1 und RSV2) durch einen zugeordneten Rücklaufkanal (RL1 und RL2) überbrückt. Durch diesen Rücklaufkanal kann Öl fließen unabhängig von der Druckdifferenz zwischen der Druckkammer und dem Versorgungsteil. Das jeweilige Rückschlagventil verliert also seine Wirkung.

[0007] Die beiden Rücklaufkanäle werden durch ein Steuerventil geöffnet und geschlossen,

wobei immer genau ein Rücklaufkanal offen, der andere geschlossen ist. Der Aktuator zur Schaltung der beiden Rücklaufkanäle wird hydraulisch durch den Versorgungsdruck angesteuert.

[0008] Die Ölversorgung erfolgt durch die Schmierung des Pleuellagers. Hierzu ist eine Öldurchführung vom Kurbelwellenzapfen über das Pleuellager zum Pleuel erforderlich.

[0009] Die Schaltung erfolgt durch gezieltes Entleeren einer der beiden Druckkammern unter Ausnutzung der am Pleuel wirkenden Massen- und Gaskräfte, wobei die jeweils andere Druckkammer durch ein Zulaufückschlagventil mit Öl versorgt und hydraulisch gesperrt wird.

[0010] Das Verdichtungsverhältnis sollte aber nur im Teil- bzw. Niedriglastbetrieb merklich erhöht werden, weshalb es wichtig ist, dass eine hydraulische Ansteuerschaltung des VCR-Pleuels mit notwendiger Sicherheit funktioniert.

[0011] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Steuervorrichtung der eingangs genannten Art bereit zu stellen, die eine ausreichende Sicherheit gegen Motorschäden bereithält.

[0012] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einer Steuervorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass eine Detektionseinrichtung zum Ermitteln eines Defekts der Ansteuerschaltung vorgesehen ist.

[0013] Günstigerweise kommt die Erfindung bei einer Steuervorrichtung für ein VCR-Pleuel mit Betätigungseinrichtung, das (bzw. die) mittels einer - bevorzugt hydraulischen - Ansteuerschaltung betätigbar ist zum Einsatz.

[0014] Die Erkennung eines solchen Defekts kann dann in der Folge zur Durchführung verschiedenster Maßnahmen herangezogen werden, einen Motorschaden zu verhindern und gegebenenfalls einen weiterführenden, nicht kritischen Betrieb, zuzulassen. Immer dann, wenn das VCR-Pleuel mittels der Ansteuerschaltung nicht in die gewünschte Soll-Stellung fährt oder eventuell instabil ist, kann dies nach Art der Ausgestaltung der Detektionseinrichtung ermittelt werden. Die Ansteuerschaltung ist bevorzugt als hydraulische Ansteuerschaltung ausgestaltet; es kann sich aber auch um eine mechanische Ansteuerschaltung handeln. Bevorzugt umfasst die Ansteuerschaltung lediglich die Komponenten, die für den jeweiligen Signal- oder Energiefluss (z. B. Hydraulikfluss) zuständig sind und nicht die den Verstellhub ausführenden Bauteile (z. B. oberes und unteres Pleuelteil mit Kolben und Zylinder oder Exzenterpleuelauge). Diese, den Verstellhub ausführenden Bauteile sind bevorzugt dem durch die Ansteuerschaltung aktiverbaren Betätigungsmechanismus zuzurechnen.

[0015] Bevorzugterweise umfasst gemäß einer Ausführungsform die Detektionseinrichtung eine Unterscheidungseinrichtung zum Identifizieren der defekten Komponente der Ansteuerschaltung. Bei diesen Komponenten kann es sich zum Beispiel um Rücklaufventile, Rückschlagventile, Steuerleitungen, Regelventile, eben sämtlichen Bauteilen handeln, die unmittelbar in der oder auf die Ansteuerschaltung wirken. Hiermit sind sämtliche Komponenten gemeint, die aktiv an dem Energiefluss, insbesondere hydraulischen Fluss, der Ansteuerschaltung teilnehmen. Die Unterscheidungseinrichtung und damit die genaue Identifizierung des Defekts gibt in der Folge die Möglichkeit, gezielt Maßnahmen einzuleiten, die genau diesem Defekt gerecht werden und für die Defekt-Situation die möglichst beste Lösung darstellen.

[0016] Hierzu kann bei einer weiteren Variante eine Fehlerhandhabungseinrichtung vorgesehen und derart konfiguriert sein, dass diese nach Ermitteln eines Defekts durch die Detektionseinrichtung in Abhängigkeit einer in einer Speichereinrichtung abgespeicherten Fehleroutine mindestens ein vorbestimmtes Steuersignal für das Bewirken einer vorgegebenen Schaltstellung der Ansteuerschaltung ausgibt. Die Fehlerhandhabungseinrichtung bewirkt somit ein vorgegebenes Ansteuerverhalten der Ansteuerschaltung, insbesondere werden Maßnahmen eingeleitet, die einen Motorschaden verhindern sollen. Im ungünstigsten Fall wird der betreffende Zylinder oder der Verbrennungsmotor abgeschaltet. Eine Begrenzung der Leistung dieses Zylinders oder des Verbrennungsmotors ist eine eventuell akzeptierbare Alternative. Ein sol-

ches Sicherheitssystem erhöht somit die Sicherheit des Fahrzeugs und der Insassen (z.B. bei Liegenbleiben). Sollte zum Beispiel das Verdichtungsverhältnis im Zylinder zu groß werden, so besteht zum Beispiel durch eine instabile Lage des Pleuels (Klopfen) die Gefahr von Beschädigung. Neben der negativen akustischen Auswirkung kann ein Klopfen auch zum Defekt des Verbrennungsmotors führen. Insbesondere, wenn zuvor der Defekt eindeutig identifiziert wird, können auch die einzuleitenden Gegenmaßnahmen genau auf diesen identifizierten Defekt abgestimmt werden.

[0017] Hierzu kann gemäß einer weiteren Ausführungsform vorgesehen sein, dass die Fehlerhandhabungseinrichtung derart konfiguriert ist, dass diese in Abhängigkeit der identifizierten defekten Komponente bzw. der identifizierten defekten Komponenten und in Abhängigkeit einer in einer Speichereinrichtung abgespeicherten Fehleroutine mindestens ein vorbestimmtes Steuersignal zum Einnehmen einer der identifizierten defekten Komponente bzw. der identifizierten defekten Komponenten zugeordneten Schaltstellung der Ansteuerschaltung ausgibt. Die genaue Identifizierung der defekten Komponente bzw. der defekten Komponenten erlaubt die entsprechend geeignete Ergreifung der erforderlichen Gegenmaßnahmen bis hin zur Abschaltung des Zylinders bzw. des Verbrennungsmotors. Alternativ oder ergänzend kann das VCR-Pleuel auch in eine stabile Stellung gefahren werden, in der es zumindest teilweise noch seine Funktion aufrecht erhalten kann (gegebenenfalls mit reduzierter Leistung oder schlechteren Abgaswerten).

[0018] Günstigerweise kann die Detektionseinrichtung eine Sensoreinrichtung zum Ermitteln der Ist-Position des VCR-Pleuels und/oder eine Sensoreinrichtung zum Ermitteln des Ist-Zustands einer Komponente bzw. der Komponenten der Ansteuerschaltung aufweisen. Ein vielfach bereits bei entsprechenden Verbrennungsmotoren vorhandener Sensor, ist der Klopfsensor, der zum Beispiel zum Ermitteln der Ist-Position des VCR-Pleuels einsetzbar ist. Es können aber auch Wege- oder andere Zustandssensoren zum Ermitteln des Betriebszustands der Ansteuerschaltung und/oder der Komponenten Verwendung finden, die einen unmittelbaren Rückschluss auf die Ist-Position des VCR-Pleuels oder den Zustand der jeweilig überwachten Komponente geben. Hierzu eignen sich insbesondere Zustandssensoren, die autark arbeiten, da sie bevorzugt in einem schnell bewegenden System untergebracht sind und diese nur sehr schwer von außen mit Energie zu versorgen sind oder deren Daten abzufragen sind.

[0019] Zusätzlich oder alternativ kann gemäß einer weiteren Ausführungsform eine Speichereinrichtung mit einem hinterlegten Zustandsprotokoll für die einzunehmende Schaltstellung der Ansteuerschaltung in Abhängigkeit von Motorleistungsdaten vorgesehen sein, wobei eine Auswerteeinrichtung vorgesehen ist, die anhand von ermittelten Motorleistungsdaten und einem Abgleich mit dem Zustandsprotokoll die Soll-Position des VCR-Pleuels und/oder den Soll-Zustand einer Komponente bzw. der Komponenten der Ansteuerschaltung bestimmt. Bei modernen Verbrennungsmotoren ist in aller Regel eine Motorsteuerung (bzw. Steuergeräte) vorhanden, die geeignete Motordaten bereits ermittelt und zur Verfügung stellt. Hierbei kann es sich zum Beispiel um die Drehzahl, das Drehmoment gegebenenfalls weitere Parameter des Verbrennungsmotors handeln, die Rückschlüsse auf die konkrete Soll-Position des VCR-Pleuels bzw. der Ansteuerschaltung geben. Auch Daten, die im Zusammenhang mit dem Ölkreislauf, insbesondere der Ölpumpe stehen, können Anwendung finden, solange ausreichende Rückschlüsse auf die Soll-Position des VCR-Pleuels und der Ansteuerschaltung erzielbar sind.

[0020] Bei einer besonders einfachen Version ist vorgesehen, dass eine hydraulische Ansteuerschaltung ein Regelventil umfasst und die Unterscheidungseinrichtung derart konfiguriert ist, dass diese nach dem Ermitteln eines Defekts ein Signal zum Verändern der Schaltstellung des Regelventils zum Identifizieren der defekten Komponente der Ansteuerschaltung erzeugt. Aufgrund des Umschaltvorgangs bzw. Veränderung der Schaltstellung und der damit normalerweise einhergehenden Zustandsänderung kann eine Ermittlung oder gegebenenfalls eine Eingrenzung des aufgetretenen Defekts bewirkt werden. Gegebenenfalls erfolgt auch ein mehrmaliges Hin- und Herschalten, um entsprechend nach dem Ausschlussprinzip einer Eingrenzung des konkreten Defekts bzw. die defekte Stellung zu ermitteln.

[0021] Desweiteren bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zum Betreiben einer Ansteuerschaltung eines VCR-Pleuels (bzw. eines Betätigungsmechanismus eines VCR-Pleuels) eines Verbrennungsmotors. Das Verfahren weist folgende Schritte auf:

[0022] Ermitteln eines Defekts der Ansteuerschaltung mittels einer Detektionseinrichtung und Erzeugen eines vorbestimmten Ansteuersignals zum defektabhängigen Ansteuern der Ansteuerschaltung oder Abschalten des Verbrennungsmotors und/oder zum Erzeugen eines Defekt-Anzeigesignals zur Bewirkung einer optischen und/oder akustischen Fehleranzeige.

[0023] Eine defektabhängige Ansteuerung ergibt selbstverständlich nur einen Sinn, wenn unterschiedliche Defekte auftreten können, die eine angepasste Ansteuerung der Ansteuerschaltung verlangen. Zusätzlich oder alternativ erfolgt eine Fehleranzeige an den Fahrer eines Fahrzeugs, der gegebenenfalls Handlungsanweisungen (z.B. Aufsuchen einer Werkstatt, sofortiges Stillsetzen des Fahrzeugs) erhält.

[0024] Günstigerweise kann die Soll-Position des VCR-Pleuels anhand eines Abgleichs ermittelter Zustandsdaten des VCR-Pleuels und/oder des Verbrennungsmotors mit entsprechend hinterlegten Zustandsdaten bestimmt werden, wobei die Ist-Position des VCR-Pleuels direkt und/oder indirekt ermittelt wird und mittels einem Vergleich der Soll-Position mit der Ist-Position ein Defekt ermittelbar ist. Zum Beispiel können in einer Motorsteuerung entsprechende Zustandsdaten bzw. Zielvorgabedaten hinterlegt sein, die auf die erforderliche Soll-Position des VCR-Pleuels hindeuten. Demgegenüber steht die tatsächlich ermittelte Ist-Position des VCR-Pleuels. Diese Ist-Position kann zum Beispiel durch einen Klopfsensor, Wegsensor oder auch indirekt mittels Zustandssensoren innerhalb der Ansteuerschaltung oder auf der Basis von Motordaten, gegebenenfalls einschließlich der Daten der Ölpumpe, ermittelt werden. Aufgrund eines Vergleichs der Soll-Position mit der Ist-Position lässt sich dann erkennen, ob das VCR-Pleuel wie gewünscht arbeitet, oder ob ein Fehler, das heißt Defekt, vorliegt.

[0025] Gegebenenfalls können die zum Bestimmen der Soll-Position ermittelten Zustandsdaten des VCR-Pleuels den Öldruck am Pleuel-Lager und/oder den Ansteuerzustand der zugehörigen Ölpumpe umfassen und/oder die ermittelten Zustandsdaten des Verbrennungsmotors, Drehzahl und/oder das Drehmoment umfassen. Anhand der Drehzahl und/oder des Drehmoments kann der Lastzustand des Verbrennungsmotors ermittelt und auf das zugehörige Verdichtungsverhältnis, d.h. die Soll-Position des VCR-Pleuels, geschlossen werden. In ähnlicher Weise lässt sich anhand des Öldrucks bzw. des Ansteuerzustands der zugehörigen Ölpumpe auf die Soll-Position des VCR-Pleuels schließen. Ein Abgleich mit hinterlegten Daten ist in der Regel erforderlich.

[0026] Vorteilhafterweise kann zum Ermitteln der Ist-Position des VCR-Pleuels eine am Verbrennungsmotor vorhandene Sensoreinrichtung, insbesondere ein Klopfsensor, und/oder eine Sensoreinrichtung am VCR-Pleuel verwendet werden. Insbesondere bei der Verwendung des Klopfensors bedarf es bei üblichen Verbrennungsmotoren keiner allzu großen Modifikation, da dieser Klopfsensor in aller Regel bereits vorhanden ist und nur noch zur Ermittlung der Ist-Position des VCR-Pleuels eingesetzt werden muss. Diese lässt sich in aller Regel mit einer entsprechend angepassten Auswertungsroutine ermitteln. Alternativ oder ergänzend können aber auch am VCR-Pleuel selbst Sensoreinrichtungen oder Bestandteile von Sensoreinrichtungen vorhanden sein, mittels derer die Ist-Position ermittelbar ist.

[0027] Zum Ermitteln der Ist-Position des VCR-Pleuels kann eine Auswertung von Leistungsdaten des Verbrennungsmotors vorgenommen werden, wobei die verwendeten Leistungsdaten Rückschlüsse auf die Ist-Position ermöglichen.

[0028] Des Weiteren kann nach Ermitteln von vorbestimmten Defekten mittels Betätigen der Ansteuerschaltung das VCR-Pleuel in eine stabile Lage gefahren werden, wobei in Abhängigkeit des Defekts bevorzugt die kurze Stellung des VCR-Pleuels Vorrang hat. In der kurzen Stellung des VCR-Pleuels liegt der Nachteil hauptsächlich in eventuell verschlechterten Abgaswerten, wobei eine Fahrt mit dem Fahrzeug, z.B. zu einer Werkstatt immer noch möglich ist. Die kurze Stellung verhindert auf jeden Fall, dass es zu einem irreversiblen Schaden des Verbren-

nungsmotors kommt.

[0029] Im Gegensatz hierzu kann, wenn in Abhängigkeit des Defekts das VCR-Pleuel in eine stabile Lage gefahren wird, die der langen Stellung des VCR-Pleuels entspricht, die verfügbare Leistung des Verbrennungsmotors auf ein vorbestimmtes niedrigeres Niveau abgesenkt werden. Hierdurch wird verhindert, dass es in der langen Stellung zu einem Klopfen kommt, das zu einer Schädigung des Verbrennungsmotors führen könnte. Die Leistungsreduktion trägt dem Rechnung; allerdings ist eine Fahrt zur nächsten Werkstatt auch mit dieser reduzierten Leistung immer noch möglich.

[0030] Gemäß einer weiteren Verfahrensvariante, bei der die Ansteuerschaltung ein Regelventil umfasst, wird die defekte Komponente oder die defekten Komponenten der Ansteuerschaltung mittels eines Schaltens des Regelventils ermittelt. Mittels des Umschaltens des Regelventils kann zwischen einer stabilen und nicht stabilen Lage unterschieden werden. Darüber hinaus ergeben sich dann Rückschlüsse, welche Komponente defekt ist, da ein bestimmter Zustand nicht mehr in stabiler Weise zu erzielen ist. Der Defekt lässt sich somit eingrenzen. Andere Elemente der Ansteuerschaltung können zu diesem Zweck auch geschaltet werden, um einen Defekt zu ermitteln.

[0031] Des Weiteren kann vorgesehen werden, dass die Ansteuerschaltung als Komponenten ein erstes Rücklaufventil (RLV1), ein erstes Rückschlagventil (RSV1), ein zweites Rücklaufventil (RLV2), und ein zweites Rückschlagventil (RSV2) umfasst, wobei die Ansteuerschaltung nach Ermitteln eines Defekts einer dieser Komponenten nach folgender Fehleroutine das VCR-Pleuel in eine stabile Lage (sichere Stellung) fahren lässt:

RLV/RSV	Defekt (Durchfluss)	Sichere Stellung
RLV1	kein	Lang
	unkontrolliert	Kurz
RSV1	kein	Kurz
	unkontrolliert	Lang
RLV 2	kein	Kurz
	unkontrolliert	Lang
RSV 2	kein	Lang
	unkontrolliert	Kurz

[0032] Bei Auftreten eines Defekts, d. h., dass z.B. durch das Ventil überhaupt kein Durchfluss mehr erfolgt, oder dieser unkontrolliert (d.h. unabhängig von der konkreten Schaltstellung oder aufgrund von Leckage) auftritt, wird eine vorgegebene Stellung des VCR-Pleuels eingenommen.

[0033] Für den Defekt mehrerer dieser Komponenten kann ebenfalls eine vorgegebene Fehleroutine installiert werden. Lässt sich eine stabile Lage nicht mehr erzielen, wird der entsprechende Zylinder oder der Verbrennungsmotor abgeschaltet.

[0034] In der Regel wird die Position des VCR-Pleuels in Abhängigkeit von Drehzahl und Lastmoment des Verbrennungsmotors eingestellt. Im einfachsten Fall wird für die VCR-Pleuel in allen Zylindern gleichzeitig dieselbe Position vorgegeben. Es sind jedoch auch Schaltstrategien denkbar, nach denen das VCR-Pleuel für jeden einzelnen Zylinder ein proprietäres Verdichtungsverhältnis einstellt. Entsprechend kann auch im Rahmen dieser Erfindung bei jedem Zylinder ein anderes Vorgehen bzw. eine andere Anordnung zur Anwendung kommen.

[0035] Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- [0036]** Fig. 1 einen schematischen Querschnitt durch einen Verbrennungsmotor,
- [0037]** Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Pleuels aus Fig. 1 mit hydraulischer Ansteuerschaltung,
- [0038]** Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Verbrennungsmotors mit VCR-Pleuel und Steuerung
- [0039]** Fig. 4 eine Zuordnungstabelle hinsichtlich eines Defekts und einer sicheren Stellung und
- [0040]** Fig. 5 eine Zuordnungstabelle ähnlich wie Fig. 4 bei Auftreten von mehreren Defekten.

[0041] In Fig. 1 ist in schematischer Darstellung ein Verbrennungsmotor (Ottomotor) 1 dargestellt. Der Verbrennungsmotor 1 hat drei Zylinder 2.1, 2.2 und 2.3, in denen sich jeweils ein Hubkolben 3.1, 3.2, 3.3 auf und ab bewegt. Des Weiteren umfasst der Verbrennungsmotor 1 eine Kurbelwelle 4, die mittels Kurbelwellenlager 5.1 - 5.4 drehbar gelagert ist. Die Kurbelwelle 4 ist mittels der Pleuelstangen 6.1, 6.2 und 6.3 jeweils mit dem zugehörigen Hubkolben 3.1, 3.2 und 3.3 verbunden. Für jede Pleuelstange 6.1, 6.2 und 6.3 weist die Kurbelwelle 4 einen exzentrisch angeordneten Kurbelwellenzapfen 7.1, 7.2 und 7.3 auf. Das große Pleuelauge 8.1, 8.2 und 8.3 ist jeweils auf dem zugehörigen Kurbelwellenzapfen 7.1, 7.2 und 7.3 gelagert. Das kleine Pleuelauge 9.1, 9.2 und 9.3 ist jeweils auf einem Kolbenbolzen 10.1, 10.2 und 10.3 gelagert und so mit den zugehörigen Hubkolben 3.1, 3.2 und 3.3 schwenkbar verbunden.

[0042] Die Kurbelwelle 4 ist mit einem Kurbelwellenkettenrad 11 versehen und mittels einer Steuerkette 12 mit einem Nockenwellenkettenrad 13 gekoppelt. Das Nockenwellenkettenrad 13 treibt eine Nockenwelle 14 mit ihren zugehörigen Nocken zur Betätigung der Ein- und Auslassventile (nicht näher dargestellt) eines jeden Zylinders 2.1, 2.2 und 2.3 an. Das Leertrum der Steuerkette 12 wird mittels einer schwenkbar angeordneten Spannschiene 15 gespannt, die mittels eines Kettenspanners 16 an diese angedrückt wird. Das Zugtrum der Steuerkette 12 kann entlang einer Führungsschiene gleiten. Die wesentliche Funktionsweise dieses Steuertriebs einschließlich der Kraftstoffeinspritzung und Zündung mittels Zündkerze wird nicht näher erläutert und als bekannt vorausgesetzt. Die Exzentrizität der Kurbelwellenzapfen 7.1, 7.2 und 7.3 gibt maßgeblich den Hubweg H_K vor, insbesondere wenn, wie im vorliegenden Fall, die Kurbelwelle 4 exakt zentrisch unter den Zylindern 2.1, 2.2 und 2.3 angeordnet ist. Der Hubkolben 3.1 ist in Fig. 1 in seiner untersten Stellung dargestellt, während der Hubkolben 3.2 in seiner obersten Stellung dargestellt ist. Die Differenz ergibt im vorliegenden Fall den Hubweg H_K . Die verbleibende Höhe H_C (siehe Zylinder 2.2) ergibt die verbleibende Kompressionshöhe im Zylinder 2.2. In Verbindung mit dem Durchmesser des Hubkolbens 3.1, 3.2 oder 3.3 bzw. der zugehörigen Zylinder 2.1, 2.2 und 2.3 ergibt sich aus dem Hubweg H_K das Hubvolumen V_h und aus der verbleibenden Kompressionshöhe H_C errechnet sich das Kompressionsvolumen V_c . Selbstverständlich hängt das Kompressionsvolumen V_c maßgeblich von der Gestaltung des Zylinderdeckels ab. Aus diesen Volumen V_h und V_c berechnet sich das Verdichtungsverhältnis ϵ . ϵ errechnet sich aus der Summe des Hubvolumens V_h und des Kompressionsvolumens V_c dividiert durch das Kompressionsvolumen V_c . Heute übliche Werte für Ottomotoren liegen für ϵ zwischen 10 und 14.

[0043] Damit in Abhängigkeit vom Betriebspunkt (n , T , Drosselklappenstellung) des Verbrennungsmotors 1 das Verdichtungsverhältnis ϵ angepasst werden kann, sind erfindungsgemäß die Pleuelstangen 6.1, 6.2 und 6.3 in ihrer Länge verstellbar ausgestaltet. Hierdurch kann z.B. im Teillastbereich mit einem höheren Verdichtungsverhältnis gefahren werden als im Vollastbereich.

[0044] In Fig. 2 ist schematisch und beispielhaft die Pleuelstange 6.1 dargestellt, die jedoch identisch zu den Pleuelstangen 6.2 und 6.3 ausgestaltet ist. Die Beschreibung gilt daher entsprechend. Die VCR-Pleuel 6.1 weist einen verschiebbar angeordneten ersten Stangenteil 17.1

auf, an dessen oberen Ende das kleine Pleuelauge 9.1 angeordnet ist. Das zweite Stangenteil 18.1 weist eine untere Lagerschale 19.1 auf, die zusammen mit dem unteren Bereich des zweiten Stangenteils 18.1 das besagte große Pleuelauge 8.1 umgibt. Die untere Lagerschale 19.1 und das zweite Stangenteil 18.1 werden in üblicher Weise mittels Befestigungsmitteln miteinander verbunden. Das untere Ende des ersten Stangenteils 17.1 ist mit einem Verstellkolben 20.1 versehen, der in einer Kolbenbohrung 21.1 verschiebbar geführt ist. Am oberen Ende weist das zweite Stangenteil 18.1 einen Deckel 22.1 auf, durch den das erste Stangenteil 17.1 hindurch geführt und abgedichtet ist. Somit dichtet der Deckel 22.1 insgesamt die Kolbenbohrung 21.1 ab. Der Verstellkolben 20.1 ist als Stufenkolben ausgestaltet. Unterhalb des Verstellkolbens 20.1 ist eine erste Druckkammer 23.1 von kreisförmigem Querschnitt gebildet und oberhalb des Verstellkolbens 20.1 ist eine kreisringförmige zweite Druckkammer 24.1 gebildet. Der Verstellkolben 20.1 und die Kolbenbohrung 21.1 sind Bestandteil eines Verstellmechanismus zur Veränderung der Pleuelstangenlänge. Zu dem Verstellmechanismus gehört auch eine noch näher zu beschreibende hydraulische Ansteuerschaltung 25.1, die entsprechend für einen Zu- bzw. Ablauf des Hydraulikfluids in bzw. aus den Druckkammern 23.1 und 24.1 und somit eine Bewegung des Verstellkolbens 20.1 sorgt oder diesen arretiert. Wie oben erwähnt, ist der Verstellkolben 20.1 als Stufenkolben ausgebildet. Unter einem Stufenkolben wird im Allgemeinen ein zweiseitig wirkender Kolben mit unterschiedlich großen Wirkflächen verstanden. Eine erste Verstellkolbenseite 26.1 ist kreisförmig ausgestaltet und der ersten Druckkammer 23.1 zugeordnet. Eine zweite Verstellkolbenseite 27.1 ist kreisringförmig ausgestaltet und der zweiten Druckkammer 24.1 zugeordnet. Die hydraulische Ansteuerschaltung 25.1 wird mit Motoröl betrieben. Hierzu steht ein Ölversorgungskanal 28.1 mit dem großen Pleuelauge 8.1 in Verbindung, wodurch Motoröl der hydraulischen Ansteuerschaltung 25.1 zugeführt werden kann oder gegebenenfalls aus dieser abfließt. Der Ölversorgungskanal 28.1 verzweigt sich in verschiedene Stränge (Teilkänäle). Ein erster Strang 29.1 steht mit der ersten Druckkammer 23.1 in Verbindung, um einen Zufluss in die erste Druckkammer 23.1 zu gewährleisten. Zusätzlich befindet sich im Strang 29.1 ein erstes Rückschlagventil 30.1, das einen unmittelbaren Abfluss des Öls aus der ersten Druckkammer 23.1 verhindern soll, aber einen Zufluss jederzeit ermöglicht. Ein zweiter Strang 31.1 steht mit der zweiten Druckkammer 24.1 in Verbindung, um einen Zulauf von Öl in die zweite Druckkammer 24.1 zu ermöglichen. Im zweiten Strang 31.1 befindet sich ein zweites Rückschlagventil 32.1, welches ein direktes Abfließen von Öl aus der zweiten Druckkammer 24.1 verhindert, aber einen Zufluss jederzeit ermöglicht.

[0045] Des Weiteren ist ein Regelventil 33.1 vorgesehen, das zwei Schaltstellungen aufweist. Das Regelventil 33.1 steht mit einem dritten Strang 34.1 des Ölversorgungskanals 28.1 unmittelbar in Verbindung. Das Regelventil 33.1 wirkt in jeweils einer seiner beiden Schaltstellungen als entweder Rücklaufventil 35.1 zum Abströmen von Hydraulikfluid aus der zweiten Druckkammer 24.1 oder in seiner zweiten Schaltstellung als Rücklaufventil 36.1 zum Abströmen von Hydraulikfluid aus der ersten Druckkammer 23.1. Die jeweils andere Druckkammer 23.1 oder 24.1 ist in der jeweils zugehörigen Schaltstellung hydraulisch gesperrt, weshalb der erste Stangenteil 17.1 entweder die eingefahrene oder die ausgefahrene Stellung einnimmt. Die Schaltung des Regelventils 33.1 erfolgt mittels einer Steuerleitung 27.1, die mit dem zweiten Strang 31.1 nachfolgend des zweiten Rückschlagventils 32.1 in Verbindung steht und einer Rückstellfeder 38.1, die das Regelventil 33.1 in die in Fig. 2 dargestellte erste Schaltstellung drückt. Die zweite Schaltstellung wird erreicht, indem ein erhöhtes Druckniveau in dem Ölversorgungskanal 28.1 erzeugt wird, so dass das Regelventil 33.1 gegen die Kraft der Rückstellfeder 38.1 in die zweite Schaltstellung gedrückt wird. Entsprechende erste und zweite Rücklaufkanäle 39.1 und 40.1 stehen mit dem Regelventil 33.1 in den zugehörigen Strangabschnitten des ersten und des zweiten Strangs 29.1 und 31.1 in Verbindung, um einen entsprechenden Ablauf aus der ersten Druckkammer 23.1 und der zweiten Druckkammer 24.1 zu ermöglichen.

[0046] Es sei angemerkt, dass die hydraulische Ansteuerschaltung 25.1 auch zusätzliche Elemente, Kanäle, Ventile, etc. aufweisen oder andersartig konfiguriert sein kann, um die gewünschte Verstellfunktion bereitzustellen. Das erste und zweite Rücklaufventil 35.1 und 36.1 müssen auch nicht zwangsläufig als gemeinsames Regelventil 33.1 ausgestaltet werden, sondern können als separate Baueinheiten ausgestaltet sein. Das hydraulische Schaltbild der

hydraulischen Ansteuerschaltung 25.1 ist somit nur repräsentativ für die Funktionsweise zu verstehen und nicht für die konkrete Ausgestaltung.

[0047] Im Folgenden wird anhand der schematischen Fig. 3 die Steuervorrichtung für das VCR-Pleuel 6.1 näher beschrieben. Gleiches gilt für die VCR-Pleuel 6.2 und 6.3.

[0048] Das VCR-Pleuel 6.1 ist Bestandteil eines Verbrennungsmotors 1, der eine Motorsteuerung 41 (z.B. Steuergeräte ECU etc.) aufweist, die mehrere Motordaten erfasst, z.B. die Ist-Drehzahl, das aktuelle Drehmoment und gegebenenfalls weitere Parameter, z.B. den Öldruck etc. Im vorliegenden Fall umfasst die Motorsteuerung 41 eine Detektionseinrichtung 42 (kann auch getrennt vorgesehen werden) zum Ermitteln eines Defekts der hydraulischen Ansteuerschaltung 25.1. Bestandteil des Verbrennungsmotors 1 ist auch eine Ölpumpeneinheit 43, die ebenfalls mit der Motorsteuerung 41 und der Detektionseinrichtung 42 mittels einer elektrischen Leitung 44 in Verbindung steht. Mittels der Ölpumpeneinheit 43 kann im Bereich des Kurbelwellenlagers des VCR-Pleuels 6.1 die Versorgung über den Ölversorgungskanal 28.1 sichergestellt sowie zumindest ein erstes und ein zweites Druckniveau derart eingestellt werden, dass ein Schalten des Regelventils 33.1 bewirkt wird. Üblicherweise sind moderne Verbrennungsmotoren bereits mit einem Klopfsensor 45 ausgerüstet, um den Verbrennungsmotor 1 vor Beschädigungen zu bewahren. Der hier verwendete Klopfsensor 45 kann auch zur genauen Bestimmung der Schaltstellung des VCR-Pleuels 6.1 herangezogen werden. Mittels des Klopfensors 45 lässt sich eindeutig zwischen der ersten, ausgefahrenen Stellung des VCR-Pleuels 6.1 und der zweiten, kürzeren Schaltstellung des VCR-Pleuels 6.1 unterscheiden. Es können aber auch weitere Sensoren 46 oder 47 am Verbrennungsmotor oder unmittelbar im VCR-Pleuel 6.1 Verwendung finden. Der Sensor 46 kann z.B. ein Wegsensor sein, der die Ausfahrstellung des ersten Stangenteils 17.1 detektiert. Der Sensor 47 kann z.B. die Schaltstellung des Regelventils 33.1 erfassen. Bei dem Sensor 47 handelt es sich bevorzugt um einen autarken Sensor mit eigener Energiequelle. Zum Einsatz kommen können sämtliche Sensoren, mittels denen ein Rückschluss über die Schaltstellung oder einen Defekt einer Komponente der hydraulischen Ansteuerschaltung 25.1 ermittelbar ist. Diese Ermittlung kann direkt oder indirekt erfolgen.

[0049] Zum Identifizieren der defekten Komponente der hydraulischen Ansteuerschaltung 25.1 umfasst die Detektionseinrichtung 42 eine Unterscheidungseinrichtung 48, die nicht nur einen Defekt ermittelt, sondern die defekte Komponente gezielt ermitteln kann.

[0050] Desweiteren ist in der Motorsteuerung 41 eine Fehlerhandhabungseinrichtung 49 gegebenenfalls als Bestandteil der Detektionseinrichtung 42 integriert. Die Fehlerhandhabungseinrichtung 49 umfasst eine Speichereinrichtung 50, in der Fehler Routinen abgespeichert sind, die nach Ermitteln eines Defekts der hydraulischen Ansteuerschaltung 25.1 und gegebenenfalls nach dem Identifizieren der defekten Komponente der hydraulischen Ansteuerschaltung 25.1 das VCR-Pleuel 6.1 in eine vorbestimmte Schaltstellung bringen (quasi als Notmodus), bzw. den zugehörigen Zylinder 2.1 oder aber auch den Verbrennungsmotor 1 abschalten.

[0051] Wichtig für die Fehlerermittlung bzw. für die Ermittlung eines Defekts ist ein Abgleich zwischen dem gewünschten Sollzustand (Soll-Position) des VCR-Pleuels 6.1 und der tatsächlich vorhandenen Ist-Position des VCR-Pleuels 6.1. Hierzu ist in der Speichereinrichtung 50 ein Zustandsprotokoll hinterlegt, das die für die einzunehmende Schaltstellung notwendigen Daten enthält. Hierbei handelt es sich üblicherweise um Motorleistungsdaten, die für eine einzunehmende Schaltstellung charakteristisch sind. Mittels einer in die Detektionseinrichtung 42 bzw. die Motorsteuerung 41 integrierten Auswerteeinrichtung 51 wird ein Abgleich zwischen den aktuell ermittelten Motorleistungsdaten und dem Zustandsprotokoll vorgenommen. Stimmen diese überein oder befinden sie sich in vorgegebenen Grenzen, dann lässt sich hieraus die Soll-Position des VCR-Pleuels 6.1 und/oder der Sollzustand einer Komponente bzw. der Komponenten der hydraulischen Ansteuerschaltung 25.1 bestimmen. Die so ermittelte Soll-Position des VCR-Pleuels 25.1 bzw. der Sollzustand einer Komponente bzw. der Komponenten der hydraulischen Ansteuerschaltung 25.1 lassen sich dann mit der Ist-Position des VCR-Pleuels 6.1 und/oder des Ist-Zustands einer Komponente bzw. der Komponenten der hydraulischen Ansteuerschaltung 25.1 vergleichen und eine Abweichung bestimmen, wodurch auf einen Defekt ge-

geschlossen werden kann.

[0052] Der gesamte Vorgang kann mehrstufig ablaufen. Nach Feststellen eines Defekts kann zur Identifizierung der defekten Komponente der hydraulischen Ansteuerschaltung 25.1 die Durchführung einer bestimmten Routine umfassen. Die Unterscheidungseinrichtung 48 ist derart konfiguriert, dass diese nach Ermitteln eines Defekts eine Veränderung der Schaltstellung des Regelventils 33.1 durchführt. Soll sich z.B. das Regelventil 33.1 in einer bestimmten Schaltstellung befinden und wird eine Abweichung ermittelt, insbesondere befindet sich der erste Stangenteil 17.1 nicht in der korrespondierenden Position, dann wird das Regelventil 33.1 bewusst in die andere Schaltstellung umgeschaltet im Rahmen des Identifizierungsvorgangs.

[0053] Hierdurch kann festgestellt werden, ob auch ein Defekt bei dieser zweiten Schaltstellung vorliegt. Ist dies nicht der Fall, können bereits eine ganze Reihe von Komponenten der hydraulischen Ansteuerschaltung 25.1 von der weiteren Fehlersuche ausgeschlossen werden. Desweiteren kann unterschieden werden, ob die gewünschte Soll-Position bzw. der gewünschte Sollzustand überhaupt nicht erreicht werden kann oder dieser Zustand nicht kontrolliert eingenommen werden kann (weil das Ergebnis nicht vorhersagbar ist oder sich über die Zeit verändert, z.B. bei Leckage).

[0054] Bevorzugt weist die Ölpumpeneinheit 43 auch einen Drucksensor 52 oder einen Sensor zur Ermittlung des Betriebszustands auf, dessen Ergebnis in diese Routine mit eingebunden werden kann. Sobald mittels dieser Fehleroutine die defekte Komponente bestimmt ist, lässt sich der Defekt noch weiter kategorisieren. Beispielhaft sollen als Komponenten der hydraulischen Ansteuerschaltung 25.1 das erste Rücklaufventil 35.1 (RLV1), das erste Rückschlagventil 30.1 (RSV1), das zweite Rücklaufventil 36.1 (RLV2) und das zweite Rückschlagventil 32.1 (RSV2) entsprechend überwacht und ermittelbar sein. Der Defekt wird hinsichtlich des Durchflusses durch jeweils dieses Ventil klassifiziert. Entweder ist der Durchfluss blockiert; es findet demnach kein Durchfluss statt, oder der Durchfluss ist unkontrolliert; führt also nicht zum vorbestimmten Ergebnis oder verändert sich über die Zeit, z.B. aufgrund von Leckage, ohne dass die Schaltstellung zur Betätigung der hydraulischen Ansteuerschaltung 25.1 verändert wurde.

[0055] Die Fig. 4 gibt eine Tabelle wieder, die sich mit dem Auftritt eines Defekts nur eines dieser Komponenten befasst. In Abhängigkeit des ermittelten Defekts soll das VCR-Pleuel 6.1 in eine sichere Stellung (stabile Lage) gefahren werden. Eine sichere Stellung ist deshalb von Vorteil, weil dann das Abschalten des zugehörigen Zylinders 2.1 oder des Verbrennungsmotors 1 nicht zwingend notwendig ist. Eine Fahrt in die Werkstatt ist demnach noch möglich. Die kurze Stellung des VCR-Pleuels 6.1 ist eigentlich zu bevorzugen, weil sich hierdurch allenfalls die Abgaswerte verschlechtern, aber eine weitere Schutzmaßnahme, die zum Vermeiden einer Beschädigung des Zylinders 2.1 oder des Verbrennungsmotors 1 eingeleitet werden muss, nicht notwendig ist. Üblicherweise verfügt das zugehörige Fahrzeug über eine optische und/oder akustische Fehleranzeige, die auf einen Defekt oder den speziellen Defekt hinweist und das Aufsuchen einer Werkstatt nahelegt. Die Detektionseinrichtung 42 erzeugt ein bestimmtes Ansteuersignal zum defektabhängigen Ansteuern der hydraulischen Ansteuerschaltung 25.1 entsprechend der Vorgaben der Tabelle in Fig. 4 und erzeugt ein Defektanzeigesignal zum Bewirken der optischen und/oder akustischen Fehleranzeige.

[0056] Theoretisch kann es auch zum gleichzeitigen Defekt von mehreren Komponenten der hydraulischen Ansteuerschaltung 25.1 kommen. Ansatzweise ist anhand der Tabelle in der Fig. 5 zu erkennen, wie mit entsprechenden Defekten zu verfahren ist. Indem die Ansteuerschaltung 25.1 des VCR-Pleuels 6.1 in eine stabile Lage gefahren wird. Beispielhaft wird dies in der Tabelle der Fig. 5 anhand eines Defekts des ersten Rücklaufventils 35.1 und eines der drei weiteren Komponenten der hydraulischen Ansteuerschaltung 25.1 verdeutlicht. Darüber hinaus kann auch für sämtliche weiteren Defektkombinationen festgelegt werden, ob eine sichere Stellung möglich ist. Aus der Tabelle ist auch zu erkennen, dass z.B. bei einem Defekt des ersten Rücklaufventils 35.1, bei dem kein Durchfluss durch dieses vorhanden ist, und bei einem Defekt des ersten Rückschlagventils 30.1, bei dem ebenfalls kein Durchfluss vorhanden ist, ein vollständiger Defekt („nicht beeinflussbar“) vorliegt, der zur Abschaltung des zugehörigen Zylinders 2.1

oder zum Stilllegen des Verbrennungsmotors 1 führt. Sofern als sichere Stellung die lange Position des VCR-Pleuels 6.1 gewählt wird, muss zusätzlich noch eine Drosselung der Leistung des Verbrennungsmotors 1 oder des Zylinders 2.1 erfolgen, damit sich kein Klopfen des zugehörigen Zylinders 2.1 oder des Verbrennungsmotors 1 einstellt, wodurch Bauteilzerstörungen auftreten können. Die Absenkung auf ein vorbestimmtes niedrigeres Leistungsniveau ist dann entsprechend in der Motorsteuerung 41 hinterlegt.

[0057] Im Vorangegangenen wurde ein Ausführungsbeispiel der Vorrichtung und des Verfahrens der Erfindung beispielhaft anhand des VCR-Pleuels 6.1 näher erläutert. Selbstverständlich kann die Erfindung auf jedes VCR-Pleuel des Verbrennungsmotors 1 angewendet werden. In der Regel wird die Position des VCR-Pleuels 6.1, 6.2 und 6.3 in Abhängigkeit von der Drehzahl und dem Lastmoment des Verbrennungsmotors 1 eingestellt. Im einfachsten Fall wird für sämtliche VCR-Pleuel 6.1, 6.2 und 6.3 in allen Zylindern 2.1, 2.2 oder 2.3 dieselbe Position vorgegeben. Es sind jedoch auch Schaltstrategien denkbar, nach denen das VCR-Pleuel 6.1, 6.2 oder 6.3 für jeden einzelnen Zylinder 2.1, 2.2 oder 2.3 ein proprietäres Verdichtungsverhältnis einstellt. Entsprechend ist dann auch das Verhalten der Motorsteuerung und der zugehörigen Komponenten zum Ansteuern der hydraulischen Ansteuerschaltung sowie der Ermittlung eines Defekts und der Durchführung von Fehler Routinen individualisierbar für jedes VCR-Pleuel 6.1, 6.2 oder 6.3. Es wird mit der vorliegenden Erfindung über elektronische Steuergeräteeinrichtungen und gegebenenfalls Sensorik ein Fehlverhalten der VCR-Pleuel 6.1, 6.2, 6.3 und der zugehörigen hydraulischen Ansteuerschaltung 25.1 detektiert und umgehend Maßnahmen angeleitet, die einen Motorschaden verhindern sollen. In der einfachsten Form soll der Defekt einer Komponente der hydraulischen Ansteuerschaltung 25.1 über die Position des ersten Stangenteils 17.1 detektiert werden, wobei der aktuelle Sollzustand mit dem tatsächlichen Ist-Zustand verglichen wird.

[0058] Hierzu muss zunächst die gewünschte Position des VCR-Pleuels 6.1, 6.2 oder 6.3 bekannt sein. Dazu wird in der Motorsteuerung 41 oder eine Einrichtung mit vergleichbaren Informationen und Fähigkeiten, die Ist-Drehzahl, das aktuelle Drehmoment und gegebenenfalls weitere Parameter, welche die Soll-Position des VCR-Pleuels 6.1, 6.2 oder 6.3 definieren (z.B. Öl Druck) mit einem hinterlegten Zustandsprotokoll für das VCR-Pleuel 6.1, 6.2 oder 6.3 abgeglichen. Hieraus ergibt sich dann die Soll-Position des VCR-Pleuels 6.1, 6.2 oder 6.3. Die Ist-Position des VCR-Pleuels 6.1, 6.2 oder 6.3 kann nun über eine geeignete Sensorik im Motorraum erfasst werden. Es ist aber auch denkbar, dass Wege- oder Zustandssensoren direkt in dem VCR-Pleuel 6.1, 6.2 oder 6.3 verbaut sind, bzw. dass ohne zusätzliche Sensorik lediglich durch Auswertung der Motorleistungsdaten Rückschlüsse auf die Ist-Position des VCR-Pleuels 6.1, 6.2 oder 6.3 erfolgen.

[0059] Wird nun festgestellt, dass die Soll-Position über mehrere Verbrennungszyklen nicht erreicht wird, so kann daraus geschlossen werden, dass ein Defekt in dem VCR-Pleuel 6.1, 6.2 oder 6.3 aufgetreten ist, der mit dem oder den Ventilen der zugehörigen Druckkammer 23.1 oder 24.1 zusammenhängt.

[0060] In einem solchen Fall kann über die Motorsteuerung 41 die Vorgabe für die Soll-Position des VCR-Pleuels 6.1, 6.2 oder 6.3 geändert werden, so dass das VCR-Pleuel 6.1, 6.2 oder 6.3 eine andere Position einnimmt. Bei dem hier beschriebenen Teleskopsystem würde das VCR-Pleuel 6.1 durch Anpassung des Steuerdruckniveaus mittels der Ölpumpeneinheit 43 von der kurzen in die lange Stellung bzw. umgekehrt geschaltet.

[0061] Bei einer Abweichung soll die fehlerhafte Komponente identifiziert, ein bevorzugter Betriebszustand eingenommen und ein Signal an den Fahrer gegeben werden.

[0062] Um zu erkennen, an welcher Stelle der Defekt vorliegt, ist die Position des Regelventils 33.1 zu ändern, z.B. hydraulisch (Verändern des Druckniveaus am großen Pleuelauge 8.1) oder mechanisch. Damit kann nach dem Ausschlussprinzip die defekte Stellung ermittelt werden. Im Anschluss daran soll das VCR-Pleuel 6.1, 6.2 oder 6.3 in eine stabile Lage gebracht werden, wobei die Stellung „kurz“ zu bevorzugen ist, da in dieser Stellung ein Motorschaden auszuschließen ist und lediglich die Abgaswerte vorübergehend nicht eingehalten werden. Eine Fahrt

zur Werkstatt ist möglich.

[0063] Sollte nur die Stellung „lang“ möglich sein, ist die Leistung umgehend zu begrenzen, da ansonsten bei hoher Drehzahl ein Motorschaden durch Klopfen, droht. Anschließend ist eine Fahrt zur Werkstatt möglich.

[0064] Sollte an mehr als einer Stelle ein Defekt („nicht beeinflussbar“) vorliegen, ist der Fahrbetrieb unter Umständen umgehend einzustellen.

[0065] In jedem Fall ist der Fahrer durch ein geeignetes Signal auf den Defekt hinzuweisen.

[0066] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind eine ganze Reihe Einrichtungen (z.B. Detektionseinrichtung 42, Unterscheidungseinrichtung 48, Fehlerhandhabungseinrichtung 49, Speichereinrichtung 50, sowie die Auswerteeinrichtung 51 als Bestandteil in die Motorsteuerung 41 integriert). Zum Teil sind diese auch nur als Programmabläufe innerhalb der Motorsteuerung 41 hinterlegt bzw. programmiert. Selbstverständlich besteht auch die Möglichkeit, einzelne der Einrichtungen oder sämtliche Einrichtungen getrennt von der Motorsteuerung 41 zu lokalisieren. Solche Einrichtungen können auch jedem VCR-Pleuel 6.1, 6.2 oder 6.3 zugeordnet werden oder diese entsprechend zentral für einen Teil oder sämtliche VCR-Pleuels 6.1, 6.2 oder 6.3 zuständig gemacht werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Verbrennungsmotor
2.1,2.2,2.3	Zylinder
3.1,3.2,3.3	Hubkolben
4	Kurbelwelle
5.1,5.2,5.3,5.4	Kurbelwellenlager
6.1,6.2,6.3	Pleuelstange
7.1,7.2,7.3	Kurbelwellenzapfen
8.1,8.2,8.3	großes Pleuelauge
9.1,9.2,9.3	kleines Pleuelauge
10.1,10.2,10.3	Kolbenbolzen
11	Kurbelwellenkettenrad
12	Steuerkette
13	Nockenwellenkettenrad
14	Nockenwelle
15	Spannschiene
16	Kettenspanner
17.1	erster Stangenteil
18.1	zweiter Stangenteil
19.1	untere Lagerschale
20.1	Verstellkolben
21.1	Kolbenbohrung
22.1	Deckel
23.1	erste Druckkammer
24.1	zweite Druckkammer
25.1	hydraulische Ansteuerschaltung
26.1	erste Verstellkolbenseite
27.1	zweite Verstellkolbenseite
28.1	Ölversorgungs kanal
29.1	erster Strang
30.1	erstes Rückschlagventil
31.1	zweiter Strang
32.1	zweites Rückschlagventil
33.1	Regelventil
34.1	dritter Strang
35.1	erstes Rücklaufventil

36.1	zweites Rücklaufventil
37.1	Steuerleitung
38.1	Rückstellfeder
39.1	erster Rücklaufkanal
40.1	zweiter Rücklaufkanal
41	Motorsteuerung
42	Detektionseinrichtung
43	Ölpumpeneinheit
44	Leitung
45	Klopfsensor
46	Sensor
47	Sensor
48	Unterscheidungseinrichtung
49	Fehlerhandhabungseinrichtung
50	Speichereinrichtung
51	Auswerteeinrichtung
52	Drucksensor

Ansprüche

1. Steuervorrichtung für ein VCR-Pleuel (6.1, 6.2, 6.3), das mittels einer Ansteuerschaltung (25.1) betätigbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Detektionseinrichtung (42) zum Ermitteln eines Defekts der Ansteuerschaltung (25.1) vorgesehen ist.
2. Steuervorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Detektionseinrichtung (42) eine Unterscheidungseinrichtung (48) zum Identifizieren der defekten Komponente (30.1, 32.1, 35.1, 36.1) der Ansteuerschaltung (25.1) umfasst.
3. Steuervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Fehlerhandhabungseinrichtung (49) vorgesehen und derart konfiguriert ist, dass diese nach Ermitteln eines Defekts durch die Detektionseinrichtung (42) in Abhängigkeit einer in einer Speichereinrichtung (50) abgespeicherten Fehlerroutine mindestens ein vorbestimmtes Steuersignal für das Bewirken einer vorgegebenen Schaltstellung der Ansteuerschaltung (25.1) ausgibt.
4. Steuervorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fehlerhandhabungseinrichtung (49) derart konfiguriert ist, dass diese in Abhängigkeit der identifizierten defekten Komponente (30.1, 32.1, 35.1, 36.1) bzw. der identifizierten defekten Komponenten (30.1, 32.1, 35.1, 36.1) und in Abhängigkeit einer in einer Speichereinrichtung (50) abgespeicherten Fehlerroutine mindestens ein vorbestimmtes Steuersignal zum Einnehmen einer der identifizierten defekten Komponente (30.1, 32.1, 35.1, 36.1) bzw. der identifizierten defekten Komponenten (30.1, 32.1, 35.1, 36.1) zugeordneten Schaltstellung der Ansteuerschaltung (25.1) ausgibt.
5. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Detektionseinrichtung (42) eine Sensoreinrichtung (45, 46, 2) zum Ermitteln der Ist-Position des VCR-Pleuels (6.1, 6.2, 6.3) und/oder eine Sensoreinrichtung (47) zum Ermitteln des Zustands einer Komponente (35.1, 36.1) bzw. der Komponenten (35.1, 36.1) der Ansteuerschaltung (25.1) aufweist.
6. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Speichereinrichtung (50) mit einem hinterlegten Zustandsprotokoll für die einzelnen Schaltstellungen der Ansteuerschaltung (25.1) in Abhängigkeit von Motorleistungsdaten vorgesehen ist, und eine Auswerteeinrichtung (51) vorgesehen ist, die Anhand von ermittelten Motorleistungsdaten und einem Abgleich mit dem Zustandsprotokoll die Soll-Position des VCR-Pleuels (6.1, 6.2, 6.3) und/oder den Soll-Zustand einer Komponente (30.1, 32.1, 35.1, 36.1) bzw. der Komponenten (30.1, 32.1, 35.1, 36.1) der Ansteuerschaltung (25.1) bestimmt.
7. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansteuerschaltung (25.1) ein Regelventil (33.1) umfasst und die Unterscheidungseinrichtungen (48) derart konfiguriert ist, dass diese nach Ermitteln eines Defekts ein Signal zum Verändern der Schaltstellung des Regelventils (33.1) zum Identifizieren der defekten Komponente der Ansteuerschaltung (25.1) erzeugt.
8. Verfahren zum Betreiben einer Ansteuerschaltung (25.1) eines VCR-Pleuel (6.1, 6.2, 6.3) eines Verbrennungsmotors (1) mit folgenden Schritten:
Ermitteln eines Defekts der Ansteuerschaltung (25.1) mittels einer Detektionseinrichtung (42) und Erzeugen eines vorbestimmten Ansteuersignals zum defektabhängigen Ansteuern der Ansteuerschaltung (25.1) oder Abschalten des Verbrennungsmotors (1) oder Abschalten des betroffenen Zylinders des Verbrennungsmotors und/oder zum Erzeugen eines Defekt-Anzeigesignals zum Bewirken einer optischen und/oder akustischen Fehleranzeige.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Soll-Position des VCR-Pleuels (6.1, 6.2, 6.3) anhand eines Abgleichs ermittelter Zustandsdaten des VCR-Pleuels (6.1, 6.2, 6.3) und/oder des Verbrennungsmotors (1) mit entsprechenden hinterlegten Zustandsdaten bestimmt wird, wobei die Ist-Position des VCR-Pleuels (6.1, 6.2, 6.3) direkt

und/oder indirekt ermittelt wird und mittels eines Vergleichs der Soll-Position mit der Ist-Position ein Defekt ermittelbar ist.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zum Bestimmen der Soll-Position ermittelten Zustandsdaten des VCR-Pleuels (6.1, 6.2, 6.3) den Öldruck am großen Pleuelauge (8.1) und/oder den Ansteuerzustand der zugehörigen Ölpumpeneinheit (43) umfasst und/oder die ermittelten Zustandsdaten des Verbrennungsmotors (1) die Drehzahl und/oder das Drehmoment umfasst.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Ermitteln der Ist-Position des VCR-Pleuels (6.1, 6.2, 6.3) eine am Verbrennungsmotor (1) vorhandene Sensoreinrichtung (46), insbesondere einen Klopfsensor (45), und/oder eine Sensoreinrichtung (47) am VCR-Pleuel (6.1, 6.2, 6.3) verwendet wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach Ermitteln von vorbestimmten Defekten mittels Betätigen der Ansteuerschaltung (25.1) das VCR-Pleuel (6.1, 6.2, 6.3) in eine stabile Lage gefahren wird, wobei in Abhängigkeit des Defekts die kurze Stellung des VCR-Pleuels (6.1, 6.2, 6.3) Vorrang hat.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass, wenn in Abhängigkeit des Defekts das VCR-Pleuel (6.1, 6.2, 6.3) in eine stabile Lage gefahren wird, die der langen Stellung des VCR-Pleuels (6.1, 6.2, 6.3) entspricht, die verfügbare Leistung des Verbrennungsmotors (1) auf ein vorbestimmtes niedrigeres Niveau abgesenkt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansteuerschaltung (25.1) ein Regelventil (33.1) umfasst und die defekte Komponente (30.1, 32.1, 35.1, 36.1) oder die defekten Komponenten (30.1, 32.1, 35.1, 36.1) der Ansteuerschaltung (25.1) mittels Schalten des Regelventils (33.1) ermittelt wird bzw. werden.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansteuerschaltung (25.1) als Komponenten ein erstes Rücklaufventil (35.1), ein erstes Rückschlagventil (30.1) ein zweites Rücklaufventil (36.1) und ein zweites Rückschlagventil (32.1) umfasst, wobei die Ansteuerschaltung (25.1) nach Ermitteln eines Defekts einer dieser Komponenten nach folgender Fehlerroutine das VCR-Pleuel (6.1, 6.2, 6.3) in eine stabile Lage (sichere Stellung) fahren lässt:

RLV/RSV	Defekt (Durchfluss)	Sichere Stellung
RLV 1 (35.1)	Kein	lang
	unkontrolliert	kurz
RSV 1 (30.1)	Kein	kurz
	unkontrolliert	lang
RLV 2 (36.1)	Kein	kurz
	unkontrolliert	lang
RSV 2 (32.1)	Kein	lang
	unkontrolliert	kurz

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

1/4

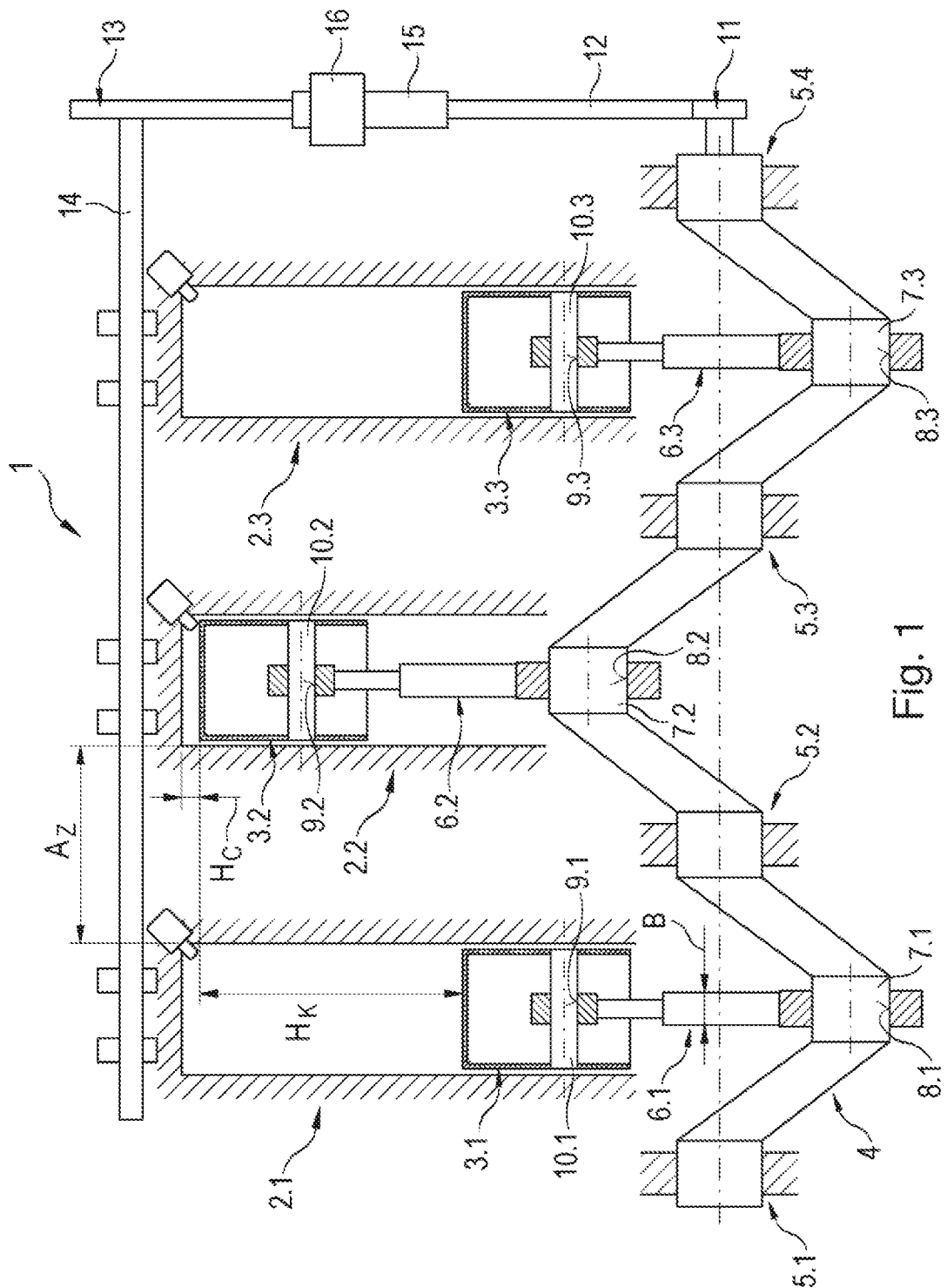


Fig. 1

2/4

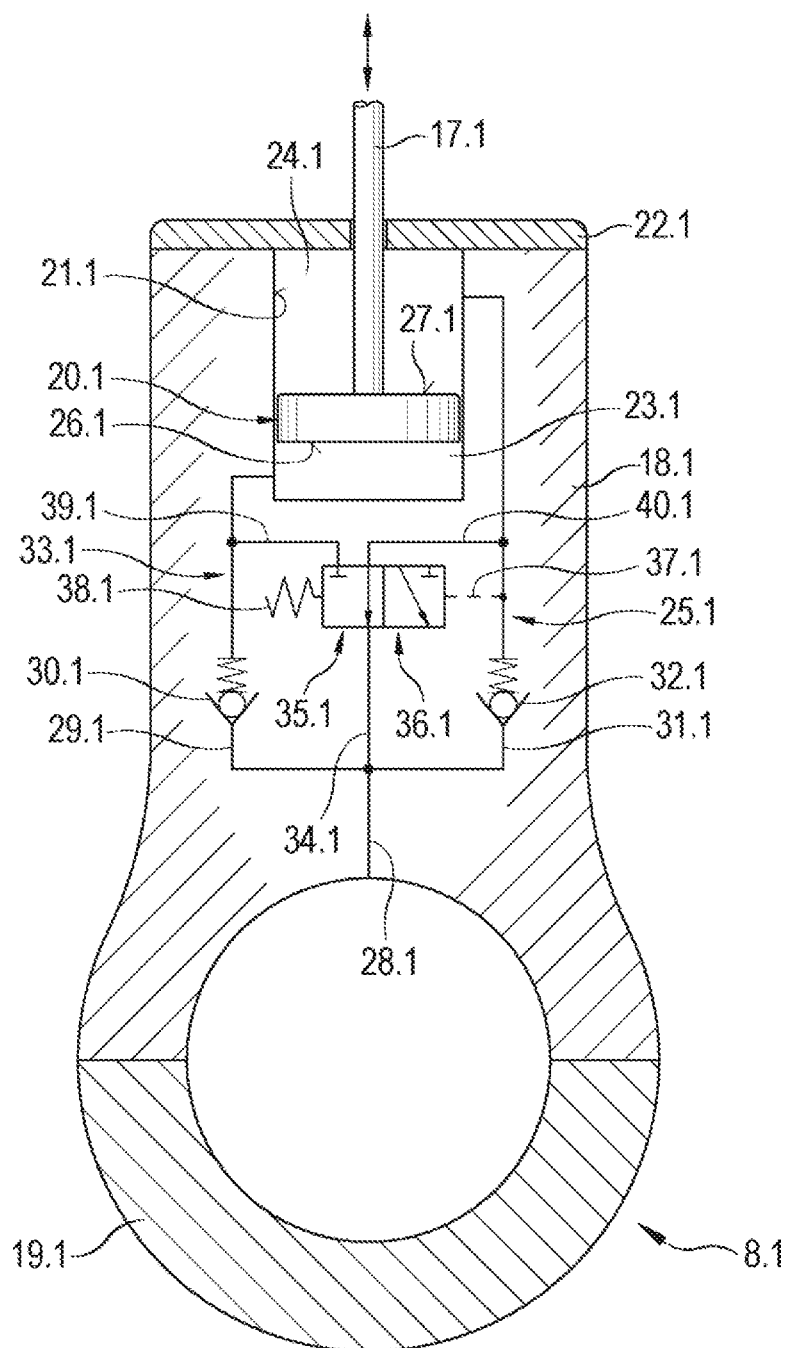
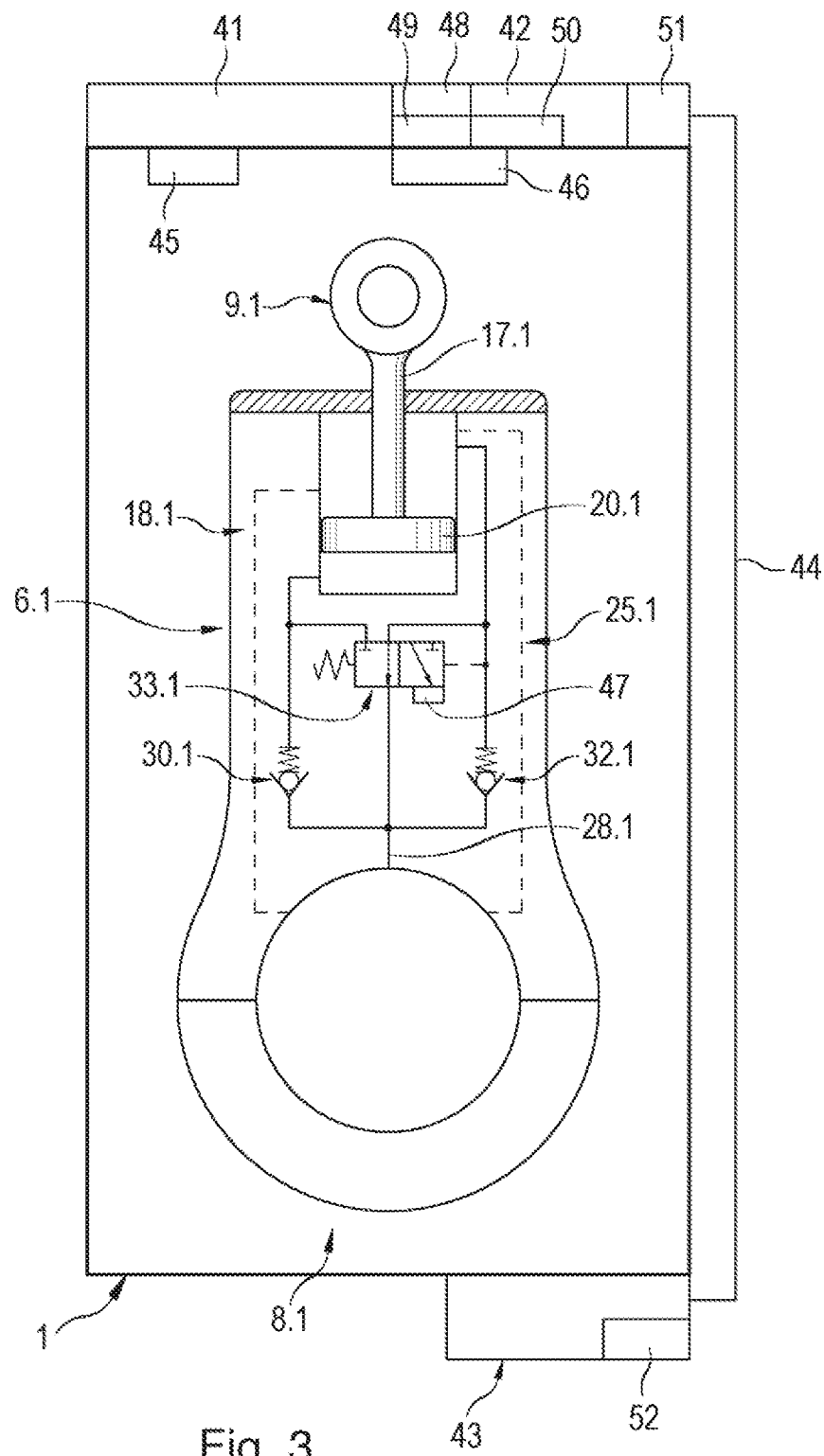


Fig. 2

3/4



4/4

RLV/RSV	Defekt (Durchfluss)	Sichere Stellung
RLV 1 (35.1)	kein	lang
	unkontrolliert	kurz
RSV 1 (30.1)	kein	kurz
	unkontrolliert	lang
RLV 2 (36.1)	kein	kurz
	unkontrolliert	lang
RSV 2 (32.1)	kein	lang
	unkontrolliert	kurz

Fig. 4

	Defekt (Durchfluss)	RLV 1 (35.1)		
		i.O.	kein	unkontrolliert
RLV 1 (35.1)	i.O.			
	kein			
	unkontrolliert			
RSV 1 (30.1)	i.O.		lang	kurz
	kein	kurz	intermediate Schalterstellung kurz	kurz
	unkontrolliert	kurz	kurz	kurz
RLV 2 (36.1)	i.O.		lang	kurz
	kein	kurz	nicht beeinflussbar	kurz
	unkontrolliert	lang	lang	nicht beeinflussbar
RSV 2 (32.1)	i.O.		lang	kurz
	kein	lang	lang	nicht beeinflussbar
	unkontrolliert	lang	lang	nicht beeinflussbar

Fig. 5

Recherchenbericht zu GM 8034/2019
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
F02B 75/04 (2006.01); **F16C 7/06** (2006.01); **F02D 15/02** (2006.01); **F02D 41/22** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
F02B 75/045 (2013.01); **F16C 7/06** (2013.01); **F02D 15/02** (2013.01); **F02D 41/221** (2013.01); **F02D 41/22** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

F02B, F16C, F02D

Konsultierte Online-Datenbank:

EPDOC, WPI

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **10.04.2018** eingereichten Ansprüchen **1 - 15** erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungs- datum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	EP 1348852 A2 (FORD GLOBAL TECH INC) 01. Oktober 2003 (01.10.2003) Fig. 1 - 9F (insb. Bezugszeichen 56, 270, 276, 278, 358); Absätze [0073] - [0123]	1 - 14
X	DE 10247942 A1 (FORD GLOBAL TECH INC) 08. Mai 2003 (08.05.2003) Fig. 1 - 10 (insb. Bezugszeichen 60, 1004, 1006); Absätze [0020], [0023], [0027] und [0036] - [0038]	1 - 8, 10, 11
X	DE 102012020999 A1 (FEV GMBH [DE]) 30. Januar 2014 (30.01.2014) Fig. 1 - 57; Absatz [0022]	1 - 6, 8, 9
X	DE 3825369 C1 (TOYOTA) 03. Mai 1989 (03.05.1989) Fig. 1 - 8, Absätze [0041] - [0057]	1 - 14
X	DE 102010032487 A1 (DAIMLER AG) 02. Februar 2012 (02.02.2012) Fig. 1 und 2 (insb. Bezugszeichen 50, 56, 62, 64, 65); Absätze [0010] - [0027]	1 - 12, 14
A	WO 2015055582 A2 (AVL LIST GMBH) 23. April 2015 (23.04.2015)	1 - 15

Datum der Beendigung der Recherche:

20.09.2019

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

THALHAMMER Christian

¹⁾ **Kategorien** der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.