

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50839/2016
(22) Anmeldetag: 19.09.2016
(43) Veröffentlicht am: 15.04.2018

(51) Int. Cl.: **F01L 1/46** (2006.01)
F01L 1/344 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 19531621 A1
US 4454856 A
DE 202015105757 U1

(71) Patentanmelder:
AVL DiTest GmbH
8020 Graz (AT)

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

(54) **Vorrichtung zur Positionsbestimmung und/oder Verstellung zumindest einer Welle einer Brennkraftmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (6) zur Positionsbestimmung und/oder Verstellung zumindest einer Welle (1, 2, 3) einer Brennkraftmaschine (100), wobei die Vorrichtung (6):

- zumindest ein an der Brennkraftmaschine (100) lösbar befestigbares Konsolenelement (7),
- zumindest ein an der Welle (1, 2, 3) lösbar befestigbares Positionsgeberelement (8', 8'') und
- zumindest ein an dem Konsolenelement (7) lösbar befestigbares Sensorelement (9', 9'') zur Bestimmung der Wellenposition anhand des Positionsgeberelements (8', 8'') aufweist.

Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zur Positionsbestimmung und/oder Verstellung zumindest einer Welle einer Brennkraftmaschine unter Anwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

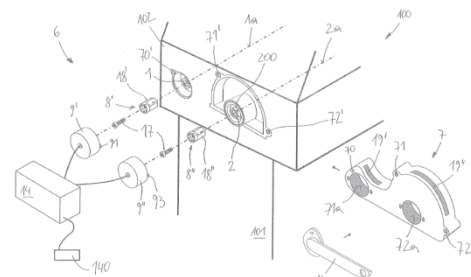


Fig. 5

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (6) zur Positionsbestimmung und/oder Verstellung zumindest einer Welle (1, 2, 3) einer Brennkraftmaschine (100), wobei die Vorrichtung (6):

- zumindest ein an der Brennkraftmaschine (100) lösbar befestigbares Konsolenelement (7),
- zumindest ein an der Welle (1, 2, 3) lösbar befestigbares Positionsgeberelement (8', 8'') und
- zumindest ein an dem Konsolenelement (7) lösbar befestigbares Sensorelement (9', 9'') zur Bestimmung der Wellenposition anhand des Positionsgeberelements (8', 8'') aufweist.

Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zur Positionsbestimmung und/oder Verstellung zumindest einer Welle einer Brennkraftmaschine unter Anwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Fig. 5

Vorrichtung zur Positionsbestimmung und/oder Verstellung zumindest einer Welle einer Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Positionsbestimmung und/oder Verstellung zumindest einer Welle einer Brennkraftmaschine. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zur Positionsbestimmung und/oder Verstellung zumindest einer Welle einer Brennkraftmaschine.

Das Überwachen und phasenrichtige Einstellen der Wellen von Brennkraftmaschinen, insbesondere der Kurbelwelle und der Nockenwellen, ist für den ordnungsgemäßen Betrieb einer Brennkraftmaschine von höchster Wichtigkeit. Die Abstimmung der Phasenlage von Kurbel- und Nockenwelle genauso wie mehrerer Nockenwellen zueinander hat große Auswirkungen auf die Steuerzeiten bzw. Öffnungs- und Schließzeitpunkte der Gaswechselventile und damit auf Laufruhe, Emissionsverhalten und Verbrauch der Brennkraftmaschine. Insbesondere bei neuen Motorgenerationen mit Zylinderabschaltung, Miller- und anderen Zyklen kommt dem Timing der Wellen an sich und untereinander große Bedeutung zu.

Die DE 10 2004 041 526 A1 beschreibt dazu ein Verfahren, wo Abweichungen von Winkelstellungen überwacht bzw. gegebenenfalls mittels Fehlersignal angezeigt werden. Mit Hilfe eines Absolutwinkelgebers wird versucht, die aktuelle Nockenwellenstellung mit einer Genauigkeit von 1° - 2° zu erfassen, damit die darauf aufbauenden Steuergerätefunktionen zuverlässig ausgeführt werden können.

Des Weiteren ist es heutzutage üblich, Nockenwellenversteller für die Anpassung der relativen Drehwinkellage von Nockenwellen zu Kurbelwellen während des Betriebs der Brennkraftmaschine einzusetzen, wie es beispielsweise die DE 10 2009 055 272 A1 beschreibt. Aus der DE 10 2008 010 835 A1 ist eine Anordnung bekannt, die über Mess- und Bremsvorrichtungen eine vorgebbare Winkellage einer Kurbelwelle beim Abschalten der Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs einstellt. Damit ist ein leichteres Starten der Brennkraftmaschine sogar ohne Starter oder Startgenerator möglich.

Insbesondere beim Einbau und auch bei Servicearbeiten an der Brennkraftmaschine ist es von höchster Wichtigkeit, die diesbezüglichen Winkellagen zu erhalten bzw. optimal einzustellen. Dazu werden beispielsweise die Nocken- und Kurbelwelle mit

mechanischen Werkzeugen auf ihren Nullpunkt fixiert. An dieser Position werden die Nockenwellenantriebsräder festgezogen – der Nullpunkt wird dabei durch Bezugsflächen auf dem Nockenwellen- bzw. Motorgehäuse festgelegt und entspricht in der Regel dem Oberen Totpunkt eines Zylinders. Die DE 39 26 430 A1 und DE 101 49 109 C1 beschreiben Verfahren bzw. Vorrichtungen zum phasenrichtigen Einstellen und Montieren von zumindest zwei Nockenwellen. Nachteilig an diesen Lösungen ist insbesondere, dass sich dadurch zwar ein phasenrichtiger Einbau bewerkstelligen lässt, nachgelagerte Verstellungen aber nicht adressiert werden können: Beispielsweise kann es bei Einbau bzw. Austausch des Zahnriemens aufgrund von mechanischen Kräften (z.B. Ventildruck, Spannkraft des Riemens) bzw. Toleranzen zum Verstellen der Wellenpositionen kommen, sobald der Wechsel vollzogen ist und der Motor wieder in Betrieb genommen wird. Die genaue Position bzw. Phasenlage der Wellen ist nicht bestimmbar und kann auch nicht nachgestellt werden.

Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, die genannten Nachteile des Stands der Technik zu beheben und eine Lösung bereitzustellen, die auf einfache und reproduzierbare Weise ein Prüfen und Einstellen der Position bzw. Winkellage einer Motorwelle, insbesondere von Nocken- und Kurbelwellen, ermöglicht.

Diese Aufgabe wird mit einer eingangs erwähnten Vorrichtung erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Vorrichtung zumindest ein an der Brennkraftmaschine lösbar befestigbares Konsolenelement, zumindest ein an der Welle lösbar befestigbares Positionsgeberelement und zumindest ein an dem Konsolenelement lösbar befestigbares Sensorelement zur Bestimmung der Wellenposition anhand des Positionsgeberelements aufweist.

Unter Wellenposition wird hier insbesondere die Phasenlage der Welle bzw. deren Winkelposition verstanden.

Dank der Erfindung ist es möglich, die Wellenposition zumindest einer Welle, gegebenenfalls auch mehrere Wellen zu ermitteln und Gegenmaßnahmen zu ergreifen, falls die Winkelwerte nicht entsprechen. Dank der Verwendung eines Konsolenelements und daran befestigbaren Sensorelements ist bei minimalen Demontageaufwand eine Anpassung der Position und damit der Steuerzeiten möglich. Gleichzeitig sind die Verstellarbeiten mit geringem Zeitaufwand

durchführbar und die erfindungsgemäße Vorrichtung lässt sich rasch auf andere Brennkraftmaschinen adaptieren.

In einer besonders einfach zu handhabenden Variante der Erfindung sind das Positionsgeberelement und das Sensorelement in einem gemeinsamen Sensorbauteil kombiniert.

Günstigerweise weist das Konsolenelement Brennkraftmaschinenpositionierlemente, die vorzugsweise brennkraftmaschinenseitig, also auf der im montierten Zustand der Brennkraftmaschine zugewandten Seite des Konsolenelements angeordnet sind, und/oder Sensorpositionierelemente auf, die vorzugsweise auf einer im montierten Zustand der Brennkraftmaschine abgewandten Seite des Konsolenelements angeordnet sind. Damit ist es möglich, die erfindungsgemäße Vorrichtung ohne großen Aufwand reproduzierbar auf der Brennkraftmaschine zu positionieren und auch die Sensorelemente korrekt anzubringen.

In einer Variante der Erfindung weist das Konsolenelement brennkraftmaschinenseitig, also auf der im montierten Zustand der Brennkraftmaschine zugewandten Seite, zumindest ein auswechselbares Konsolenadapterelement auf, auf dem Brennkraftmaschinenpositionierelemente angeordnet sind. Damit ist ein Adaptieren auf verschiedene Motoren- bzw. Brennkraftmaschinentypen einfach möglich. Das Konsolenadapterelement kann dabei lösbar mit dem Konsolenelement verbindbar sein, beispielsweise durch Schnapp- oder Schraubverbindungen.

In einer weiteren Variante der Erfindung ist das Positionsgeberelement auf einem Adapterelement angeordnet, das auf einer Anschlussseite lösbar und kraftschlüssig und/oder formschlüssig mit der Welle verbindbar ist und auf dem an einer der Anschlussseite gegenüberliegenden Sensorseite das Positionsgeberelement angeordnet oder lösbar anordenbar ist. Das Adapterelement kann dadurch zur Verstellung der Welle verwendet werden, indem ein Werkzeug, das von einem Anwender oder automatisch bedient wird, angesetzt wird. Es muss dabei kein Werkzeug an der Welle selbst angesetzt werden, so dass diese geschont und Verschleiß reduziert wird.

Dazu ist es des Weiteren von Vorteil, wenn das Konsolenelement zumindest eine, im montierten Zustand radial von einer fluchtend mit der Wellenachse verlaufenden Achse ausgehende Verstellausnehmung aufweist. Dabei kann die Verstellausnehmung vollständig im Konsolenelement verlaufend, als je teilweise im Konsolenelement und einem Adapterelement verlaufend oder als brennkraftmaschinen- oder sensorseitige Vertiefung ausgeführt sein. Durch diese Verstellausnehmung kann das Werkzeug eingeführt und die Welle verstellt werden, ohne dass die Vorrichtung oder das Positioniergeberelement entfernt werden müssen. Eine Messung der Position kann gleichzeitig mit der Verstellung erfolgen, was zu einer hohen Zeitersparnis und höheren Genauigkeit führt.

Günstigerweise handelt es sich bei dem Sensorelement um einen Magnetsensor oder einen optischen Sensor. Dementsprechend ist dann auch das Positionsgeberelement korrespondierend ausgeführt, also z.B. als Magnetelement für den Magnetsensor oder als Optikscheibe für den optischen Sensor. Auch Potentiometer und andere bekannte Technologien können hier zum Einsatz kommen.

In einer Variante der Erfindung ist eine mit dem Sensorelement verbundene Auswerteeinheit vorgesehen und/oder eine Schnittstelle zur Verbindung mit zumindest einem der folgenden Elemente: Computer, Computernetzwerk, Datenerfassungsvorrichtung, Datenspeichervorrichtung. Damit wird eine Bedienung der Vorrichtung und Verarbeitung der damit gewonnenen Daten erleichtert.

Die Aufgabe der Erfindung wird außerdem mit einem eingangs genannten Verfahren erfindungsgemäß durch die folgenden Schritte gelöst:

- a) Befestigen eines Konsolenelements an einer Brennkraftmaschine;
- b) Anbringen zumindest eines Positionsgeberelements an der Stirnseite zumindest einer Welle der Brennkraftmaschine;
- c) Anbringen zumindest eines Sensorelements an der von der Brennkraftmaschine abgewandten Seite des Konsolenelements;
- d) Ermitteln der Winkelposition der zumindest einen Welle mit dem Sensorelement.

In einer Variante der Erfindung werden die Schritte b) und c) durch das Anbringen eines Sensorbauteils, das das Positionsgeberelement und das Sensorelement aufweist, zu einem gemeinsamen Schritt kombiniert.

Die Erfindung erlaubt damit eine einfache und rasche Positionsbestimmung und -verstellung von Wellen einer Brennkraftmaschine und ist rasch auf verschiedene Motortypen anpassbar.

In einer Variante der Erfindung weist Schritt b) folgenden Unterschritt auf:

b1) Befestigen eines Adapterelements mit einer Anschlussseite und einer Sensorseite auf der Welle, wobei die Anschlussseite auf der Welle angeordnet wird und die Sensorseite ein Positionsgeberelement aufweist;

oder

b1) Befestigen eines Adapterelements mit einer Anschlussseite und einer Sensorseite auf der Welle, wobei die Anschlussseite auf der Welle angeordnet wird;

b2) Verbinden der Sensorseite mit einem Positionsgeberelement.

Am Adapterelement kann ein Werkzeug zum Verstellen der Motorwelle angesetzt werden, sodass die Krafteinwirkung nicht direkt auf die Motorwelle erfolgt, wodurch Beschädigungen verhindert werden können.

In einer weiteren Variante sind des Weiteren folgende Schritte vorgesehen:

e) Verdrehen der zumindest einen Welle um einen bestimmten Winkelbereich, vorzugsweise größer 360°;

f) Ermitteln der Winkelposition der zumindest einen Welle mit dem Sensorelement und Vergleichen mit der Winkelposition aus Schritt d).

Damit können rasch auf einfache Weise Fehlstellungen bzw. -funktionen der Welle ermittelt werden.

Günstigerweise erfolgt als letzter Schritt eine Nachstellung der Welle mittels Verdrehen des Adapterelements um einen vorgebbaren oder im Zuge des

Verfahrens ermittelten Fehlwinkelbereich. Damit können Fehlstellungen behoben und Steuerzeiten richtiggestellt werden.

Die Erfindung wird nachfolgend in einem nicht einschränkenden Ausführungsbeispiel näher erläutert, das in den Figuren dargestellt ist. Darin zeigt

- Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf die Stirnseite einer Brennkraftmaschine;
- Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines Konsolenelements einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;
- Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines Adapterelements;
- Fig. 4 eine Schnittansicht eines Sensorelements der erfindungsgemäßen Vorrichtung; und
- Fig. 5 eine perspektivische Explosionsansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in Verwendung.

In den nachfolgenden Figuren sind aus Gründen der Übersichtlichkeit gleichartige Elemente mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Die in Fig. 1 schematisch dargestellte, beispielhafte Brennkraftmaschine 100 mit mehreren in einer Reihe liegenden Zylindern (nicht dargestellt) weist ein Kurbelgehäuse 101 und einen Zylinderkopf 102 auf, in dem zwei Nockenwellen 1, 2 gelagert sind. Im Kurbelgehäuse 101 ist eine Kurbelwelle 3 gelagert, wobei das Kurbelwellenrad 30 über ein Antriebselement 4, beispielsweise einen Zahnriemen oder eine Kette, die Nockenwellenräder 10, 20 bzw. die im Zylinderkopf 102 gelagerten Nockenwellen 1, 2 antreibt. Mit dem Antriebselement 4 wird des Weiteren eine Wasserpumpe über ein zugehöriges Wasserpumpenrad 50 angetrieben, zusätzlich ist ein Spannrade 60 vorgesehen.

Bei Montage und Servicearbeiten der Brennkraftmaschine 100 sind die beiden Nockenwellen 1, 2 phasenrichtig zueinander bzw. zur Kurbelwelle 3 zuzuordnen – diese Zuordnung muss während des gesamten Betriebs gegeben sein, damit die Steuerzeiten bzw. Betätigungszeitpunkte der Einlass- und/oder Auslassventile korrekt sind. Andernfalls kann es zu erhöhtem Treibstoffverbrauch bzw. zu höheren

Emissionen kommen, wobei große Abweichungen schlimmstenfalls zu einem Aufsetzen der Ventile auf den Kolben und somit zu Motorschäden führen können.

Erfindungsgemäß wird daher die in Fig. 2-5 näher dargestellte Vorrichtung vorgeschlagen. Diese Vorrichtung 6 weist ein Konsolenelement 7, zumindest ein an einer Welle 1, 2 der Brennkraftmaschine 100 lösbar befestigbares Positionsgeberelement 8', 8'' und zumindest ein an dem Konsolenelement 7 lösbar befestigbares Sensorelement 9', 9'' zur Bestimmung der Wellenposition anhand des Positionsgeberelements 8', 8'' auf. Das Positionsgeberelement 8', 8'' kann entweder direkt an den Wellenenden der einzustellenden Wellen montiert sein oder über Zwischenstücke, z.B. Adapterelemente 18', 18'' (siehe Fig. 3 und 5) oder zwischengelagerte Wellenstücke 11 (siehe z.B. Fig. 4) angeordnet werden.

Fig. 2 zeigt das Konsolenelement 7, das beispielsweise über Schrauben oder ähnliches auf einer Brennkraftmaschine 100 lösbar befestigbar ist. Die Positionen der dazu vorgesehenen Schraubenlöcher im Konsolenelement 7 fungieren dabei als Brennkraftmaschinenpositionierelemente 70, 71, 72, die mit entsprechenden Positionierelementen 70', 71', 72' auf der Brennkraftmaschine 100 korrespondieren und damit eine reproduzierbare Anordnung des Konsolenelements 7 auf der Brennkraftmaschine 100 ermöglichen. Die Positionierelemente 70', 71', 72' auf der Brennkraftmaschine 100 können beispielsweise entsprechende Bohrlöcher zur Aufnahme von Befestigungsschrauben sein, die mit den Schraubenlöchern im Konsolenelement 7 fluchtend ausgeführt sind. Möglich sind auch Referenzflächen (in den Figuren nicht dargestellt) brennkraftmaschinenseitig am Konsolenelement 7 und auf der Brennkraftmaschine 100.

Das Konsolenelement 7 ist dabei so dimensioniert, dass im montierten Zustand seine Erstreckung in einer Richtung normal zu den Nockenwellenachsen 1a, 2a größer ist als in eine Richtung parallel zu den Nockenwellenachsen 1a, 2a. Die Form kann so gewählt werden, dass eine Verwendung in beengten Bauräumen möglich ist und minimaler Demontageaufwand entsteht.

Um nun leicht die erfindungsgemäße Vorrichtung 6 bei verschiedenen Motoren bzw. Brennkraftmaschinen 100 verwenden zu können, ist im Ausführungsbeispiel des Konsolenelements 7 gemäß Fig. 2 ein Konsolenadapterelement 700 vorgesehen, das (zusätzliche) Brennkraftmaschinenpositionierelemente z.B. in Form von

Referenzflächen aufweisen kann. Wenn die Vorrichtung 6 bei einem anderen Motor verwendet werden soll, wird also einfach das Adapterelement 700 getauscht und eine weitere Verwendung der übrigen Komponenten der erfindungsgemäßen Vorrichtung 6 ist möglich.

Das Konsolenelement 7 weist zumindest eine Wellenöffnung 71a, 72a in Form einer das Konsolenelement durchbrechenden Ausnehmung auf. Die Wellenöffnung 71a, 72a ist dabei so ausgeführt, dass sie im montierten Zustand des Konsolenelements 7 fluchtend mit der zu vermessenden bzw. zu verstellenden Welle – z.B. der Nockenwelle 1, 2 oder Kurbelwelle – ausgeführt ist, wobei der Durchmesser der Wellenöffnung 71a, 72a in Richtung normal zur Wellenachse 1a, 2a größer ist als der Durchmesser der Welle 1, 2, 3, um eine Bearbeitung bzw. Verstellung der Wellenposition bzw. leichtes Anbringen des Konsolenelements 7 zu erlauben .

Zusätzlich weist das Konsolenelement 7 Sensorpositionierelemente 90', 91', 92', 93' auf, die im dargestellten Ausführungsbeispiel auf der im montierten Zustand von der Brennkraftmaschine 100 abgewandten Seite des Konsolenelements 7 angeordnet sind. Mit diesen Sensorpositionierelementen 90', 91', 92', 93', die mit entsprechenden Positionierelementen 90, 91, 93 (siehe z.B. Fig. 3 oder Fig. 5, wo weitere Positionierelemente durch die Sensorelemente 9', 9'' verdeckt sind) am Sensorelement 9', 9'' zusammenwirken, können Sensorelement 9', 9'', Konsolenelement 7 und Brennkraftmaschine 100 reproduzierbar miteinander verbunden werden.

Die in Fig. 2 dargestellten Sensorpositionierelementen 90', 91', 92', 93' sind je paarweise an gegenüberliegenden Seiten der Wellenöffnungen 71a, 72a angeordnet und haben jeweils Tropfenform, weisen also einen kreisförmigen Bereich auf, von dem eine schlitzförmige Ausnehmung in radialer Richtung weggeführt. Die jeweils gegenüberliegenden Sensorpositionierelementen 90', 91', 92', 93' sind entgegengesetzt orientiert, die schlitzförmigen Ausnehmungen verlaufen also ausgehend vom kreisförmigen Bereich in entgegengesetzte Richtungen. Dadurch können die Positionierelemente 90, 91, 93 des Sensorelements 9', 9'' mit den kreisförmigen Bereichen in Eingriff gebracht werden – ein Verdrehen des Sensorelements 9', 9'' entgegen den Uhrzeigersinn um eine Achse parallel zur Nockenwellenachse 1a, 2a verriegelt das Sensorelement 9', 9'' in einer

reproduzierbaren Stellung mit dem Konsolenelement 7. Ein Verdrehen im Uhrzeigersinn löst die Verriegelung.

Das Konsolenelement 7 gemäß Fig. 2 ist zur Verwendung mit zwei Nockenwellen 1, 2 vorgesehen und weist zwei Wellenöffnungen 71a, 72a auf, durch die die Nockenwellenenden bei montiertem Konsolenelement 7 zugänglich sind.

Um ein Verstellen der Welle 1, 2, 3 und damit Korrigieren der Winkelposition zu ermöglichen, kann ein Adapterelement 18' vorgesehen sein, wie es in Fig. 3 dargestellt ist. Das Adapterelement 18' weist dabei eine Anschlussseite 18a und eine Sensorseite 18b auf. Die Anschlussseite 18a ist mit einer Welle verbindbar, wobei zu Schlüsselflächen der Wellenenden korrespondierende Gegenflächen vorgesehen sind, die ein eindeutiges Montieren erlauben. Der Sensorseite 18b ist ein Positionsgeberelement 8', 8'' zugeordnet, das entweder direkt auf der Sensorseite 18b angeordnet oder mit dieser verbindbar ist – je nach Ausführungsform des Sensorelements 9', 9'' kann eine passende Variante gewählt werden. Über das Adapterelement 18' kann mit einem Werkzeug die Wellenposition verstellt werden, ohne dass die Welle direkt bearbeitet werden muss. Dazu kann das Adapterelement 18' beispielsweise mit einem Sechskantprofil ausgeführt sein.

Im beschriebenen Ausführungsbeispiel wird als Sensorelement 9', 9'' ein Magnetsensor bzw. magnetischer Hall-Sensor verwendet, wie er beispielhaft in Fig. 4 dargestellt ist. Dabei sind wellenseitig die Positionierelemente 90, 91 dargestellt, die mit den Sensorpositionierelementen 90', 91' am Konsolenelement 7 zusammenwirken. Des Weiteren ist ein Flansch 10 zur Anbindung der Welle (hier der ersten Nockenwelle 1) dargestellt, an den ein in einem Kugellager 12 gelagertes Wellenstück 11 anschließt, auf dem sensorseitig ein magnetisches Positionsgeberelement 8' angeordnet ist. Sensorelement 9' und Positionsgeberelement 8' sind damit als gemeinsames Sensorbauteil 99 realisiert. Das Positionsgeberelement 8' ist über den Flansch 10 lösbar an der Nockenwelle 1 befestigbar. Diese Variante hat den Vorteil, dass ein derartiges Sensorbauteil 99 über unterschiedliche Konsolenelemente 7 mit verschiedenen Brennkraftmaschinen bzw. Motoren verbunden werden kann – die Konsolenelemente 7 haben dabei jeweils die gleiche Anordnung von Sensorpositionierelementen 90', 91',

unterscheiden sich aber in Form und Ausprägung bzw. in der Anordnung ihrer Brennkraftmaschinenpositionierelemente 70, 71, 72 je nach Brennkraftmaschine.

Das magnetische Positionsgeberelement 8' bzw. dessen Bewegung wird von einem Sensorelement 13 abgegriffen und einer hier nicht dargestellten Auswerteeinheit 14 (siehe Fig. 5) zugeführt, was drahtgebunden aber auch drahtlos erfolgen kann. Fig. 4 zeigt zusätzlich noch eine Bremse 15, mit der das Sensorelement 13 in einer Nullstellung arretiert und ein Nullabgleich des Sensors vorgenommen werden kann. Neben dem Hall-Sensor sind natürlich auch andere Sensorelemente verwendbar, wie beispielsweise Potentiometer oder optische Encoder.

Fig. 5 zeigt nun in einer Explosionsansicht die Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 6 am Beispiel von zwei Nockenwellen 1, 2: Nach Entfernung der entsprechenden Abdeckungen und Gehäuse wird das Konsolenelement 7 auf der Brennkraftmaschine 100 bzw. dem Zylinderkopf 102 montiert (die Anordnung in Fig. 5 zeigt das Konsolenelement 7 vor der Montage). Die Brennkraftmaschinenpositionierelemente 70, 71, 72 erlauben eine eindeutige, reproduzierbare Positionierung des Konsolenelements 7 am Zylinderkopf 102. Im vorliegenden Fall sind die Brennkraftmaschinenpositionierelemente 70, 71, 72 als Schraubenaufnahmen im Konsolenelement 7 ausgeführt, die mit entsprechenden Gewindeöffnungen im Zylinderkopf 102 fluchten.

Ein Arretierwerkzeug 16 wird angelegt, das mit stellungs- und passgenauen Geometrien, beispielsweise Schlüsselflächen 200 (Abflachung, wie sie in Fig. 5 für die zweite Nockenwelle 2 zu erkennen ist) der Nockenwellenenden der Nockenwellen 1, 2 zusammenwirkt und diese in einer Position arretiert. Danach können die notwendigen Wartungsarbeiten, beispielsweise das Wechseln des Zahnriemens 4, durchgeführt werden. Danach wird das Arretierwerkzeug 16 wieder entfernt.

Es werden nun Adapterelemente 18', 18'' an den Wellenenden montiert, die reproduzierbar und lösbar mit den Nockenwellen 1, 2 verbindbar sind – im dargestellten Ausführungsbeispiel durch Schrauben 17. Den im montierten Zustand von der Brennkraftmaschine abgewandten Sensorseiten 18b der Adapterelemente 18', 18'' sind die Positionsgeberelemente 8', 8'' zugeordnet. Die Zuordnung kann dadurch erfolgen, dass die Positionsgeberelemente 8', 8'' direkt an den Sensorseiten

18b angeordnet sind, was beispielsweise bei der Verwendung von optischen Sensoren vorteilhaft sein kann. Diese Variante ist in Fig. 5 dargestellt bzw. eingezeichnet. Gemäß der Sensorvariante in Fig. 4 werden die Adapterelemente 18', 18'' über den Flansch 10 mit den Positionsgeberelementen 8', 8'' verbunden. Die Adapterelemente 18', 18'' sind dabei an ihrem Umfang entlang der Längserstreckung mit Sechskantprofil ausgeführt, an dem ein Werkzeug angesetzt werden kann.

In einer Richtung entlang der Nockenwellenachsen 1a, 2a werden dann die Sensorelemente 9', 9'' am Konsolenelement 7 befestigt. Die Winkellage der jeweiligen Nockenwelle 1, 2 bzw. ihre relative Position können ermittelt werden, beispielsweise durch Bewegung der Nockenwellen 1, 2 mittels Drehen der Kurbelwelle 3 um 360° oder 720°.

Die Messwerte können dann an eine Auswerteeinheit 14 übertragen werden. Damit ist eine Drehwinkelanzeige realisierbar bzw. können die Winkelabweichungen aufgezeichnet werden – das kann jeweils in der Auswerteeinheit 14 selber erfolgen oder über eine Schnittstelle 140 in einen Computer, ein Computernetzwerk, eine andere Datenerfassungs- oder Datenspeichervorrichtung ausgelagert werden. Auswerteeinheit 14 und Schnittstelle 140 können auch in Kombination vorliegen, wie in Fig. 5 dargestellt ist.

Wenn die Messung ergibt, dass eine oder beide Nockenwellen 1, 2 nachgestellt werden müssen, kann über Verstellausnehmungen 19', 19'', die im Konsolenelement 7 ausgeführt sind und radial zu einer fluchtend mit den Nockenwellenachsen 1a, 2a verlaufenden Achse verlaufen, ein Werkzeug (nicht dargestellt) angesetzt werden, das entweder von einem Bediener oder automatisch eine Nachstellung der Nockenwellen 1a, 2a vornimmt. Dadurch kann Kraft auf die Welle aufgebracht werden um die Stellung der Welle, insbesondere deren Winkelstellung bzw. Phasenlage, zu korrigieren. Das Werkzeug muss dabei allerdings nicht direkt an der Welle ansetzen, was Vorteile aus Verschleißsicht hat.

Diese Schritte können sowohl zur Einstellung der Wellen als auch zur Überprüfung der Nockenwellenstellung bei Motorproblemen durchgeführt werden, bzw. beim Einstellen eines Vorhaltewinkels zum Einsatz kommen.

Neben dem beschriebenen Ausführungsbeispiel mit zwei Nockenwellen 1, 2 sind auch andere Wellen, z.B. nur eine Nockenwelle 1, 2 oder die Kurbelwelle 3, auf die gleiche Weise einstellbar.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Positionsbestimmung und/oder Verstellung zumindest einer Welle 1, 2, 3 einer Brennkraftmaschine 100 umfasst damit die Schritte des Befestigens eines Konsolenelements 7 an einer Brennkraftmaschine 100; Anbringen zumindest eines Positionsgeberelements 8', 8'' an der Stirnseite zumindest einer Welle 1, 2, 3 der Brennkraftmaschine; Anbringen zumindest eines Sensorelements 9', 9'' an der von der Brennkraftmaschine 100 abgewandten Seite des Konsolenelements 7; und Ermitteln der Winkelposition der zumindest einen Welle 1, 2, 3 mit dem Sensorelement 9', 9''.

Wie oben beschrieben können dabei Schritte miteinander kombiniert werden, indem ein Sensorbauteil 99 vorgesehen wird, das Positionsgeberelement 8', 8'' und Sensorelement 9', 9'' aufweist. Damit erfolgen Anbringen des Positionsgeberelements und des Sensorelements gleichzeitig.

Andernfalls kann der Schritt des Anbringens zumindest eines Positionsgeberelements 8', 8'' an der Stirnseite zumindest einer Welle 1, 2, 3 folgende Unterschritte aufweisen:

- Befestigen eines Adapterelements 18', 18'' mit einer Anschlussseite 18a und einer Sensorseite 18b auf der Welle 1, 2, 3, wobei die Anschlussseite 18a auf der Welle 1, 2, 3 angeordnet wird und die Sensorseite 18b ein Positionsgeberelement 8', 8'' aufweist;

oder

- Befestigen eines Adapterelements 18', 18'' mit einer Anschlussseite 18a und einer Sensorseite 18b auf der Welle 1, 2, 3, wobei die Anschlussseite 18a auf der Welle 1, 2, 3 angeordnet wird; und
- Verbinden der Sensorseite 18b mit einem Positionsgeberelement 8', 8''.

Danach folgt ein Verdrehen der zumindest einen Welle 1, 2, 3 um einen bestimmten Winkelbereich, vorzugsweise größer 360°; und das Ermitteln der Winkelposition der

zumindest einen Welle 1, 2, 3 mit dem Sensorelement 9', 9'' und Vergleichen mit der zuvor ermittelten Winkelposition.

Je nach Ergebnis folgt als letzter Schritt eine Nachstellung der Welle 1, 2, 3 mittels Verdrehen des Adapterelements 18', 18'' um einen vorgebbaren oder im Zuge des Verfahrens ermittelten Fehlwinkelbereich.

Zwischen den genannten Schritten kann dabei ein- oder mehrmals die Montage eines Arretierwerkzeugs 16 erfolgen, um Arbeiten an den Wellen 1, 2, 3 bzw. an der Brennkraftmaschine 100 vorzunehmen. Diese Montage wird nicht extra beschrieben und hat keinen unmittelbaren Einfluss auf das erfindungsgemäße Verfahren.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das zugehörige Verfahren erlauben damit das gleichzeitige Messen und Einstellen von Wellenwinkeln verschiedener Wellen einer Brennkraftmaschine, wie Nocken- oder Kurbelwelle.

Ansprüche

1. Vorrichtung (6) zur Positionsbestimmung und/oder Verstellung zumindest einer Welle (1, 2, 3) einer Brennkraftmaschine (100), wobei die Vorrichtung (6)
 - zumindest ein an der Brennkraftmaschine (100) lösbar befestigbares Konsolenelement (7),
 - zumindest ein an der Welle (1, 2, 3) lösbar befestigbares Positionsgeberelement (8', 8'') und
 - zumindest ein an dem Konsolenelement (7) lösbar befestigbares Sensorelement (9', 9'') zur Bestimmung der Wellenposition anhand des Positionsgeberelements (8', 8'') aufweist.
2. Vorrichtung (6) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Positionsgeberelement (8', 8'') und das Sensorelement (9', 9'') in einem gemeinsamen Sensorbauteil (99) kombiniert sind.
3. Vorrichtung (6) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Konsolenelement (7) Brennkraftmaschinenpositionierelemente (70, 71, 72) aufweist, die vorzugsweise auf der im montierten Zustand der Brennkraftmaschine zugewandten Seite des Konsolenelements (7) angeordnet sind, und/oder Sensorpositionierelemente (90', 91', 92', 93') aufweist, die vorzugsweise auf einer im montierten Zustand der Brennkraftmaschine (100) abgewandten Seite des Konsolenelements (7) angeordnet sind.
4. Vorrichtung (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Konsolenelement (7) auf der im montierten Zustand der Brennkraftmaschine zugewandten Seite zumindest ein auswechselbares Konsolenadapterelement (700) aufweist, auf dem Brennkraftmaschinenpositionierlementen (70, 71, 72) angeordnet sind.
5. Vorrichtung (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Positionsgeberelement (8', 8'') auf einem Adapterelement (18', 18'') angeordnet ist, das auf einer Anschlussseite lösbar und kraftschlüssig und/oder formschlüssig mit der Welle (1, 2, 3) verbindbar ist und auf dem an einer der Anschlussseite gegenüberliegenden Sensorseite das Positionsgeberelement (8', 8'') angeordnet oder lösbar anordenbar ist.

6. Vorrichtung (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Konsolenelement (7) zumindest eine, im montierten Zustand radial von einer fluchtend mit der Wellenachse (1a, 2a) verlaufenden Achse ausgehende Verstellausnehmung (19', 19'') aufweist.
7. Vorrichtung (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Sensorelement (9', 9'') um einen Magnetsensor oder einen optischen Sensor handelt.
8. Vorrichtung (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine mit dem Sensorelement (9', 9'') verbundene Auswerteeinheit (14) vorgesehen ist und/oder eine Schnittstelle (140) vorgesehen ist zur Verbindung mit zumindest einem der folgenden Elemente: Computer, Computernetzwerk, Datenerfassungsvorrichtung, Datenspeichervorrichtung.
9. Verfahren zur Positionsbestimmung und/oder Verstellung zumindest einer Welle (1, 2, 3) einer Brennkraftmaschine (100), gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:
- a) Befestigen eines Konsolenelements (7) an einer Brennkraftmaschine (100);
 - b) Anbringen zumindest eines Positionsgeberelements (8', 8'') an der Stirnseite zumindest einer Welle (1, 2, 3) der Brennkraftmaschine;
 - c) Anbringen zumindest eines Sensorelements (9', 9'') an der von der Brennkraftmaschine (100) abgewandten Seite des Konsolenelements (7);
 - d) Ermitteln der Winkelposition der zumindest einen Welle (1, 2, 3) mit dem Sensorelement (9', 9'').
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schritte b) und c) durch das Anbringen eines Sensorbauteils (99), das das Positionsgeberelement (8', 8'') und das Sensorelement (9', 9'') aufweist, zu einem gemeinsamen Schritt kombiniert werden.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schritt b) folgenden Unterschritt aufweist:

b1) Befestigen eines Adapterelements (18', 18'') mit einer Anschlussseite (18a) und einer Sensorseite (18b) auf der Welle (1, 2, 3), wobei die Anschlussseite (18a) auf der Welle (1, 2, 3) angeordnet wird und die Sensorseite (18b) ein Positionsgeberelement (8', 8'') aufweist;

oder

b1) Befestigen eines Adapterelements (18', 18'') mit einer Anschlussseite (18a) und einer Sensorseite (18b) auf der Welle (1, 2, 3), wobei die Anschlussseite (18a) auf der Welle (1, 2, 3) angeordnet wird;

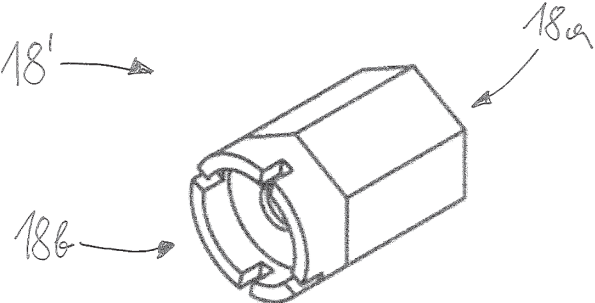
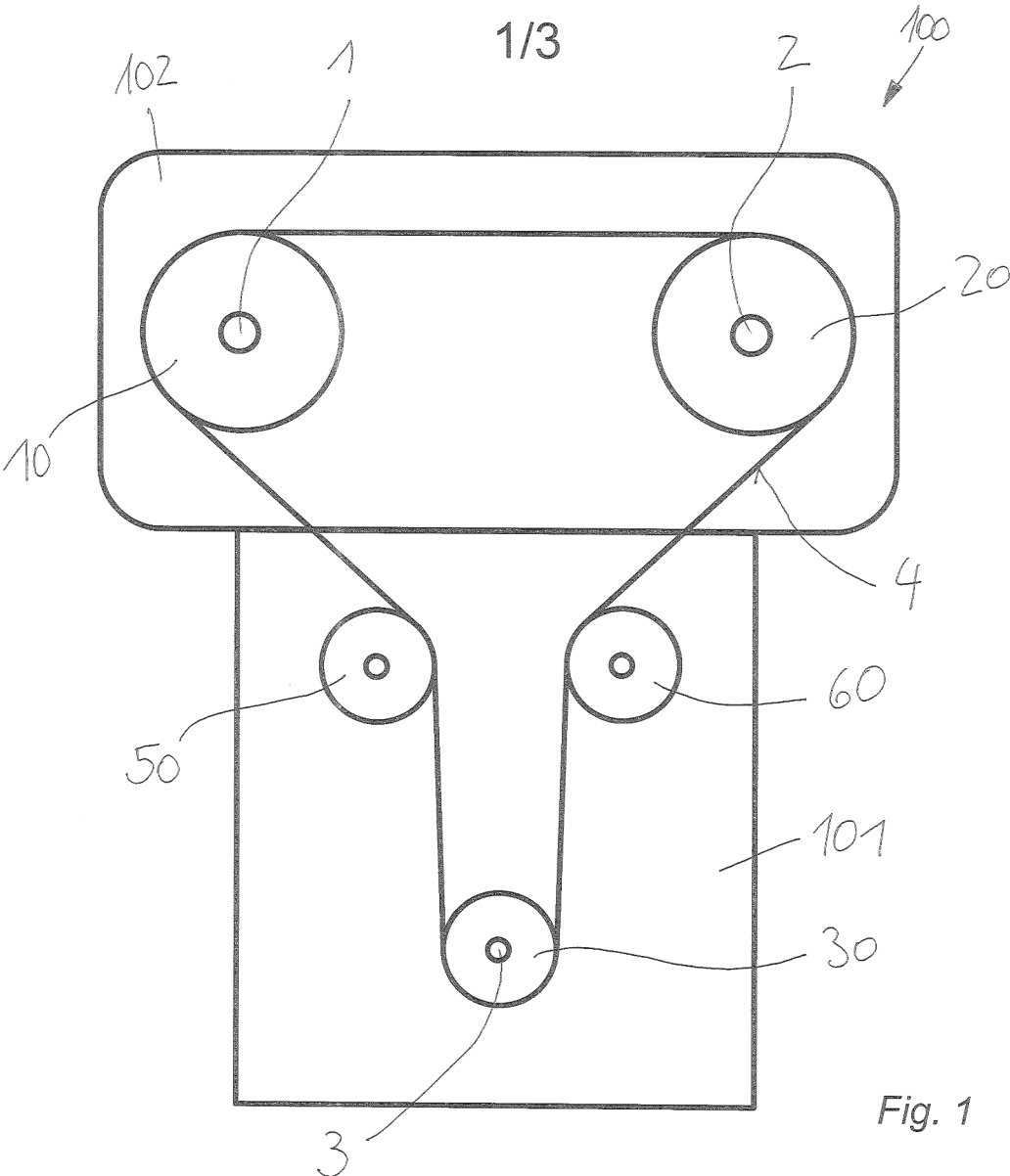
b2) Verbinden der Sensorseite (18b) mit einem Positionsgeberelement (8', 8'').

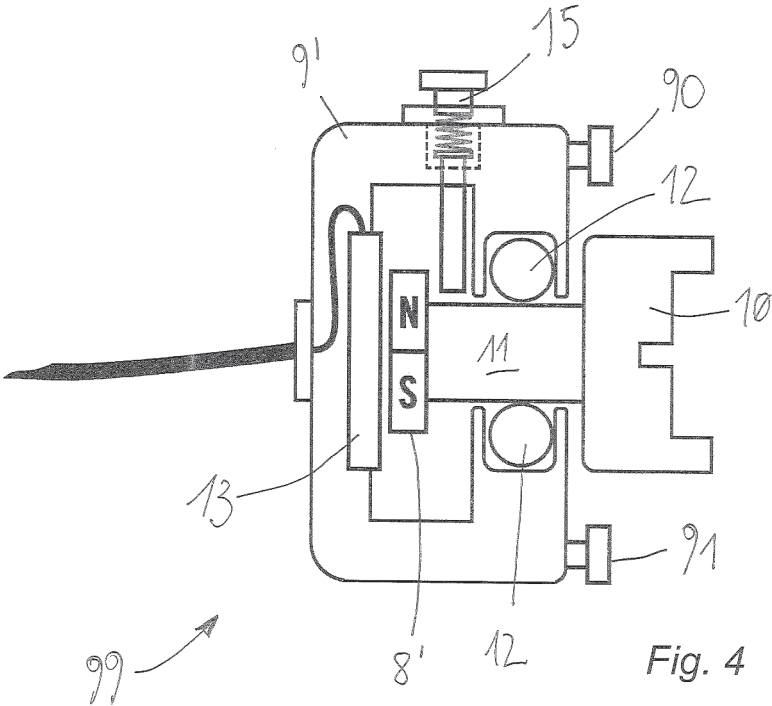
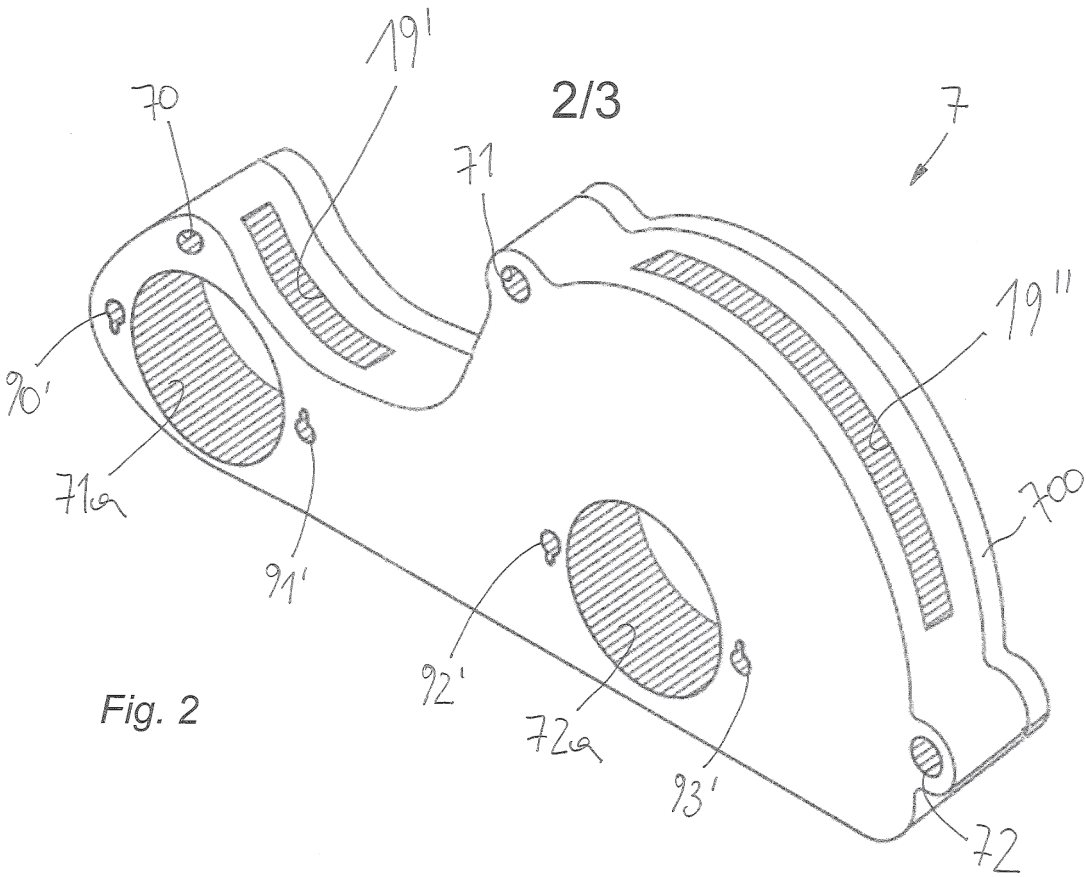
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** des Weiteren folgende Schritte vorgesehen sind:

e) Verdrehen der zumindest einen Welle (1, 2, 3) um einen bestimmten Winkelbereich, vorzugsweise größer 360°;

f) Ermitteln der Winkelposition der zumindest einen Welle (1, 2, 3) mit dem Sensorelement (9', 9'') und Vergleichen mit der Winkelposition aus Schritt d).

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** als letzter Schritt eine Nachstellung der Welle (1, 2, 3) mittels Verdrehen des Adapterelements (18', 18'') um einen vorgebbaren oder im Zuge des Verfahrens ermittelten Fehlwinkelbereich erfolgt.





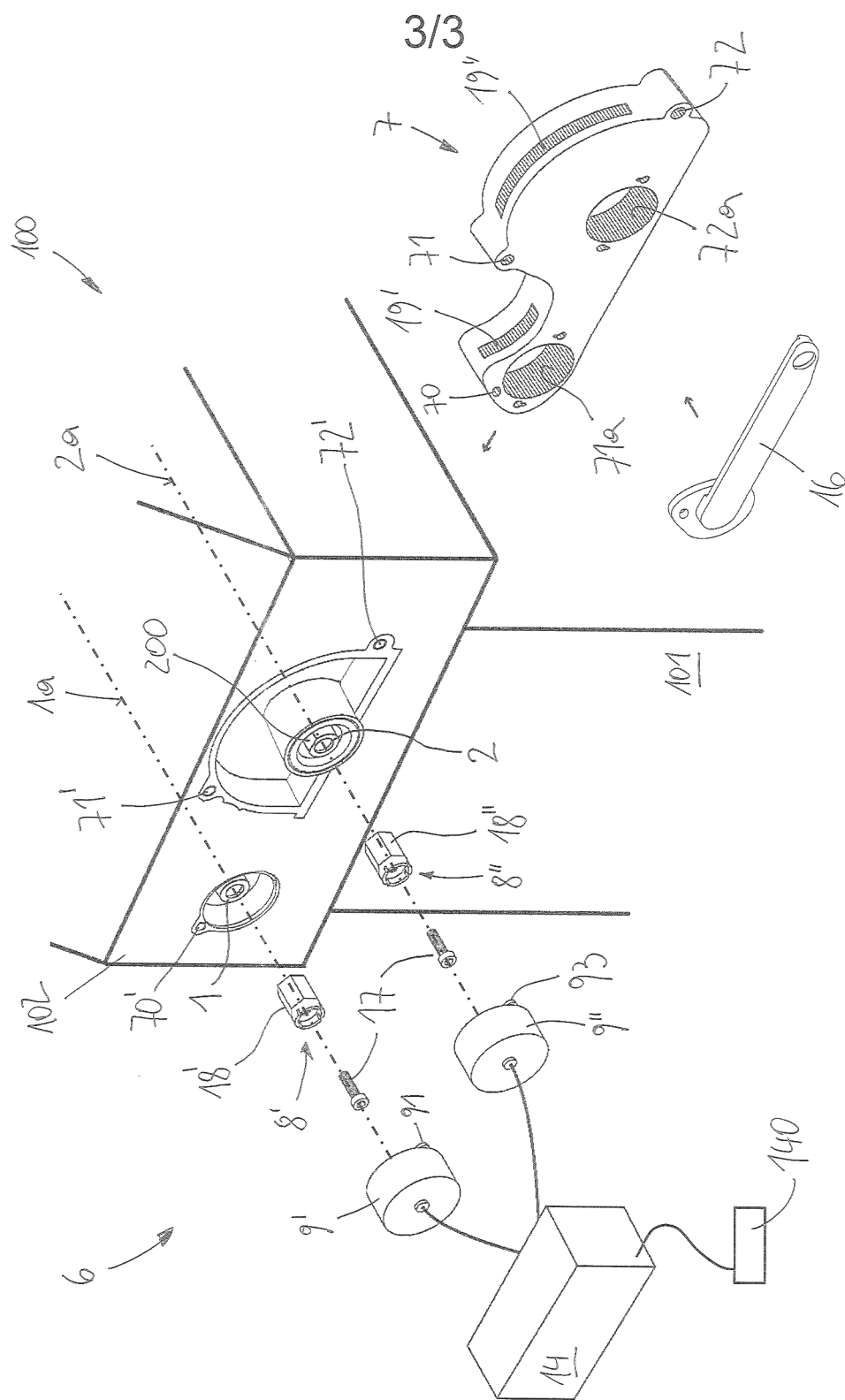


Fig. 5

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
F01L 1/46 (2006.01); **F01L 1/344** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
F01L 1/46 (2013.01); **F01L 1/344** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
F01L

Konsultierte Online-Datenbank:
EPDOC, WPI, TXTnn

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **19.09.2016** eingereichten Ansprüchen **1-13** erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 19531621 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 19. September 1996 (19.09.1996) gesamtes Dokument	1-3, 7, 8
X	US 4454856 A (FOX ET AL.) 19. Juni 1984 (19.06.1984) gesamtes Dokument	1-3, 7, 8
A	DE 202015105757 U1 (BORGWARD TRADEMARK HOLDINGS GMBH) 28. Januar 2016 (28.01.2016) gesamtes Dokument	1, 9

Datum der Beendigung der Recherche:
29.06.2017

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

RODLAUER Gerhard

^{*)} **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.

Ansprüche

1. Vorrichtung (6) zur Positionsbestimmung und/oder Verstellung zumindest einer Welle (1, 2, 3) einer Brennkraftmaschine (100), wobei die Vorrichtung (6)

- zumindest ein an der Brennkraftmaschine (100) lösbar befestigbares Konsolenelement (7),
- zumindest ein an der Welle (1, 2, 3) lösbar befestigbares Positionsgeberelement (8', 8'') und
- zumindest ein an dem Konsolenelement (7) lösbar befestigbares Sensorelement (9', 9'') zur Bestimmung der Wellenposition anhand des Positionsgeberelements (8', 8'') aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Konsolenelement (7) Brennkraftmaschinenpositionierelemente (70, 71, 72) und Sensorpositionierelemente (90', 91', 92', 93') aufweist.

2. Vorrichtung (6) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Positionsgeberelement (8', 8'') und das Sensorelement (9', 9'') in einem gemeinsamen Sensorbauteil (99) kombiniert sind.

3. Vorrichtung (6) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennkraftmaschinenpositionierelemente (70, 71, 72) auf der im montierten Zustand der Brennkraftmaschine zugewandten Seite des Konsolenelements (7) angeordnet sind, und/oder die Sensorpositionierelemente (90', 91', 92', 93') auf einer im montierten Zustand der Brennkraftmaschine (100) abgewandten Seite des Konsolenelements (7) angeordnet sind.

4. Vorrichtung (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Konsolenelement (7) auf der im montierten Zustand der Brennkraftmaschine zugewandten Seite zumindest ein auswechselbares Konsolenadapterelement (700) aufweist, auf dem Brennkraftmaschinenpositionierlementen (70, 71, 72) angeordnet sind.

5. Vorrichtung (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Positionsgeberelement (8', 8'') auf einem Adapterelement (18', 18'') angeordnet ist, das auf einer Anschlussseite lösbar und kraftschlüssig und/oder

formschlüssig mit der Welle (1, 2, 3) verbindbar ist und auf dem an einer der Anschlussseite gegenüberliegenden Sensorseite das Positionsgeberelement (8', 8'') angeordnet oder lösbar anordenbar ist.

6. Vorrichtung (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Konsolenelement (7) zumindest eine, im montierten Zustand radial von einer fluchtend mit der Wellenachse (1a, 2a) verlaufenden Achse ausgehende Verstellausnehmung (19', 19'') aufweist.

7. Vorrichtung (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Sensorelement (9', 9'') um einen Magnetsensor oder einen optischen Sensor handelt.

8. Vorrichtung (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine mit dem Sensorelement (9', 9'') verbundene Auswerteeinheit (14) vorgesehen ist und/oder eine Schnittstelle (140) vorgesehen ist zur Verbindung mit zumindest einem der folgenden Elemente: Computer, Computernetzwerk, Datenerfassungsvorrichtung, Datenspeichervorrichtung.

9. Verfahren zur Positionsbestimmung und/oder Verstellung zumindest einer Welle (1, 2, 3) einer Brennkraftmaschine (100), gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

a) Befestigen eines Konsolenelements (7) an einer Brennkraftmaschine (100);

b) Anbringen zumindest eines Positionsgeberelements (8', 8'') an der Stirnseite zumindest einer Welle (1, 2, 3) der Brennkraftmaschine;

c) Anbringen zumindest eines Sensorelements (9', 9'') an der von der Brennkraftmaschine (100) abgewandten Seite des Konsolenelements (7);

d) Ermitteln der Winkelposition der zumindest einen Welle (1, 2, 3) mit dem Sensorelement (9', 9'').

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schritte b) und c) durch das Anbringen eines Sensorbauteils (99), das das Positionsgeberelement (8', 8'') und das Sensorelement (9', 9'') aufweist, zu einem gemeinsamen Schritt kombiniert werden.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schritt b) folgenden Unterschritt aufweist:

b1) Befestigen eines Adapterelements (18', 18'') mit einer Anschlussseite (18a) und einer Sensorseite (18b) auf der Welle (1, 2, 3), wobei die Anschlussseite (18a) auf der Welle (1, 2, 3) angeordnet wird und die Sensorseite (18b) ein Positionsgeberelement (8', 8'') aufweist;

oder

b1) Befestigen eines Adapterelements (18', 18'') mit einer Anschlussseite (18a) und einer Sensorseite (18b) auf der Welle (1, 2, 3), wobei die Anschlussseite (18a) auf der Welle (1, 2, 3) angeordnet wird;

b2) Verbinden der Sensorseite (18b) mit einem Positionsgeberelement (8', 8'').

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** des Weiteren folgende Schritte vorgesehen sind:

e) Verdrehen der zumindest einen Welle (1, 2, 3) um einen bestimmten Winkelbereich, vorzugsweise größer 360°;

f) Ermitteln der Winkelposition der zumindest einen Welle (1, 2, 3) mit dem Sensorelement (9', 9'') und Vergleichen mit der Winkelposition aus Schritt d).

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** als letzter Schritt eine Nachstellung der Welle (1, 2, 3) mittels Verdrehen des Adapterelements (18', 18'') um einen vorgebbaren oder im Zuge des Verfahrens ermittelten Fehlwinkelbereich erfolgt.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (6) zur Positionsbestimmung und/oder Verstellung zumindest einer Welle (1, 2, 3) einer Brennkraftmaschine (100), wobei die Vorrichtung (6):

- zumindest ein an der Brennkraftmaschine (100) lösbar befestigbares Konsolenelement (7),
- zumindest ein an der Welle (1, 2, 3) lösbar befestigbares Positionsgeberelement (8', 8'') und
- zumindest ein an dem Konsolenelement (7) lösbar befestigbares Sensorelement (9', 9'') zur Bestimmung der Wellenposition anhand des Positionsgeberelements (8', 8'') aufweist und

das Konsolenelement (7) Brennkraftmaschinenpositionierelemente (70, 71, 72) und Sensorpositionierelemente (90', 91', 92', 93') aufweist.

Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zur Positionsbestimmung und/oder Verstellung zumindest einer Welle einer Brennkraftmaschine unter Anwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Fig. 5