

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
7. Mai 2015 (07.05.2015)



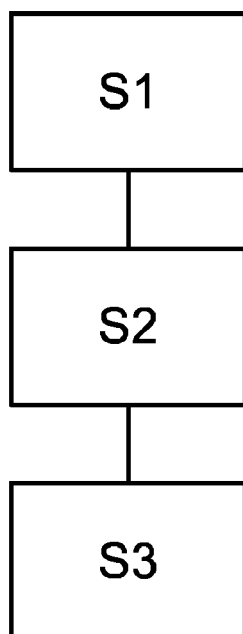
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/063197 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert (74) **Anwalt: WALLINGER, Michael**; Wallinger Ricker Schlotter Tostmann, Patent- und Rechtsanwälte, Zweibrückenstrasse 5-7, 80331 München (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/073287
- (22) Internationales Anmeldedatum: 30. Oktober 2014 (30.10.2014) (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2013 018 263.8 30. Oktober 2013 (30.10.2013) DE
- (71) **Anmelder: AVL LIST GMBH** [AT/AT]; Hans-List-Platz 1, AT-8020 Graz (AT).
- (72) **Erfinder: NESTORIUC, Max**; Siegrunestr. 9, 80639 München (DE).
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD AND ASSEMBLY FOR MONITORING AN ACTUATOR DEVICE

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR ÜBERWACHUNG EINER AKTUATORVORRICHTUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for monitoring an actuator device (14) of a reciprocating-piston machine, wherein the actuator device (14) is designed to actuate, in particular to reversibly displace, a sliding-cam device (3) of the reciprocating-piston machine, in particular substantially parallel to a camshaft (1) of the reciprocating-piston machine, comprising the following steps: S1 supplying actuation energy to the actuator device (14), whereupon the actuator device (14) undergoes a first state change, S2 monitoring the actuator device (14) and detecting a second state change of the actuator device (14), S3 determining a first angle of rotation of a or the camshaft (1) of the reciprocating-piston machine on the basis of the second state change.

(57) **Zusammenfassung:** Verfahren zur Überwachung einer Aktuatorvorrichtung (14) einer Hubkolbenmaschine, wobei die Aktuatorvorrichtung (14) ausgestaltet ist, eine Schiebenockeneinrichtung (3) der Hubkolbenmaschine zu betätigen, insbesondere umkehrbar zu verlagern, insbesondere im Wesentlichen parallel zu einer Nockenwelle (1) der Hubkolbenmaschine, mit den Schritten S1 Zuführen einer Betätigungsenergie zu der Aktuatorvorrichtung (14), worauf die Aktuatorvorrichtung (14) eine erste Zustandsänderung durchläuft, S2 Überwachen der Aktuatorvorrichtung (14) und Erfassen einer zweiten Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung (14), S3 Bestimmen eines ersten Drehwinkels einer bzw. der Nockenwelle (1) der Hubkolbenmaschine anhand der zweiten Zustandsänderung.

Fig. 2



KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Verfahren und Anordnung zur Überwachung einer Aktuatorvorrichtung

5

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Überwachung einer Aktuatorvorrichtung. Die Erfindung wird im Zusammenhang mit Hubkolbenmaschinen von Kraftfahrzeugen beschrieben.

10 Hubkolbenmaschinen können gemäß einem von mehreren bekannten Kreisprozessen bzw. Brennverfahren betrieben werden. Einem Kreisprozess sind bestimmte Vor- und Nachteile zu eigen, insbesondere der Grad der Ausnutzung des zugeführten Brennstoffs (Wirtschaftlichkeit), die von der Hubkolbenmaschine bereitstellbare Leistung sowie die Menge der dabei
15 erzeugten Schadstoffe. Zwei verschiedene solcher Kreisprozesse können für den Ladungswechsel unterschiedliche Ventilerhebungskurven erfordern. Wesentliche Elemente einer Ventilerhebungskurve eines gegebenen Einlass- oder Auslassventils (Ventil) sind dessen Öffnungs-/Schließzeitpunkt (Steuerzeiten) sowie dessen Ventilhub. Mit einer Aktuatorvorrichtung kann
20 Einfluss auf den Ladungswechsel genommen werden, indem für wenigstens ein Ventil eine von mehreren verschiedenen Ventilerhebungskurven ausgewählt wird, insbesondere abhängig von der Drehzahl der Hubkolbenmaschine oder der Gaspedalstellung.

Es wird in der Regel als sehr problematisch empfunden, wenn eine
25 Hubkolbenmaschine während längerer Betriebsintervalle unwirtschaftlich betrieben wird.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen wirtschaftlicheren Betrieb einer Hubkolbenmaschine zu ermöglichen.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Überwachung einer Aktuatorvorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst. Anspruch 7 beschreibt eine
5 entsprechende Anordnung zur Überwachung einer Aktuatorvorrichtung. Zu bevorzugende Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Das Verfahren gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung dient zur Überwachung einer Aktuatorvorrichtung einer Hubkolbenmaschine. Die Aktuatorvorrichtung ist
10 ausgestaltet, eine Schiebenockeneinrichtung der Hubkolbenmaschine zu betätigen, insbesondere umkehrbar zu verlagern, insbesondere im Wesentlichen parallel zu einer Nockenwelle der Hubkolbenmaschine. Das Verfahren weist die Schritte auf:

S1 Zuführen einer Betätigungsenergie zu der Aktuatorvorrichtung,
15 worauf die Aktuatorvorrichtung eine erste Zustandsänderung durchläuft,

S2 Überwachen der Aktuatorvorrichtung und Erfassen einer zweiten Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung,

S3 Bestimmen eines ersten Drehwinkels α einer bzw. der Nockenwelle der Hubkolbenmaschine anhand der zweiten Zustandsänderung.

20 Vorzugsweise besteht die erste Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung in deren Lageänderung, insbesondere in deren Rotation und/oder Translation. Vorzugsweise leitet die erste Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung eine umkehrbare Verlagerung der Schiebenockeneinrichtung ein, insbesondere im Wesentlichen parallel zu einer Nockenwelle.

25 Vorzugsweise wird während Schritt S3 bei einer mindesten Lageänderung Δx , insbesondere Rotation und/oder Translation, der Aktuatorvorrichtung davon ausgegangen, dass ein bestimmter erster Drehwinkel α der Nockenwelle vorliegt.

Vorzugsweise wird die zweite Zustandsänderung durch die Schiebenockeneinrichtung eingeleitet, insbesondere durch einen Ausfahrumfangabschnitt der Schiebenockeneinrichtung.

5 Zum Erreichen der Vorteile eines bestimmten Kreisprozesses bzw. Brennverfahrens ist die Einhaltung der Ventilerhebungskurven, insbesondere von deren Steuerzeiten, von besonderer Bedeutung. Es ist beobachtet worden, dass der Verbrauch einer Hubkolbenmaschine erhöht bzw. deren Betrieb weniger wirtschaftlich ist, wenn von den erforderlichen bzw. beabsichtigten Steuerzeiten abgewichen wird.

10 Es ist üblich, ein Ventil mit einem Ventiltrieb zu betätigen. Ein Ventiltrieb kann als Bauteile eine Nockenwelle aufweisen, einen Schlepphebel, ein Ventilspielausgleichselement sowie eine Schiebenockeneinrichtung, welche wenigstens einen exzentrischen Nocken trägt und im Wesentlichen parallel zu der Rotationsachse der Nockenwelle verschiebbar ist, wobei die
15 Schiebenockeneinrichtung von der Nockenwelle zur Rotation angetrieben werden kann. An der Nockenwelle kann eine zweite Winkelmarkierung verdrehfest befestigt sein, welche von einem Messfühler für den Drehwinkel der Nockenwelle erfasst werden soll. Während des Betriebs der Hubkolbenmaschine kann, auf Grundlage der erfassten zweiten
20 Winkelmarkierung und angenommenen bzw. zeichnerischen Geometrien der Bauteile des Ventiltriebs, auf wenigstens eine Steuerzeit eines Ventils geschlossen werden, beispielsweise auf den Beginn der Öffnung des Ventils.

Dieser Ventiltrieb sowie dessen Bauteile weisen aber unvermeidliche, mitunter für die einwandfreie Funktion des Ventiltriebs erforderliche, Toleranzen aus der
25 Fertigung (Fertigungstoleranzen) sowie aus dem Betrieb der Hubkolbenmaschine auf. Daher kann es zu unbekannten Zeitdifferenzen zwischen den aufgrund der erfassten zweiten Winkelmarkierung erwarteten Steuerzeiten eines Ventils und den tatsächlichen Steuerzeiten kommen. Es ist beobachtet worden, dass Toleranzen der Bauteile (Bauteiltoleranzen) zu einer

merklichen Abweichung der tatsächlichen Steuerzeiten von den erforderlichen bzw. beabsichtigten Steuerzeiten zusammenwirken können.

5 Mit dem Verfahren gemäß dem ersten Aspekt kann der erste Drehwinkel α einer bzw. der Nockenwelle anhand der zweiten Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung erfasst werden. Vorzugsweise wird die zweite Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung durch die Schiebenockeneinrichtung eingeleitet.

10 Mit dem Verfahren gemäß dem ersten Aspekt kann der erste Drehwinkel α einer bzw. der Nockenwelle mit größerer Genauigkeit erfasst werden bzw. die Auflösung der Drehwinkelerfassung erhöht werden.

Mit dem Verfahren gemäß dem ersten Aspekt kann insbesondere ein Toleranzfehler der Drehwinkelerfassung erkannt und insbesondere korrigiert werden.

15 Zwischen den Zustandsänderungen bzw. Bewegungen der Aktuatorvorrichtung und den Bewegungen des zugehörigen Ventils besteht ein mechanisch engerer Zusammenhang, als zwischen den Bewegungen des Ventils und der zweiten Winkelmarkierung der Nockenwelle. Der erste Drehwinkel α kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren mit höherer Genauigkeit bestimmt werden als durch Erfassen der zweiten Winkelmarkierung der Nockenwelle, insbesondere
20 indem sich einige Bauteiltoleranzen weniger stark auswirken. Vorzugsweise können Toleranzen der Nockenwelle und von deren zweiter Winkelmarkierung ausgeschlossen werden. Dadurch können erforderliche bzw. beabsichtigte Steuerzeiten besser eingehalten und die zugrunde liegende Aufgabe gelöst werden. Zwei bis drei Prozent Toleranz bei der Bestimmung der Lage der
25 exzentrischen Nocken führt nämlich bei bestimmten Brennerverfahren, z. B. dem Miller-Zyklus, zu einem signifikanten Füllungsunterschied des Kolbens von bis zu 30 % - abhängig vom jeweiligen Betriebspunkt -, zu einer schlechteren Gemischaufbereitung, Fehler im Ladungswechsel und dabei zu Verbrauchsnachteilen.

Unter einer Aktuatorvorrichtung ist im Sinne der Erfindung eine Vorrichtung zu verstehen, welche insbesondere der Betätigung einer Schiebenockeneinrichtung der Hubkolbenmaschine dient, welche insbesondere der umkehrbaren Verlagerung der Schiebenockeneinrichtung dient, insbesondere im Wesentlichen parallel zu einer Nockenwelle der Hubkolbenmaschine. Die Aktuatorvorrichtung ist ausgestaltet, zeitweise eine Kraftkomponente im Wesentlichen parallel zu der Nockenwelle der Hubkolbenmaschine auf die Schiebenockeneinrichtung auszuüben. Mit Ausüben der Kraftkomponente kann die Schiebenockeneinrichtung im Wesentlichen parallel zu der Nockenwelle umkehrbar verlagert werden. Die Aktuatorvorrichtung ist zur Verlagerung oder Bewegung bezüglich einer zweiten Längsachse B ausgestaltet. Vorzugsweise ist die Aktuatorvorrichtung zur Rotation um die zweite Längsachse B und/oder zur Translation im Wesentlichen parallel zu der zweiten Längsachse B ausgestaltet.

Vorzugsweise ist die Aktuatorvorrichtung mit einem Maschinenelement ausgebildet, besonders bevorzugt mit einem Stift, Bolzen, stiftförmigen Abschnitt, Finger oder drehbeweglichen Hebel. Vorzugsweise ist die Aktuatorvorrichtung mit einem Metall ausgebildet. Vorzugsweise weist die Aktuatorvorrichtung abschnittsweise eine verschleißmindernde oder reibungsverringende Beschichtung auf.

Unter einer Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung ist im Sinne der Erfindung insbesondere eine Verlagerung, Lageänderung oder Bewegung der Aktuatorvorrichtung, vorzugsweise bezüglich der zweiten Längsachse B, zu verstehen. Während des Betriebs der Hubkolbenmaschine durchläuft die Aktuatorvorrichtung wiederholt Zustandsänderungen, insbesondere zur Betätigung oder Verlagerung der Schiebenockeneinrichtung, insbesondere eingeleitet durch die Schiebenockeneinrichtung. Zur Einleitung der ersten Zustandsänderung wird der Aktuatorvorrichtung Bewegungsenergie zugeführt. Vorzugsweise kann die erste Zustandsänderung eine Verlagerung der Schiebenockeneinrichtung einleiten. Vorzugsweise wird die Aktuatorvorrichtung zur Einleitung der zweiten Zustandsänderung von der Schiebenockeneinrichtung

mit einer radial zur Rotationsachse A der Nockenwelle nach außen gerichteten Kraftkomponente beaufschlagt.

Unter einer Schiebenockeneinrichtung ist im Sinne der Erfindung eine Einrichtung zu verstehen, welche

- 5 • insbesondere der wenigstens mittelbaren Betätigung bzw. Öffnung wenigstens eines Einlass- oder Auslassventils (Ventil) der Hubkolbenmaschine dient, und/oder
- insbesondere der wenigstens mittelbaren Beaufschlagung des Ventils mit einer Kraftkomponente in Richtung eines zugehörigen Brennraums der
10 Hubkolbenmaschine oder entlang des Ventilschafts dient, und/oder
- insbesondere der zeitweisen Beaufschlagung der Aktuatorvorrichtung mit einer radial zur Rotationsachse der Nockenwelle nach außen gerichteten Kraftkomponente dient, und/oder
- 15 • insbesondere der Einleitung der zweiten Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung dient.

Die Schiebenockeneinrichtung ist ausgestaltet, wenigstens zeitweise mit der Nockenwelle zu rotieren. Die Schiebenockeneinrichtung ist ausgestaltet, entlang der Nockenwelle bzw. deren Rotationsachse umkehrbar verlagert bzw. verschoben zu werden. Die Schiebenockeneinrichtung weist an einer
20 Außenfläche oder Umfangsfläche wenigstens einen oder zwei Nocken auf, welche der wenigstens mittelbaren Betätigung des Ventils oder der wenigstens mittelbaren Beaufschlagung des Ventils mit der Kraftkomponente dienen. Vorzugsweise weist die Schiebenockeneinrichtung zwei solcher Nocken auf, welche unterschiedliche Ventilerhebungskurven bewirken können.

25 Vorzugsweise weist die Schiebenockeneinrichtung eine im Wesentlichen zylindrische Gestalt mit einem Innenraum auf, wobei die Nockenwelle sich durch diesen Innenraum erstrecken kann. Besonders bevorzugt weist die

Schiebenockeneinrichtung im Innenraum ein Kupplungselement zu reibschlüssigen oder formschlüssigen Verbindung mit der Nockenwelle auf.

Vorzugsweise weist die Schiebenockeneinrichtung an eine Umfangsfläche wenigstens einen Abschnitt auf, vorzugsweise wenigstens einen
5 Ausfahrumfangsabschnitt, welcher der zeitweisen Beaufschlagung der Aktuatorvorrichtung mit einer radial zur Rotationsachse der Nockenwelle nach außen gerichteten Kraftkomponente dient. Der Ausfahrumfangsabschnitt dient der zeitweisen Beaufschlagung der Aktuatorvorrichtung mit einer radial zur Rotationsachse A der Nockenwelle nach außen gerichteten Kraftkomponente.
10 Der Ausfahrumfangsabschnitt ist an einer Umfangsfläche der Schiebenockeneinrichtung angeordnet. Vorzugsweise ist der Ausfahrumfangsabschnitt mit einer ansteigenden Flanke oder Rampe ausgebildet, wobei die Flanke die Aktuatorvorrichtung von der Rotationsachse A weg drängen kann. Besonders bevorzugt geht die Flanke oder Rampe in
15 Umfangsrichtung gleichmäßig bzw. stetig in die übrige Umfangsfläche über.

Vorzugsweise weist die Schiebenockeneinrichtung eine erste Winkelmarkierung auf, welche von einem Messfühler erfasst werden kann, welcher zur Erfassung des zweiten Drehwinkels β dienen kann. Besonders bevorzugt ist die erste Winkelmarkierung an einer Umfangsfläche oder Stirnfläche der
20 Schiebenockeneinrichtung angeordnet.

Unter einer Nockenwelle ist im Sinne der Erfindung eine Einrichtung zu verstehen, welche insbesondere wenigstens mittelbar der Betätigung wenigstens eines der Ventile der Hubkolbenmaschine dient, welche insbesondere der Führung und dem Antrieb der Schiebenockeneinrichtung
25 dient. Die Nockenwelle kann um Ihre Rotationsachse A rotieren, wobei vorzugsweise die Nockenwelle im Wesentlichen parallel zu der Kurbelwelle der Hubkolbenmaschine ausgerichtet ist. Die Nockenwelle kann wenigstens mittelbar von der Kurbelwelle angetrieben werden. Vorzugsweise weist die Nockenwelle eine zweite Winkelmarkierung auf, welche von einem Messfühler
30 erfasst werden kann, welche auf den Drehwinkel der Nockenwelle (erster

Drehwinkel α) hinweisen kann. Vorzugsweise weist die Nockenwelle an einer Umfangsfläche wenigstens ein Kupplungselement zur reibschlüssigen und/oder formschlüssigen Verbindung mit der Schiebenockeneinrichtung auf, insbesondere wobei das Kupplungselement dem Antrieb der Schiebenockeneinrichtung dient, insbesondere wobei das Kupplungselement der Führung der Schiebenockeneinrichtung bei deren Verlagerung der Rotationsachse dient.

Unter dem zweiten Drehwinkel β ist im Sinne der Erfindung ein Maß für die Lage und Rotation der Schiebenockeneinrichtung um die Rotationsachse A der Nockenwelle zu verstehen. Vorzugsweise ist der zweite Drehwinkel β auf einen Strahl 0 (Nullstrahl) bezogen, welcher im Wesentlichen senkrecht zu der Rotationsachse A ausgerichtet ist. Vorliegend wird der zweite Drehwinkel β bezüglich des Nullstrahls anhand der zweiten Zustandsänderung bestimmt.

Unter dem ersten Drehwinkel α ist im Sinne der Erfindung ein Maß für die Lage und Rotation der Nockenwelle um deren Rotationsachse A zu verstehen. Vorzugsweise ist der erste Drehwinkel α auf den Nullstrahl bezogen. Vorliegend wird der erste Drehwinkel α bezüglich des Nullstrahls, insbesondere rechnerisch, anhand der zweiten Zustandsänderung bestimmt.

Unter dem dritten Drehwinkel ϵ ist im Sinne der Erfindung ein Maß für die Lage und Rotation der Nockenwelle um deren Rotationsachse A zu verstehen. Vorzugsweise ist der dritte Drehwinkel ϵ auf den Nullstrahl bezogen. Vorliegend wird der dritte Drehwinkel ϵ auf Grundlage der erfassten zweiten Winkelmarkierung der Nockenwelle bestimmt. Insbesondere aufgrund von Bauteiltoleranzen oder Fertigungstoleranzen kann der dritte Drehwinkel ϵ vom ersten Drehwinkel α derselben Nockenwelle abweichen.

Unter dem vierten Drehwinkel ζ ist im Sinne der Erfindung ein Maß für die Lage und Rotation der Kurbelwelle um deren Rotationsachse zu verstehen. Vorzugsweise ist der vierte Drehwinkel ζ auf einen Strahl bezogen, welcher im Wesentlichen parallel zum Nullstrahl angeordnet ist.

Die Differenzwinkel γ_1 , γ_2 , γ_3 werden berechnet mit Differenzen aus je zwei der vorgenannten Drehwinkel.

Unter der Lage x ist im Sinne der Erfindung ein Maß für eine bestimmte Lage oder Position der Aktuatorvorrichtung zu verstehen. Dabei kann die Lage x einen Abstand oder einen Winkel bezüglich einer Referenz bedeuten, insbesondere abhängig davon, ob die Aktuatorvorrichtung zur Rotation oder Translation bezüglich der zweiten Längsachse B ausgestaltet ist.

Unter einer vorbestimmten Lageänderung Δx ist im Sinne der Erfindung eine mindeste Lageänderung der Aktuatorvorrichtung zu verstehen, welche als zweite Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung verstanden wird. Sofern die Aktuatorvorrichtung zur Translation bezüglich der zweiten Längsachse B ausgestaltet ist, wird eine mindeste Strecke als zweite Zustandsänderung verstanden. Sofern die Aktuatorvorrichtung zur Rotation bezüglich der zweiten Längsachse B ausgestaltet ist, wird ein mindester Winkel als zweite Zustandsänderung verstanden. Vorzugsweise beträgt die vorbestimmte Lageänderung Δx wenige Millimeter oder wenige Grad $[\circ]$ oder nur Bruchteile davon.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung erfolgt das Zuführen der Betätigungsenergie elektromagnetisch, induktiv oder elektrostatisch. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass das Durchlaufen der ersten Zustandsänderung berührungslos eingeleitet werden kann. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass das Ansteuern zum Durchlaufen der ersten Zustandsänderung elektrisch erfolgen kann. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass das Einleiten der ersten Zustandsänderung bei verringertem Verschleiß erfolgen kann.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung, welche vorteilhaft mit einer der vorgenannten Weiterbildungen kombinierbar ist, erfolgt das Erfassen der zweiten Zustandsänderung elektromagnetisch, induktiv, elektrostatisch, kapazitiv oder optoelektronisch. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den

Vorteil bieten, dass das Erfassen der zweiten Zustandsänderung bei verringertem Verschleiß erfolgen kann. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass das Ereignis der zweiten Zustandsänderung elektronisch weiterverarbeitet werden kann.

- 5 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung, welche vorteilhaft mit einer der
vorgenannten Weiterbildungen kombinierbar ist, wird die zweite
Zustandsänderung mittels einer Lageänderung, insbesondere einer Translation
oder einer Rotation, insbesondere bezüglich einer zweiten Längsachse B, der
Aktuatorvorrichtung erfasst. Vorzugsweise wird eine mindeste oder
10 vorbestimmte Lageänderung der Aktuatorvorrichtung als deren zweite
Zustandsänderung verarbeitet bzw. verstanden. Diese bevorzugte Weiterbildung
kann insbesondere den Vorteil bieten, dass die zweite Zustandsänderung mit
einer Wegmesseinrichtung oder Winkelmesseinrichtung erfasst werden kann.
Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass das
15 Ereignis der zweiten Zustandsänderung elektronisch weiterverarbeitet werden
kann.

- Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung, welche vorteilhaft mit einer der
vorgenannten Weiterbildungen kombinierbar ist, erfolgt das Bestimmen des
ersten Drehwinkel α anhand einer vorbestimmten Lageänderung Δx oder
20 mindesten Lageänderung der Aktuatorvorrichtung. Diese bevorzugte
Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass kleine, einfache
und/oder preisgünstige Messfühler zur Erfassung der zweiten
Zustandsänderung verwendet werden können.

- Eine bevorzugte Weiterbildung, welche vorteilhaft mit einer der vorgenannten
25 Weiterbildungen kombinierbar ist, weist die Schritte auf:

- S4 Bestimmen eines zweiten Drehwinkels β der
Schiebenockeneinrichtung anhand der zweiten Zustandsänderung oder anhand
der, insbesondere vorbestimmten, Lageänderung Δx der Aktuatorvorrichtung,
insbesondere wobei der Scheitelpunkt des zweiten Drehwinkels β auf einer
30 Rotationsachse A der Nockenwelle liegt,

S5 Verknüpfen des zweiten Drehwinkels β und des ersten Drehwinkels α zu einem ersten Differenzwinkel γ_1 .

Vorzugsweise wird während Schritt S4 bei einer mindesten Lageänderung Δx der Aktuatorvorrichtung davon ausgegangen, dass ein bestimmter zweiter
5 Drehwinkel β der Schiebenockeneinrichtung vorliegt.

Vorzugsweise wird während Schritt S5 die Differenz aus dem zweiten Drehwinkel β und dem ersten Drehwinkel α gebildet.

Vorzugsweise wird der erste Differenzwinkel mit einer Drehzahländerung $d\zeta/dt$ der Kurbelwelle verknüpft, insbesondere durch Subtrahieren. Insbesondere bei
10 abfallenden oder zunehmenden Drehzahlen der Kurbelwelle kann es zu einer Relativbewegung zwischen der Schiebenockeneinrichtung und der Nockenwelle kommen, so dass der erste Differenzwinkel während des Betriebs der Hubkolbenmaschine schwanken kann.

Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass
15 zeitliche Veränderungen wenigstens eines der beiden Drehwinkel während des Betriebs der Hubkolbenmaschine erfasst werden können. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass der Einfluss der Spielpassung zwischen Schiebenockeneinrichtung und Nockenwelle für die Bestimmung des ersten Differenzwinkels berücksichtigt werden kann. Diese
20 bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass der erste Differenzwinkel als ein Hinweis auf Toleranzen im Ventiltrieb verwendet werden kann.

Gemäß einer bevorzugte Weiterbildung, welche vorteilhaft mit einer der
vorgenannten Weiterbildungen kombinierbar ist, ist eine erste
25 Winkelmesseinrichtung mit der Nockenwelle verdrehfest verbunden. Als erste Winkelmesseinrichtung im Sinne der Erfindung gilt auch eine Kombination aus einer zweiten Winkelmarkierung, welche verdrehfest mit der Nockenwelle verbunden ist, und einem bezüglich der rotierenden Nockenwelle stationären

Messfühler zur Erfassung dieser zweiten Winkelmarkierung. Die bevorzugte Weiterbildung weist die Schritte auf:

S6 Erfassen eines dritten Drehwinkels ε der Nockenwelle mit der ersten Winkelmesseinrichtung,

- 5 S7 Verknüpfen, insbesondere Subtrahieren, des zweiten Drehwinkels β und/oder des ersten Drehwinkels α mit dem dritten Drehwinkel ε , insbesondere zu einem zweiten Differenzwinkel γ_2 .

10 Vorzugsweise wird der zweite Differenzwinkel mit einer Drehzahländerung $d\zeta/dt$ der Kurbelwelle verknüpft, insbesondere durch Subtrahieren. Insbesondere bei abfallenden oder zunehmenden Drehzahlen der Kurbelwelle kann es zu einer Relativbewegung zwischen der Schiebenockeneinrichtung und der Nockenwelle kommen, so dass der zweite Differenzwinkel während des Betriebs der Hubkolbenmaschine schwanken kann.

15 Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass zeitliche Veränderungen wenigstens eines der Drehwinkel während des Betriebs der Hubkolbenmaschine erfasst werden können. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass der Einfluss der Spielpassung zwischen Schiebenockeneinrichtung und Nockenwelle für die Bestimmung des zweiten Differenzwinkels berücksichtigt werden kann. Diese
20 bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass der zweite Differenzwinkel als ein Hinweis auf Toleranzen im Ventiltrieb verwendet werden kann. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass aus einem ungewöhnlichen Differenzwinkel auf einen Defekt eines der Messfühler oder der ersten Winkelmesseinrichtung geschlossen werden kann.

25 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung, welche vorteilhaft mit einer der vorgenannten Weiterbildungen kombinierbar ist, ist eine zweite Winkelmesseinrichtung mit der Kurbelwelle der Hubkolbenmaschine verdrehfest verbunden. Als zweite Winkelmesseinrichtung im Sinne der Erfindung gilt auch eine Kombination aus einer Winkelmarkierung, welche verdrehfest mit der

Kurbelwelle verbunden ist, und einem bezüglich der rotierenden Kurbelwelle stationären Messfühler zur Erfassung dieser Winkelmarkierung. Die bevorzugte Weiterbildung weist die Schritte auf:

5 S8 Erfassen eines vierten Drehwinkels ζ der Kurbelwelle mit der zweiten Winkelmesseinrichtung (22a),

S9 Verknüpfen des zweiten Drehwinkels β und/oder des ersten Drehwinkels α mit dem vierten Drehwinkel ζ , insbesondere zu einem dritten Differenzwinkel γ_3 .

10 Vorzugsweise wird der dritte Differenzwinkel mit einer Drehzahländerung $d\zeta/dt$ der Kurbelwelle verknüpft, insbesondere durch Subtrahieren. Insbesondere bei abfallenden oder zunehmenden Drehzahlen der Kurbelwelle kann es zu einer Relativbewegung zwischen der Schiebenockeneinrichtung und der Nockenwelle kommen, so dass der dritte Differenzwinkel während des Betriebs der Hubkolbenmaschine schwanken kann.

15 Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass zeitliche Veränderungen wenigstens eines der Drehwinkel während des Betriebs der Hubkolbenmaschine erfasst werden können. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass der Einfluss der Spielpassung zwischen Schiebenockeneinrichtung und Nockenwelle für die
20 Bestimmung des dritten Differenzwinkels berücksichtigt werden kann. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass der dritte Differenzwinkel als ein Hinweis auf Toleranzen, insbesondere im Ventiltrieb, verwendet werden kann. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass aus einem ungewöhnlichen Differenzwinkel auf einen
25 Defekt eines der Messfühler oder der zweiten Winkelmesseinrichtung geschlossen werden kann.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung, welche vorteilhaft mit einer der vorgenannten Weiterbildungen kombinierbar ist, weist die Nockenwelle ein Verstellgetriebe auf, welches ausgestaltet ist, eine Drehwinkellage der

Nockenwelle relativ zu der Kurbelwelle zu stellen. Die bevorzugte Weiterbildung weist den Schritt auf:

S10 Stellen der Drehwinkellage anhand des ersten Differenzwinkels γ_1 , des zweiten Differenzwinkels γ_2 , oder des dritten Differenzwinkels γ_3 .

- 5 Vorzugsweise erfolgt Schritt S10 wiederholt oder periodisch während des Betriebs der Hubkolbenmaschine.

10 Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass zunehmender Verschleiß des Ventiltriebs berücksichtigt werden kann, insbesondere damit ein wirtschaftlicherer Betrieb der Hubkolbenmaschine möglich ist. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass auf thermische Einflüsse auf den Ventiltrieb reagiert werden kann, insbesondere damit ein wirtschaftlicherer Betrieb der Hubkolbenmaschine möglich ist.

15 Die zu Grunde liegende Aufgabe wird auch gelöst durch ein Computerprogramm, welches Anweisungen enthält, wobei die Anweisungen, wenn sie von einer Steuereinrichtung ausgeführt werden, die Steuereinrichtung dazu verlassen, ein Verfahren gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung oder gemäß einer bevorzugten Weiterbildungen auszuführen.

20 Die zu Grunde liegende Aufgabe wird auch gelöst durch ein Computer-lesbares Medium, auf welchem das vorgenannte Computerprogramm gespeichert ist.

25 Die Anordnung gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung dient zur Überwachung einer Aktuatorvorrichtung einer Hubkolbenmaschine, insbesondere zum Ausführen des Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung oder zum Ausführen einer ihrer bevorzugten Weiterbildungen. Die Anordnung weist auf:

- eine Nockenwelle, welche um eine Rotationsachse A rotieren kann,

- eine Schiebenockeneinrichtung, welche im Wesentlichen parallel zu der Rotationsachse A verlagerbar ist, welche an einer Umfangsfläche einen Ausfahrumfangsabschnitt aufweist,
- 5 • eine Aktuatorvorrichtung, welche zum Betätigen oder Verlagern der Schiebenockeneinrichtung ausgestaltet ist, welche eine zweite Zustandsänderung durchlaufen kann,
- eine zweite Messeinrichtung, welche zur Erfassung der zweiten Zustandsänderung ausgestaltet ist, insbesondere welche einen ersten Drehwinkel α der Nockenwelle anhand der zweiten Zustandsänderung
10 bestimmen kann,
- wobei der Ausfahrumfangsabschnitt ausgestaltet ist, die Aktuatorvorrichtung mit wenigstens einer radial zur Rotationsachse A nach außen gerichteten Kraftkomponente zu beaufschlagen.

Vorzugsweise ist die Schiebenockeneinrichtung mit einem
15 Ausfahrumfangsabschnitt ausgebildet, welcher der Einleitung der zweiten Zustandsänderung dient.

Zum Erreichen der Vorteile eines bestimmten Kreisprozesses bzw. Brennverfahrens ist die Einhaltung der Ventilerhebungskurven, insbesondere von deren Steuerzeiten, von besonderer Bedeutung. Es ist beobachtet worden,
20 dass der Verbrauch einer Hubkolbenmaschine erhöht bzw. deren Betrieb weniger wirtschaftlich ist, wenn von den erforderlichen bzw. beabsichtigten Steuerzeiten abgewichen wird.

Es ist üblich, ein Ventil mit einem Ventiltrieb zu betätigen. Ein Ventiltrieb kann als Bauteile eine Nockenwelle aufweisen, einen Schlepphebel, ein
25 Ventilspielausgleichselement sowie eine Schiebenockeneinrichtung, welche wenigstens einen exzentrischen Nocken trägt, welche im Wesentlichen parallel zu der Rotationsachse der Nockenwelle verschiebbar ist, welche von der Nockenwelle zur Rotation angetrieben werden kann. An der Nockenwelle kann

eine zweite Winkelmarkierung verdrehfest befestigt sein, welche von einem Messfühler für den Drehwinkel der Nockenwelle erfasst werden soll. Während des Betriebs der Hubkolbenmaschine kann, auf Grundlage der erfassten zweiten Winkelmarkierung und angenommenen bzw. zeichnerischen Geometrien der Bauteile des Ventiltriebs, auf wenigstens eine Steuerzeit eines Ventils geschlossen werden, beispielsweise auf den Beginn der Öffnung des Ventils.

Dieser Ventiltrieb sowie dessen Bauteile weisen aber unvermeidliche, mitunter für die einwandfreie Funktion des Ventiltriebs erforderliche, Toleranzen aus der Fertigung (Fertigungstoleranzen) sowie aus dem Betrieb der Hubkolbenmaschine auf. Daher kann es zu unbekannten Zeitdifferenzen zwischen den aufgrund der erfassten zweiten Winkelmarkierung erwarteten Steuerzeiten eines Ventils und den tatsächlichen Steuerzeiten kommen. Es ist beobachtet worden, dass Toleranzen der Bauteile (Bauteiltoleranzen) zu einer merklichen Abweichung der tatsächlichen Steuerzeiten von den erforderlichen bzw. beabsichtigten Steuerzeiten zusammenwirken können.

Mit der Anordnung gemäß dem zweiten Aspekt kann der erste Drehwinkel α einer bzw. der Nockenwelle anhand der zweiten Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung erfasst werden. Vorzugsweise wird die zweite Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung durch die Schiebenockeneinrichtung eingeleitet.

Zwischen den Zustandsänderungen bzw. Bewegungen der Aktuatorvorrichtung und den Bewegungen des zugehörigen Ventils besteht ein mechanisch engerer Zusammenhang, als zwischen den Bewegungen des Ventils und der zweiten Winkelmarkierung der Nockenwelle. Der erste Drehwinkel α kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren mit höherer Genauigkeit bestimmt werden als durch Erfassen der zweiten Winkelmarkierung der Nockenwelle, insbesondere indem sich einige Bauteiltoleranzen weniger stark auswirken. Vorzugsweise können Toleranzen der Nockenwelle und von deren zweiten Winkelmarkierung ausgeschlossen werden. Dadurch können erforderliche bzw. beabsichtigte

Steuerzeiten besser eingehalten und die zugrunde liegende Aufgabe gelöst werden.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung, welche vorteilhaft mit einer der vorgenannten Weiterbildungen kombinierbar ist, weist die Aktuatorvorrichtung
5 ein erstes Koppellement auf, welches ausgestaltet ist, die Schiebenockeneinrichtung zeitweise mit einer Kraftkomponente im Wesentlichen parallel zu der Rotationsachse A zu beaufschlagen, welche zu einer Lageänderung, insbesondere einer Translation oder einer Rotation, insbesondere bezüglich einer zweiten Längsachse B der Aktuatorvorrichtung
10 ausgestaltet ist, und weist ein Antriebselement auf, welches ausgestaltet ist, das erste Koppellement zeitweise mit einer Kraftkomponente im Wesentlichen senkrecht zu der Rotationsachse A zu beaufschlagen.

Vorzugsweise ist das erste Koppellement mit einem Maschinenelement ausgebildet, besonders bevorzugt mit einem Vorsprung, Stift, Bolzen, stiftförmigen Abschnitt, Finger, Rolle, Laufrad, Hebel oder drehbeweglichen Hebel. Vorzugsweise ist das erste Koppellement mit einem Metall ausgebildet. Vorzugsweise weist das erste Koppellement abschnittsweise eine verschleißmindernde oder reibungsverringende Beschichtung auf. Vorzugsweise ist das erste Koppellement zur insbesondere formschlüssigen
20 Berührung der Schiebenockeneinrichtung oder deren Ausfahrumfangsabschnitt ausgebildet. Vorzugsweise ist das erste Koppellement mit einem Hall-Sensor ausgestaltet oder verbindbar. Vorzugsweise ist das erste Koppellement im Wesentlichen parallel zu der zweiten Längsachse B umkehrbar verlagerbar. Alternativ ist das erste Koppellement zur umkehrbaren Rotation um die zweite
25 Längsachse B ausgestaltet.

Vorzugsweise ist das Antriebselement zum mechanischen, besonders bevorzugt zur elektromagnetischen, elektrostatischen oder induktiven Kraftbeaufschlagung, des ersten Koppellements ausgestaltet. Vorzugsweise ist das Antriebselement mit einer elektrischen Spule ausgebildet, besonders bevorzugt wobei die Spule
30 das erste Koppellement wenigstens teilweise aufnehmen kann. Vorzugsweise

kann das Antriebselement bzw. die Spule, besonders bevorzugt während Schritt S1, bestromt werden, besonders bevorzugt zur Einleitung der ersten Zustandsänderung des ersten Koppellements oder dessen Verlagerung. Vorzugsweise kann das Antriebselement bzw. die Spule, besonders bevorzugt während Schritt S2, insbesondere stromlos, zur Überwachung einer Lageänderung des ersten Koppellements dienen.

Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass das erste Koppellement an den im Bereich des Zylinderkopfes verfügbaren Bauraum, an die Betriebstemperaturen, an den Werkstoff der Schiebenockeneinrichtung, an die Drehzahlen der Nockenwelle und/oder an die Streitkräfte zwischen der Schiebenockeneinrichtung unter Nockenwelle angepasst werden kann. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass das Antriebselement zur berührungslosen Betätigung oder Kraftbeaufschlagung des ersten Koppellements dienen kann. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass das Antriebselement zur berührungslosen Erfassung einer Lageänderung oder zweiten Zustandsänderung des ersten Koppellements dienen kann.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung, welche vorteilhaft mit einer der vorgenannten Weiterbildungen kombinierbar ist, ist die zweite Messeinrichtung ausgestaltet, die zweite Zustandsänderung oder Lageänderung elektromagnetisch, induktiv, elektrostatisch, kapazitiv oder optoelektronisch zu erfassen, und/oder ist einstückig mit dem Antriebselement ausgebildet, und/oder ist mit einem Hall-Sensor ausgebildet. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass die Erfassung der zweiten Zustandsänderung oder Lageänderung der Aktuatorvorrichtung im Wesentlichen berührungslos erfolgen kann. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass die erfasste Zustandsänderung oder Lageänderung der Aktuatorvorrichtung elektrisch weiterverarbeitet werden kann.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung, welche vorteilhaft mit einer der vorgenannten Weiterbildungen kombinierbar ist, weist die Anordnung eine erste

- Messeinrichtung auf, welche mit einem elektromagnetischen, induktiven, elektrostatischen, kapazitiven oder optoelektronischen Messfühler ausgestaltet ist, welche zur Erfassung des zweiten Drehwinkels β , des dritten Drehwinkels ε oder des vierten Drehwinkels ζ ausgestaltet ist, welche vorzugsweise mit einem
- 5 ohmschen Sensor, induktiven Sensor, kapazitiven Sensor, Hall-Sensor oder mit einem optoelektronischen Sensor ausgebildet ist. Vorzugsweise dient für die erste Messeinrichtung der Erfassung einer Winkelmarkierung welche mit der Schiebenockeneinrichtung, der Nockenwelle oder der Kurbelwelle verdrehfest verbunden ist. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil
- 10 bieten, dass der erste Drehwinkel α mit einem weiteren erfassten Drehwinkel der Hubkolbenmaschine verglichen werden kann. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass ein Defekt der Anordnung zur Überwachung der Aktuatorvorrichtung, insbesondere ein Defekt der zweiten Messeinrichtung einfacher bemerkt werden kann.
- 15 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung, welche vorteilhaft mit einer der vorgenannten Weiterbildungen kombinierbar ist, weist die Anordnung eine dieser ersten Winkelmesseinrichtungen auf, welche mit der Nockenwelle verdrehfest verbunden ist, welche zur Erfassung des dritten Drehwinkels ε der Nockenwelle ausgestaltet ist. Als erste Winkelmesseinrichtung im Sinne der
- 20 Erfindung gilt auch eine Kombination aus einer zweiten Winkelmarkierung, welche verdrehfest mit der Nockenwelle verbunden ist, und einem bezüglich der rotierenden Nockenwelle stationären Messfühler zur Erfassung dieser zweiten Winkelmarkierung. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass der erste Drehwinkel α mit einem weiteren erfassten
- 25 Drehwinkel der Hubkolbenmaschine verglichen werden kann. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass ein Defekt der Anordnung zur Überwachung der Aktuatorvorrichtung, insbesondere ein Defekt der zweiten Messeinrichtung einfacher bemerkt werden kann.
- 30 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung, welche vorteilhaft mit einer der vorgenannten Weiterbildungen kombinierbar ist, weist die Anordnung eine dieser zweiten Winkelmesseinrichtungen auf, welche mit der Kurbelwelle

verdrehfest verbunden ist, welche zur Erfassung des vierten Drehwinkels ζ ausgestaltet ist. Als zweite Winkelmesseinrichtung im Sinne der Erfindung gilt auch eine Kombination aus einer Winkelmarkierung, welche verdrehfest mit der Kurbelwelle verbunden ist, und einem bezüglich der rotierenden Nockenwelle stationären Messfühler zur Erfassung dieser Winkelmarkierung. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass der erste Drehwinkel α mit einem weiteren erfassten Drehwinkel der Hubkolbenmaschine verglichen werden kann. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass ein Defekt der Anordnung zur Überwachung der Aktuatorvorrichtung, insbesondere ein Defekt der zweiten Messeinrichtung einfacher bemerkt werden kann.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung, welche vorteilhaft mit einer der vorgenannten Weiterbildungen kombinierbar ist, weist die Schiebenockeneinrichtung an einer Umfangsfläche eine Führungsnutanordnung mit wenigstens einer, zwei oder mehreren Führungsnuten auf, wobei die Führungsnutanordnung ausgestaltet ist, die Aktuatorvorrichtung oder deren erstes Koppellement zeitweise im Wesentlichen entsprechend einer Kulissenführung zu führen, wobei die Führungsnutanordnung mit dem Ausfahrumfangabschnitt ausgebildet ist, vorzugsweise wobei die Führungsnutanordnung zwei einander kreuzende Führungsnuten aufweist.

Vorzugsweise weist wenigstens eine der Führungsnuten der Führungsnutanordnung einen dieser Ausfahrumfangabschnitte auf. Vorzugsweise erstreckt sich wenigstens eine der Führungsnuten der Führungsnutanordnung entlang wenigstens eines Abschnitts der Umfangsfläche der Schiebenockeneinrichtung. Vorzugsweise ist die Führungsnutanordnung mit zwei einander kreuzenden Führungsnuten entsprechend der DE 10 2012 012 064 ausgebildet.

Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass die Kraftübertragung zwischen der Aktuatorvorrichtung und der Schiebenockeneinrichtung verbessert ist. Diese bevorzugte Weiterbildung kann

insbesondere den Vorteil bieten, dass die Verlagerung der Schiebenockeneinrichtung bei höheren Drehzahlen der Nockenwelle zuverlässiger ist. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass die zweite Zustandsänderung oder Kraftbeaufschlagung der Aktuatorvorrichtung durch die Bodenfläche einer der Führungsnuten der Führungsnutenanordnung erfolgen kann.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung, welche vorteilhaft mit einer der vorgenannten Weiterbildungen kombinierbar ist, weist die Anordnung ein Verstellgetriebe auf, welches ausgestaltet ist, eine Drehwinkellage der Nockenwelle relativ zu der Kurbelwelle zu stellen, und mit einer Steuereinrichtung, welche ausgestaltet ist, das Verstellgetriebe anhand der zweiten Zustandsänderung, der Lageänderung der Aktuatorvorrichtung, des ersten Differenzwinkels γ_1 , des zweiten Differenzwinkels γ_2 oder des dritten Differenzwinkels γ_3 zu steuern, vorzugsweise zum Stellen der Drehwinkellage.

Vorzugsweise ist das Verstellgetriebe zwischen ein Antriebsrad, insbesondere ausgestaltet als Zahnrad, Riemenscheibe oder Kettenrad, welches wenigstens mittelbar von der Kurbelwelle angetrieben werden kann, und die Nockenwelle geschaltet. Dabei ist das Verstellgetriebe zur umkehrbaren Rotation des Antriebsrads bezüglich der Nockenwelle ausgestaltet.

Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass mit Verstellen der Drehwinkellage auf Toleranzen der Bauteile des Ventiltriebs, Fertigungs Toleranzen oder Spiel zwischen der Kurbelwelle und der Nockenwelle reagiert werden kann. Diese bevorzugte Weiterbildung kann insbesondere den Vorteil bieten, dass eine Differenz zwischen einer tatsächlichen Steuerzeit und einer erforderlichen bzw. beabsichtigten Steuerzeit verringert werden kann.

Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung weist die Hubkolbenmaschine eine dieser Anordnungen gemäß dem zweiten Aspekt oder eine ihrer bevorzugten Weiterbildungen auf.

Zum Erreichen der Vorteile eines bestimmten Kreisprozesses bzw. Brennverfahrens ist die Einhaltung der Ventilerhebungskurven, insbesondere von deren Steuerzeiten, von besonderer Bedeutung. Es ist beobachtet worden, dass der Verbrauch einer Hubkolbenmaschine erhöht bzw. deren Betrieb
5 weniger wirtschaftlich ist, wenn von den erforderlichen bzw. beabsichtigten Steuerzeiten abgewichen wird.

Es ist üblich, ein Ventil mit einem Ventiltrieb zu betätigen. Ein Ventiltrieb kann als Bauteile eine Nockenwelle aufweisen, einen Schlepphebel, ein Ventilspielausgleichselement sowie eine Schiebenockeneinrichtung, welche
10 wenigstens einen exzentrischen Nocken trägt, welche im Wesentlichen parallel zu der Rotationsachse der Nockenwelle verschiebbar ist, welche von der Nockenwelle zur Rotation angetrieben werden kann. An der Nockenwelle kann eine zweite Winkelmarkierung verdrehfest befestigt sein, welche von einem Messfühler für den Drehwinkel der Nockenwelle erfasst werden soll. Während
15 des Betriebs der Hubkolbenmaschine kann, auf Grundlage der erfassten zweiten Winkelmarkierung und angenommenen bzw. zeichnerischen Geometrien der Bauteile des Ventiltriebs, auf wenigstens eine Steuerzeit eines Ventils geschlossen werden, beispielsweise auf den Beginn der Öffnung des Ventils.

Dieser Ventiltrieb sowie dessen Bauteile weisen aber unvermeidliche, mitunter
20 für die einwandfreie Funktion des Ventiltriebs erforderliche, Toleranzen aus der Fertigung (Fertigungstoleranzen) sowie aus dem Betrieb der Hubkolbenmaschine auf. Daher kann es zu unbekannten Zeitdifferenzen zwischen den aufgrund der erfassten zweiten Winkelmarkierung erwarteten Steuerzeiten eines Ventils und den tatsächlichen Steuerzeiten kommen. Es ist
25 beobachtet worden, dass Toleranzen der Bauteile (Bauteiltoleranzen) zu einer merklichen Abweichung der tatsächlichen Steuerzeiten von den erforderlichen bzw. beabsichtigten Steuerzeiten zusammenwirken können.

Mit der Hubkolbenmaschine gemäß dem dritten Aspekt kann der erste Drehwinkel α einer bzw. der Nockenwelle anhand der zweiten
30 Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung erfasst werden. Vorzugsweise wird

die zweite Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung durch die Schiebenockeneinrichtung eingeleitet.

5 Zwischen den Zustandsänderungen bzw. Bewegungen der Aktuatorvorrichtung und den Bewegungen des zugehörigen Ventils besteht ein mechanisch engerer Zusammenhang, als zwischen den Bewegungen des Ventils und der zweiten Winkelmarkierung der Nockenwelle. Der erste Drehwinkel α kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren mit höherer Genauigkeit bestimmt werden als durch Erfassen der zweiten Winkelmarkierung der Nockenwelle, insbesondere indem sich einige Bauteiltoleranzen weniger stark auswirken. Vorzugsweise
10 können Toleranzen der Nockenwelle und von deren zweiter Winkelmarkierung ausgeschlossen werden. Dadurch können erforderliche bzw. beabsichtigte Steuerzeiten besser eingehalten und die zugrunde liegende Aufgabe gelöst werden.

15 Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Zusammenhang mit den Figuren. Es zeigt:

- Fig. 1 schematisch einen Schnitt durch eine Nockenwelle und durch eine Schiebenockeneinrichtung zur Darlegung verschiedener Winkel,
- Fig. 2 ein Diagramm des Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung,
- 20 Fig. 3 ein Diagramm einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung,
- Fig. 4 ein Diagramm einer weiteren bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung,
- 25 Fig. 5 ein Diagramm einer weiteren bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung,
- Fig. 6 schematisch eine Anordnung gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung zu verschiedenen Zeitpunkten,

Fig. 7 schematisch eine weitere Anordnung gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung zu verschiedenen Zeitpunkten,

Fig. 8 schematisch bevorzugte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Anordnung,

5 Fig. 9 schematisch eine weitere bevorzugte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Anordnung.

Fig.1 zeigt schematisch einen Schnitt durch eine Nockenwelle 1 und durch eine Schiebenockeneinrichtung 3 zur Darlegung verschiedener Winkel.

10 Eine Schiebenockeneinrichtung 3 ist hier im Wesentlichen hohlzylindrisch ausgebildet. Eine Nockenwelle 1 erstreckt sich durch den Hohlraum der Schiebenockeneinrichtung 3. Für den technischen Effekt der Erfindung ist diese Ausbildung der Schiebenockeneinrichtung 3 aber nicht zwingend.

15 Ausgehend von einem Nullstrahl, welcher als waagerechte Linie dargestellt und mit „0“ markiert ist, sind der zweite Drehwinkel β der Schiebenockeneinrichtung, der mit Schritt S3 bestimmte erste Drehwinkel α der Nockenwelle 1 und der gemessene dritte Drehwinkel ε der Nockenwelle 1 dargestellt. Die Schiebenockeneinrichtung 3 weist eine erste Winkelmarkierung auf, durch welche der zweite Schenkel des zweiten Drehwinkels β verläuft. Es ist nicht zwingend, dass diese erste Winkelmarkierung an einer Umfangsfläche der Schiebenockeneinrichtung 3 angeordnet ist. Die Nockenwelle 1 weist eine, mit 20 einer durchgezogenen Linie dargestellten, zweite Winkelmarkierung auf, durch welche der zweite Schenkel des dritten Drehwinkels ε verläuft. Es ist nicht zwingend, dass diese zweite Winkelmarkierung an eine Stirnfläche der Nockenwelle 1 angeordnet ist.

25 Mit einer dünneren gestrichelten Linie ist die Position der zweiten Winkelmarkierung der Nockenwelle 1 dargestellt, welche die zweite Winkelmarkierung idealerweise einnehmen würde, welche die zweite

Winkelmarkierung infolge eines toleranzbehafteten Fertigungsverfahren aber nicht einnimmt.

Zur Verdeutlichung des vierten Drehwinkels ζ ist auch die Kurbelwelle 21 mit einer eigenen Winkelmarkierung dargestellt, welche der Anordnung gemäß dem zweiten Aspekt aber nicht zugehörig ist.

Fig. 2 zeigt ein Diagramm des Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung.

Während Schritt S1 wird der Aktuatorvorrichtung 14 eine Betätigungsenergie zugeführt, worauf die Aktuatorvorrichtung 14 eine erste Zustandsänderung durchläuft. Vorzugsweise besteht die erste Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung 14 in deren Lageänderung, insbesondere in deren Rotation und/oder Translation bezüglich einer zweiten Längsachse B der Aktuatorvorrichtung 14. Vorzugsweise leitet die erste Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung 14 eine umkehrbare Verlagerung der Schiebenockeneinrichtung 3 ein, insbesondere im Wesentlichen parallel zu einer Nockenwelle 1 der Hubkolbenmaschine.

Während Schritt S2 wird die Aktuatorvorrichtung 14 überwacht und eine zweite Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung 14 erfasst. Vorzugsweise besteht die zweite Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung 14 in deren Lageänderung. Vorzugsweise ist die zweite Zustandsänderung durch die Schiebenockeneinrichtung 3 eingeleitet, besonders bevorzugt durch deren Ausfahrumfangabschnitt.

Während Schritt S3 wird der erste Drehwinkel α einer bzw. der Nockenwelle 1 der Hubkolbenmaschine anhand der zweiten Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung 14 erfasst. Vorzugsweise wird eine vorbestimmte Lageänderung der Aktuatorvorrichtung 14 als Hinweis auf die zweite Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung 14 aufgefasst und insbesondere verarbeitet.

Mit diesem Verfahren wird die zu Grunde liegende Aufgabe gelöst.

Fig. 3 zeigt ein Diagramm einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung. Zusätzlich zu den Schritten S1, S2 und S3 werden die Schritte S4 und S5 ausgeführt.

- 5 Während Schritt S4 wird der zweite Drehwinkel β der Schiebenockeneinrichtung 3 bestimmt anhand der zweiten Zustandsänderung oder anhand der, insbesondere vorbestimmten, Lageänderung Δx der Aktuatorvorrichtung 14, insbesondere wobei der Scheitelpunkt des zweiten Drehwinkels β auf der Rotationsachse A der Nockenwelle 1 liegt.
- 10 Während Schritt S5 werden der zweite Drehwinkel β und der erste Drehwinkel α zu einem ersten Differenzwinkel γ_1 verknüpft.

- Vorzugsweise folgt Schritt S10 auf den Schritt S5 wobei während Schritt S10 die Drehwinkellage der Nockenwelle 1 bezüglich der Kurbelwelle 21 anhand des ersten Differenzwinkels γ_1 gestellt wird, besonders bevorzugt durch eine
- 15 Steuereinrichtung 7.

Fig. 4 zeigt ein Diagramm einer weiteren bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung. Zusätzlich zu den Schritten S1, S2 und S3 werden die Schritte S6 und S7 ausgeführt.

- 20 Während Schritt S6 wird der dritte Drehwinkel ε der Nockenwelle 3 mit einer ersten Winkelmesseinrichtung 22 erfasst.

Während Schritt S7 wird der zweite Drehwinkel β und/oder der erste Drehwinkel α mit dem dritten Drehwinkel ε zu einem zweiten Differenzwinkel γ_2 verknüpft.

- Vorzugsweise folgt Schritt S10 auf den Schritt S7 wobei während Schritt S10 die Drehwinkellage der Nockenwelle 1 bezüglich der Kurbelwelle 21 anhand des
- 25 zweiten Differenzwinkels γ_2 gestellt wird, besonders bevorzugt durch eine Steuereinrichtung 7.

Fig. 5 zeigt ein Diagramm einer weiteren bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung. Zusätzlich zu den Schritten S1, S2 und S3 werden die Schritte S8 und S9 ausgeführt.

5 Während Schritt S8 wird der vierte Drehwinkel ζ der Kurbelwelle mit der zweiten Winkelmesseinrichtung 4 erfasst.

Während Schritt S9 wird der zweite Drehwinkel β und/oder der erste Drehwinkel α mit dem vierten Drehwinkel ζ verknüpft, insbesondere zu einem dritten Differenzwinkel γ_3 .

10 Vorzugsweise folgt Schritt S10 auf den Schritt S7 wobei während Schritt S10 die Drehwinkellage der Nockenwelle 1 bezüglich der Kurbelwelle 21 anhand des dritten Differenzwinkels γ_3 gestellt wird, besonders bevorzugt durch eine Steuereinrichtung 7.

15 Fig. 6 zeigt schematisch eine Anordnung gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung zu verschiedenen Zeitpunkten. Die Anordnung weist die Nockenwelle 1, die Schiebenockeneinrichtung 3, die Aktuatorvorrichtung 14 und eine zweite Messeinrichtung 6, insbesondere einen Inkrementalgeber, auf. Die Schiebenockeneinrichtung 3 weist den Ausfahrumfangabschnitt 10 auf. Die Aktuatorvorrichtung 14 ist mit einem Bolzen oder Stift ausgebildet, welcher zur Translation bezüglich der Längsachse B ausgestaltet ist.

20 Nur zur Verdeutlichung des ersten Drehwinkels α ist eine zweite Winkelmarkierung an der Nockenwelle 1 gestrichelt dargestellt. Für das Verfahren gemäß dem ersten Aspekt sowie für die Anordnung gemäß dem zweiten Aspekt ist diese zweite Winkelmarkierung der Nockenwelle 1 nicht erforderlich.

25 Die Schiebenockeneinrichtung 3 ist im Wesentlichen parallel zu der Rotationsachse A, welche sich im Wesentlichen senkrecht zur Blattebene erstreckt, verlagerbar. Die Schiebenockeneinrichtung 3 ist insbesondere kraftschlüssig und/oder formschlüssig mit der Nockenwelle 1 verbindbar. Die

Nockenwelle 1 ist ausgestaltet, die Schiebenockeneinrichtung 3 zeitweise zur Rotation anzutreiben.

In der oberen Hälfte der Figur 6 ist die Anordnung im Anschluss an den Schritt S1 dargestellt. Die Aktuatorvorrichtung 14 soll bei fortschreitender Rotation der Schiebenockeneinrichtung 3 von der Schiebenockeneinrichtung 3 mit einer Kraftkomponente entlang des neben der Aktuatorvorrichtung 14 eingezeichneten Pfeils beaufschlagt werden. Bei der in der oberen Hälfte der Figur 6 dargestellten Anordnung wird gegenwärtig die Aktuatorvorrichtung 14 überwacht.

In der unteren Hälfte der Figur 6 ist die Anordnung im Anschluss an den Schritt S2 dargestellt. Die Nockenwelle 1 und die Schiebenockeneinrichtung 3 haben gemeinsam einige Grad um die Rotationsachse A rotiert. Die Aktuatorvorrichtung 14 ist um die Strecke Δx verlagert worden. Für das Verfahren gemäß dem ersten Aspekt um die Anordnung gemäß dem zweiten Aspekt ist es ausreichend, dass die vorbestimmte Lageänderung Δx nur wenige Millimeter oder Grad oder auch nur Bruchteile davon beträgt.

Die zweite Messeinrichtung 6 hat die zweite Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung 14 als Lageänderung erfasst. Aus der vorbestimmten Lageänderung Δx bzw. zweiten Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung 14 ist der erste Drehwinkel α bestimmt worden.

Fig. 7 zeigt schematisch eine weitere Anordnung gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung zu verschiedenen Zeitpunkten. Abweichend von Figur 6 ist die Aktuatorvorrichtung 14 mit einem Hebel ausgebildet, welcher um die zweite Längsachse B notieren kann. Bei dieser Ausführung erfolgt die Lageänderung Δx der Aktuatorvorrichtung 14, welche als Hinweis auf deren zweite Zustandsänderung aufzufassen ist, als Rotation um die zweite Längsachse B.

In der unteren Hälfte der Figur 7 ist die zweite Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung 14 von der zweiten Messeinrichtung 6 erfasst worden.

Weiter ist der erste Drehwinkel α anhand der zweiten Zustandsänderung bestimmt worden.

Fig. 8 zeigt schematisch bevorzugte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Anordnung. Abweichend gegenüber der Fig. 6 ist diesen Weiterbildungen
5 gemein, dass die Winkelmesseinrichtung zur Erfassung des Drehwinkels ε der Nockenwelle mit einer zweiten Winkelmarkierung 4 und einem Messfühler 5 ausgebildet ist. Die zweite Winkelmarkierung 4 ist mit einer Stirnfläche der Nockenwelle 1 verdrehfest verbunden.

Die oberen beiden Darstellungen (Figs. 8a, 8b) entsprechen im Wesentlichen
10 der bevorzugten Weiterbildung gemäß der Figur 6. Bei der obersten Darstellung (Fig. 8a) ist der Ausfahrumfangabschnitt 10 der Schiebenockeneinrichtung 3 markiert.

Bei der unteren Darstellung (Fig. 8c) ist von Fig. 6 abweichend die
15 Aktuatorvorrichtung mit dem ersten Koppellement 14 sowie dem Antriebselement 13 ausgebildet. Die zweite Messeinrichtung 6 ist mit einer elektrischen Spule sowie einstückig mit dem Antriebselement 13 ausgebildet. Vorzugsweise kann die elektrische Spule 13 zeitweise von einem Strom durchflossen sein, besonders bevorzugt wenn die Aktuatorvorrichtung 14 mit
20 einer Kraftkomponente im Wesentlichen radial zur Rotationsachse A zu beaufschlagen ist. Vorzugsweise kann in der elektrischen Spule 13 zeitweise ein Strom induziert werden, besonders bevorzugt wenn das erste Koppellement 14 tiefer in die Spule 13 eindringt.

Fig. 9 zeigt schematisch eine weitere bevorzugte Weiterbildung der
25 erfindungsgemäßen Anordnung. Gegenüber der Ausführung gemäß Fig. 6 sind zusätzlich dargestellt: die Kurbelwelle 21, eine Winkelmesseinrichtung 4, 5 zur Erfassung des vierten Drehwinkels ζ , eine Antriebseinrichtung, mit welcher die Kurbelwelle 21 hier die Nockenwelle 1 antreiben kann, die Steuereinrichtung 7 sowie das Verstellgetriebe 16. Eine Winkelmarkierung 4 ist mit einer Stirnfläche der Kurbelwelle 21 verdrehfest verbunden. Eine erste Messeinrichtung 5 dient
30 der Erfassung der Winkelmarkierung 4.

Die Steuereinrichtung 7 kann Signale der zweiten Messeinrichtung 6 sowie der ersten Messeinrichtung 5 entgegennehmen und verarbeiten. Die Steuereinrichtung 7 kann die Signale der ersten Messeinrichtung 5 und der zweiten Messeinrichtung 6 miteinander verknüpfen, insbesondere zu einem Differenzwinkel γ . Die Steuereinrichtung 7 kann das Verstellgetriebe 16 auf Grundlage des Differenzwinkels γ steuern. Dazu ist die Steuereinrichtung 7 mit der ersten Messeinrichtung 5, der zweiten Messeinrichtung 6 und dem Verstellgetriebe 16 signalverbunden, dargestellt mit gestrichelten Signalleitungen.

Bezugszeichen

	1	Nockenwelle	
	2	erste Winkelmarkierung der Schiebenockeneinrichtung	
	3	Schiebenockeneinrichtung	
5	4	zweite Winkelmarkierung der Nockenwelle	
	5	erste Messeinrichtung	
	6	zweite Messeinrichtung	
	7	erste Steuereinrichtung	
	9	Messfühler	
10	10	Ausfahrumfangsabschnitt	
	13	Antriebselement	
	14	Aktuatorvorrichtung	
	15	Führungsnutanordnung	
	16	Verstellgetriebe	
15	21	Kurbelwelle	
	22, 22a	Winkelmesseinrichtung	
	α	erster Drehwinkel	
	β	zweiter Drehwinkel $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$	Differenzwinkel
	ε	dritter Drehwinkel der Nockenwelle, gemessen	

	ζ	vierter Drehwinkel der Kurbelwelle
	A	Rotationsachse der Nockenwelle
	B	zweite Längsachse der Aktuatorvorrichtung
	x	Lage der Aktuatorvorrichtung bzw. des ersten Koppelelements
5	Δx	Lageänderung der Aktuatorvorrichtung bzw. des ersten Koppelelements

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung einer Aktuatorvorrichtung (14) einer Hubkolbenmaschine, wobei die Aktuatorvorrichtung (14) in der Weise ausgestaltet ist, eine Schiebenockeneinrichtung (3) der Hubkolbenmaschine zu betätigen, insbesondere umkehrbar zu verlagern, insbesondere im Wesentlichen parallel zu einer Nockenwelle (1) der Hubkolbenmaschine, mit den Schritten
- 5
- S1 Zuführen einer Betätigungsenergie zu der Aktuatorvorrichtung (14), worauf die Aktuatorvorrichtung (14) eine erste Zustandsänderung durchläuft,
- 10
- S2 Überwachen der Aktuatorvorrichtung (14) und Erfassen einer zweiten Zustandsänderung der Aktuatorvorrichtung (14),
- S3 Bestimmen eines ersten Drehwinkels α einer Nockenwelle (1) der Hubkolbenmaschine anhand der zweiten Zustandsänderung.
- 15
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei
- das Zuführen der Betätigungsenergie elektromagnetisch, induktiv oder elektrostatisch erfolgt, und/oder
 - das Erfassen der zweiten Zustandsänderung, elektromagnetisch, induktiv, elektrostatisch, kapazitiv oder optoelektronisch erfolgt, und/oder
 - die zweite Zustandsänderung als eine Lageänderung, insbesondere einer Translation oder einer Rotation, insbesondere bezüglich einer zweiten Längsachse (B), der Aktuatorvorrichtung (14) erfasst wird, und/oder
- 20

- das Bestimmen des ersten Drehwinkels α anhand einer vorbestimmten Lageänderung der Aktuatorvorrichtung (14) erfolgt.
3. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, mit den Schritten
- 5 S4 Bestimmen eines zweiten Drehwinkels β der Schiebenockeneinrichtung (3) anhand der zweiten Zustandsänderung oder anhand der, insbesondere vorbestimmten, Lageänderung der Aktuatorvorrichtung (14), insbesondere wobei der Scheitelpunkt des zweiten Drehwinkels β auf einer Rotationsachse
- 10 (A) der Nockenwelle (1) liegt,
- S5 Verknüpfen des zweiten Drehwinkels β und des ersten Drehwinkels α zu einem ersten Differenzwinkel γ_1 .
4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Nockenwelle (1) mit einer ersten Winkelmesseinrichtung (22) verdrehfest
- 15 verbunden ist, mit den Schritten
- S6 Erfassen eines dritten Drehwinkels ε der Nockenwelle (1) mit der ersten Winkelmesseinrichtung (22),
- S7 Verknüpfen des zweiten Drehwinkels β und/oder des ersten Drehwinkels α mit dem dritten Drehwinkel ε , insbesondere zu einem
- 20 zweiten Differenzwinkel γ_2 .
5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Kurbelwelle (21) der Hubkolbenmaschine mit einer zweiten Winkelmesseinrichtung (22a) verdrehfest verbunden ist, mit den Schritten
- S8 Erfassen eines vierten Drehwinkels ζ der Kurbelwelle (21) mit der
- 25 zweiten Winkelmesseinrichtung (22a),

S9 Verknüpfen des zweiten Drehwinkels β und/oder des ersten Drehwinkels α mit dem vierten Drehwinkel ζ , insbesondere zu einem dritten Differenzwinkel γ_3 .

- 5 6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Nockenwelle (1) ein Verstellgetriebe (16) aufweist, welches ausgestaltet ist, eine Drehwinkellage der Nockenwelle (1) relativ zu der Kurbelwelle (21) zu stellen, mit

10 S10 Stellen der Drehwinkellage anhand des ersten Differenzwinkels γ_1 , des zweiten Differenzwinkels γ_2 , oder des dritten Differenzwinkels γ_3 .

7. Anordnung zur Überwachung einer Aktuatorvorrichtung (14) einer Hubkolbenmaschine, insbesondere zum Ausführen eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Anordnung aufweist:

15 eine Nockenwelle (1), welche um eine Rotationsachse (A) rotieren kann, eine Schiebenockeneinrichtung (3), welche im Wesentlichen parallel zu der Rotationsachse (A) verlagerbar ist, welche an einer Umfangsfläche einen Ausfahrumfangabschnitt (10) aufweist,

20 eine Aktuatorvorrichtung (14), welche zum Betätigen oder Verlagern der Schiebenockeneinrichtung (3) ausgestaltet ist, welche eine zweite Zustandsänderung durchlaufen kann,

eine zweite Messeinrichtung (6), welche zur Erfassung der zweiten Zustandsänderung ausgestaltet ist, insbesondere welche einen ersten Drehwinkel α der Nockenwelle (1) anhand der zweiten Zustandsänderung bestimmen kann,

25 wobei der Ausfahrumfangabschnitt (10) ausgestaltet ist, die Aktuatorvorrichtung (14) mit wenigstens einer radial zur Rotationsachse (A) nach außen gerichteten Kraftkomponente zu beaufschlagen.

8. Anordnung gemäß Anspruch 7, wobei die Aktuatorvorrichtung (14) aufweist:

5 ein erstes Koppellement (8), welches ausgestaltet ist, die Schiebenockeneinrichtung (3) zeitweise mit einer Kraftkomponente im Wesentlichen parallel zu der Rotationsachse (A) zu beaufschlagen, welche zu einer Lageänderung, insbesondere einer Translation oder einer Rotation, insbesondere bezüglich einer zweiten Längsachse (B) der Aktuatorvorrichtung (14) ausgestaltet ist, und

10 ein Antriebselement (13), welches ausgestaltet ist, das erste Koppellement (8) zeitweise mit einer Kraftkomponente im Wesentlichen senkrecht zu der Rotationsachse (A) zu beaufschlagen.

9. Anordnung gemäß einem der Ansprüche 7 bis 8, wobei die zweite Messeinrichtung (6)

15 ausgestaltet ist, die zweite Zustandsänderung oder Lageänderung elektromagnetisch, induktiv, elektrostatisch, kapazitiv oder optoelektronisch zu erfassen, und/oder

einstückig mit dem Antriebselement (13) ausgebildet ist, und/oder

mit einem Hall-Sensor ausgebildet ist.

10. Anordnung gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9, mit

20 einer ersten Messeinrichtung (5), insbesondere einem Inkrementalgeber, welche mit einem elektromagnetischen, induktiven, elektrostatischen, kapazitiven oder optoelektronischen Messfühler (9) ausgestaltet ist, welche zur Erfassung des zweiten Drehwinkels β , des dritten Drehwinkels ε oder des vierten Drehwinkels ζ ausgestaltet ist, welche vorzugsweise mit
25 einem ohmschen Sensor, induktiven Sensor, kapazitiven Sensor, Hall-Sensor oder mit einem optoelektronischen Sensor ausgebildet ist und/oder

mit der ersten Winkelmesseinrichtung (22), welche mit der Nockenwelle (1) verdrehfest verbunden ist, welche zur Erfassung des dritten Drehwinkels ε ausgestaltet ist und/oder

5 mit der zweiten Winkelmesseinrichtung (22a), welche mit der Kurbelwelle (21) verdrehfest verbunden ist, welche zur Erfassung des vierten Drehwinkels ζ ausgestaltet ist.

11. Anordnung gemäß einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei die Schiebenockeneinrichtung (3) an einer Umfangsfläche eine Führungsnutanordnung (15) mit wenigstens einer Führungsnut aufweist, 10 wobei die Führungsnutanordnung (15) ausgestaltet ist, die Aktuatorvorrichtung (14) oder deren erstes Koppellement (8) zeitweise im Wesentlichen entsprechend einer Kulissenführung zu führen, wobei die Führungsnutanordnung (15) mit dem Ausfahrumfangsabschnitt (10) ausgebildet ist, vorzugsweise wobei die Führungsnutanordnung (15) zwei 15 einander kreuzende Führungsnuten aufweist.

12. Anordnung gemäß einem der Ansprüche 7 bis 11, mit einem Verstellgetriebe (16), welches ausgestaltet ist, eine Drehwinkellage der Nockenwelle (1) relativ zu der Kurbelwelle (21) zu stellen, und mit einer Steuereinrichtung (7), welche ausgestaltet ist, das Verstellgetriebe (16) anhand der zweiten 20 Zustandsänderung, der Lageänderung der Aktuatorvorrichtung (14), des ersten Differenzwinkels γ_1 , des zweiten Differenzwinkels γ_2 oder des dritten Differenzwinkels γ_3 zu steuern.

13. Hubkolbenmaschine mit einer Anordnung gemäß einem der Ansprüche 7 bis 12.

25 14. Computerprogramm, welches Anweisungen enthält, wobei die Anweisungen, wenn sie von einer Steuereinrichtung (7) ausgeführt werden, die Steuereinrichtung (7) dazu veranlassen, ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 auszuführen.

15. Computer-lesbares Medium, auf welchem ein Computerprogramm gemäß Anspruch 14 gespeichert ist.

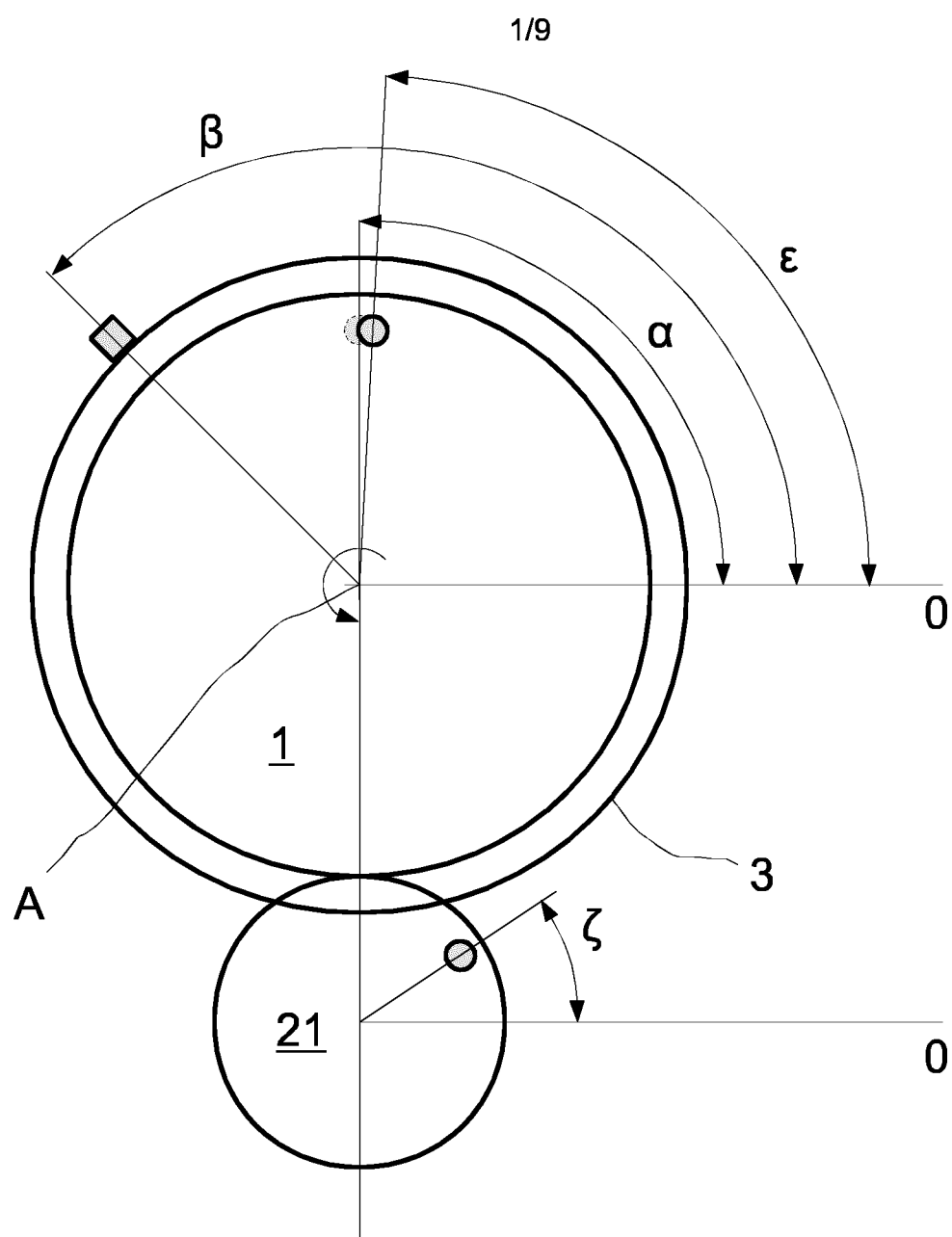


Fig. 1

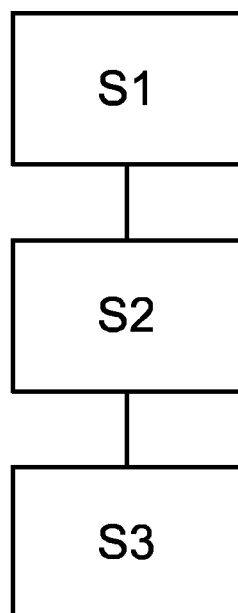


Fig. 2

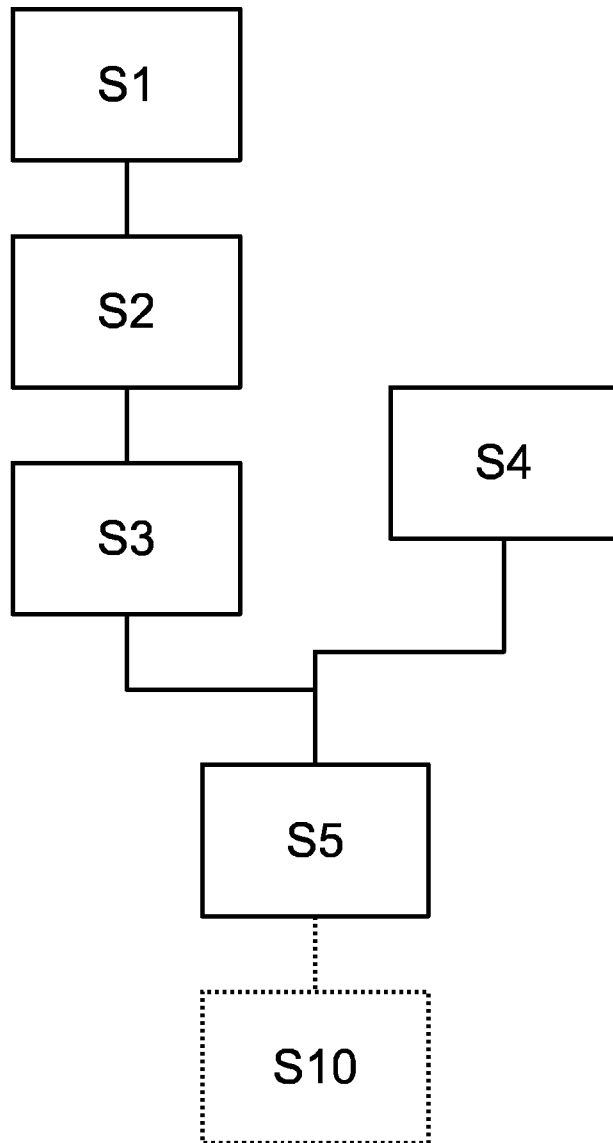


Fig. 3

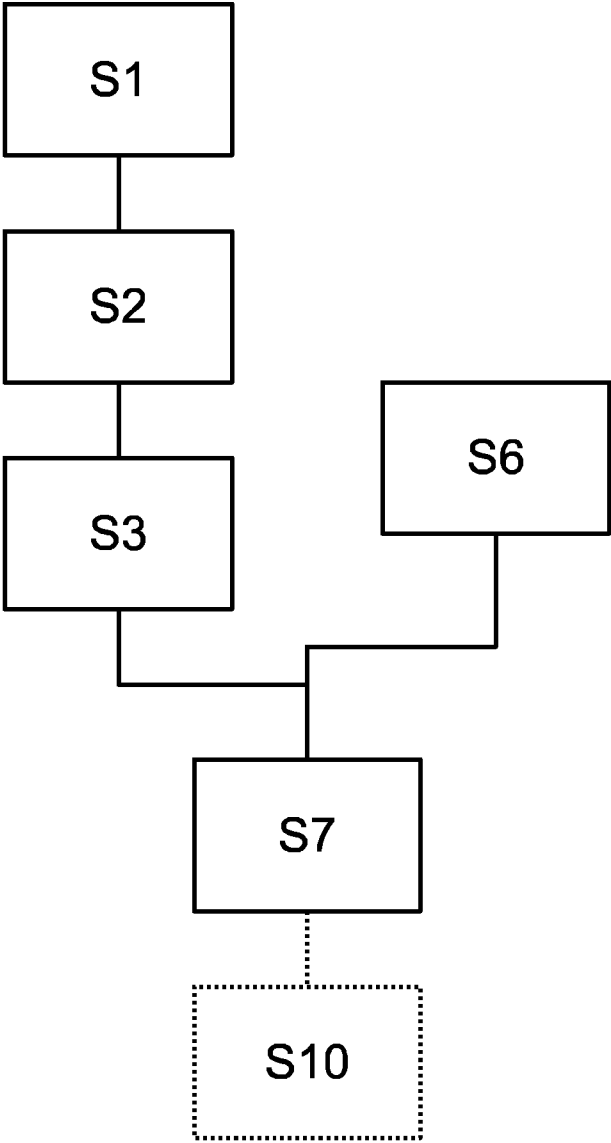


Fig. 4

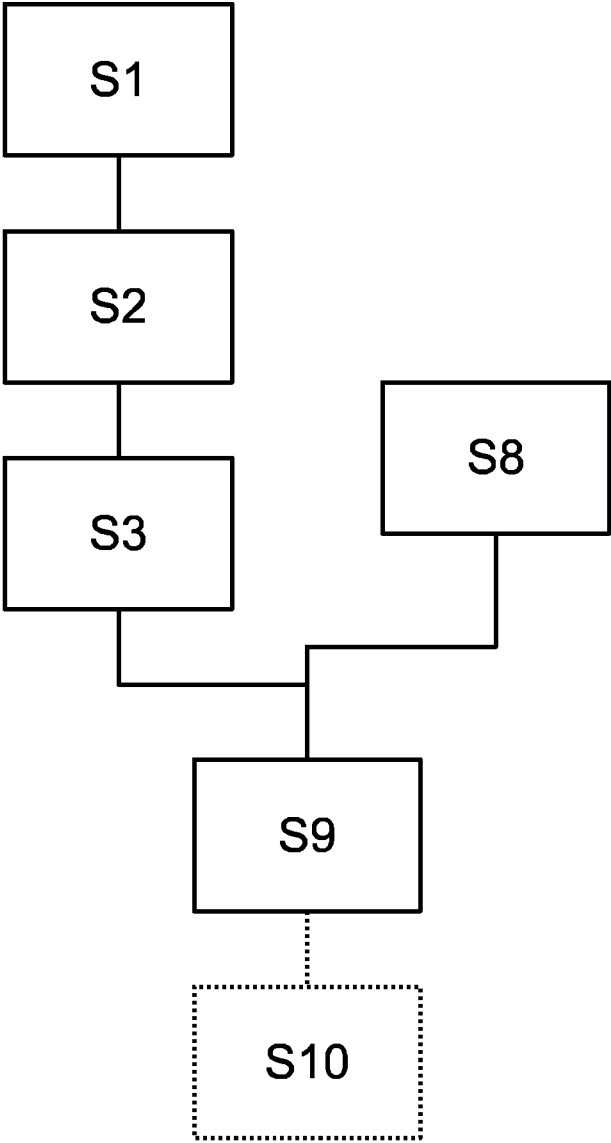


Fig. 5

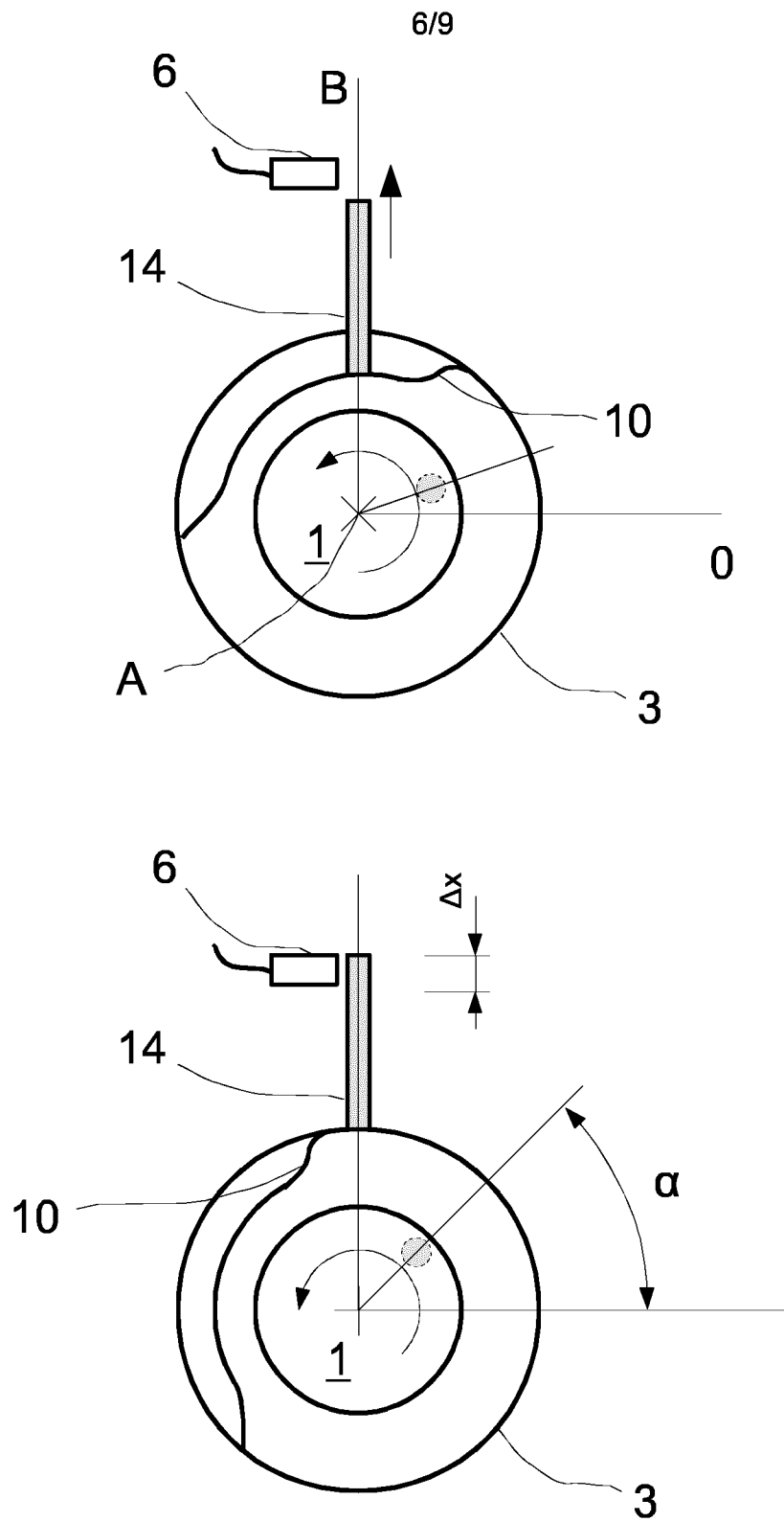


Fig. 6

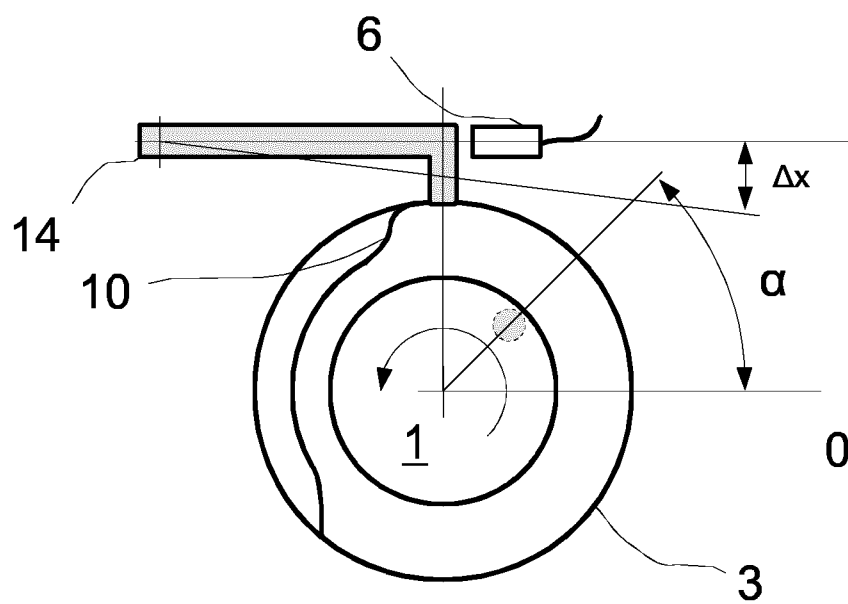
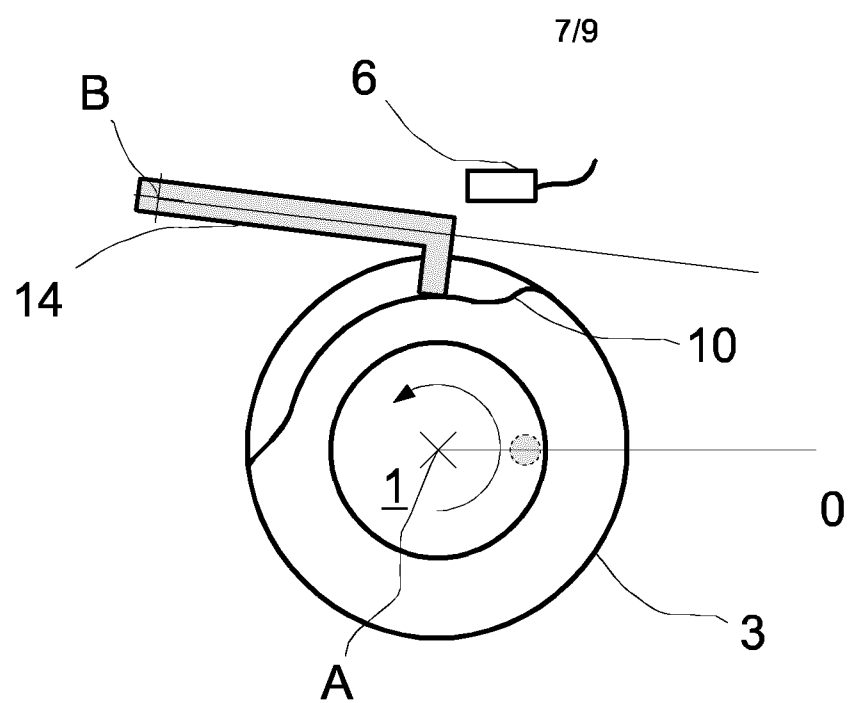


Fig. 7

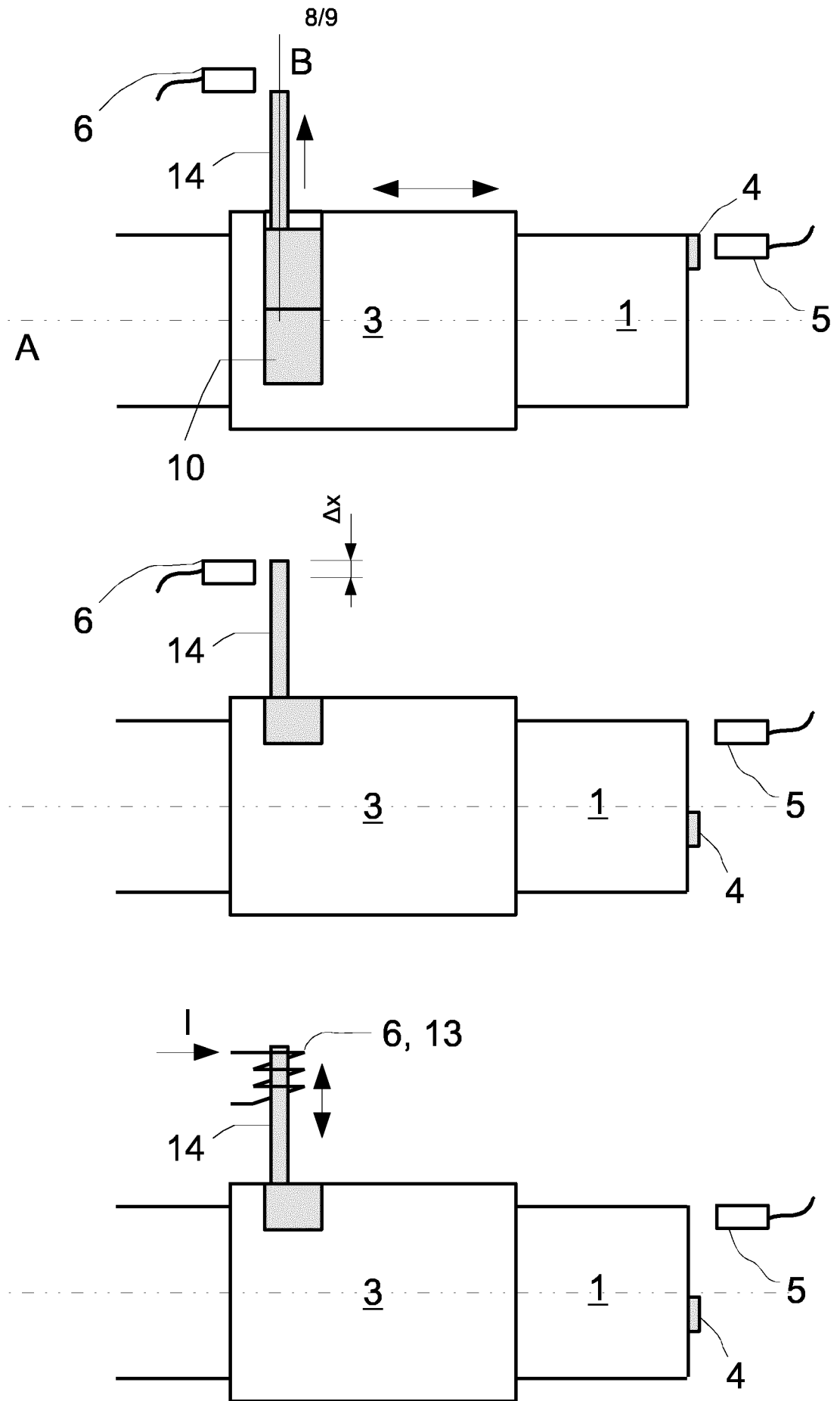


Fig. 8

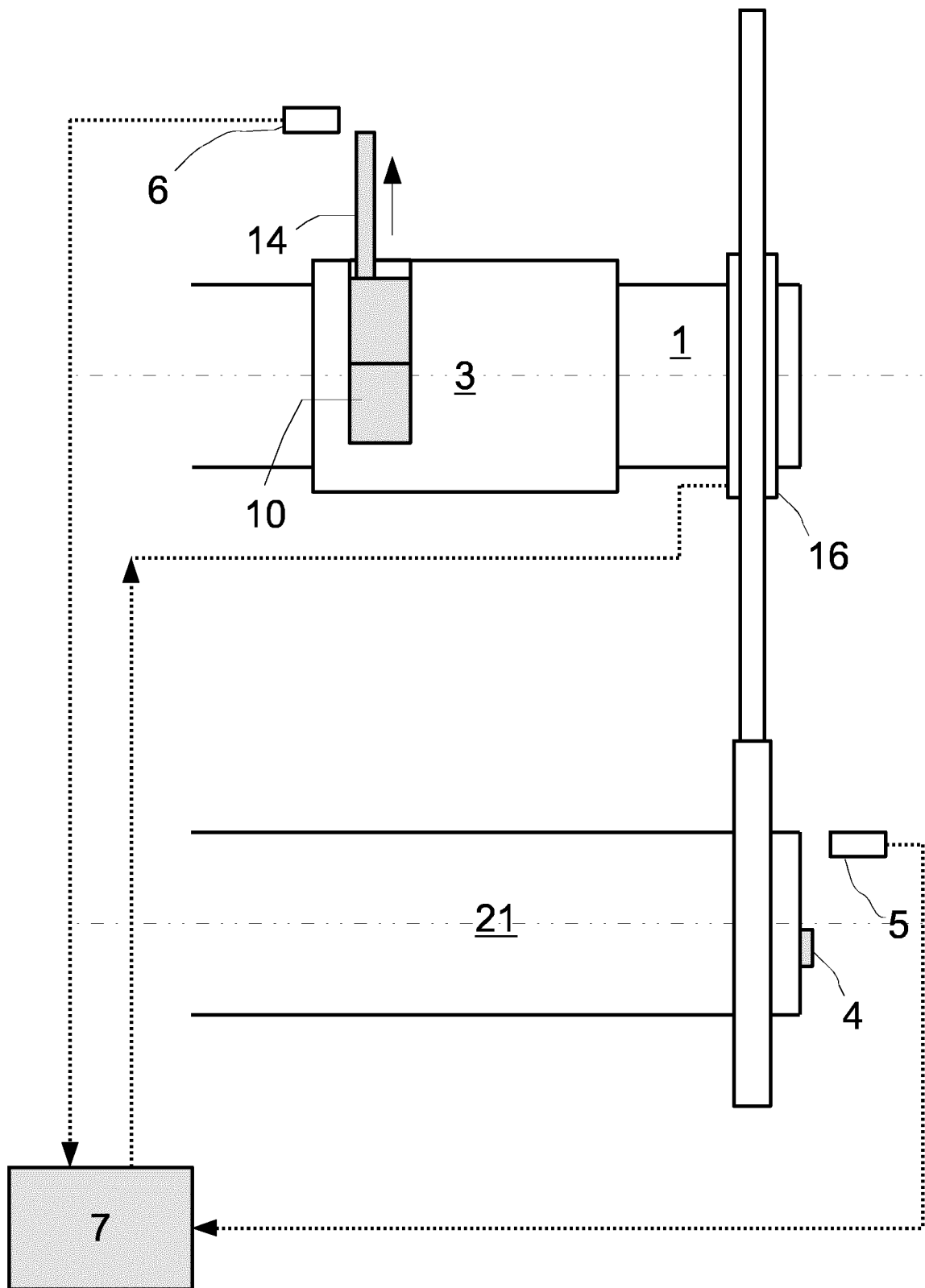


Fig. 9