

(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
19. November 2015 (19.11.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/173014 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F01L 1/344 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/059255

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. April 2015 (28.04.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 209 327.9 16. Mai 2014 (16.05.2014) DE

(71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: **STOWASSER, Wolfgang**; Finkenweg 18,
93059 Regensburg (DE). **BRUNNHÖLZL, Andreas**;
Kirchl 86, 94545 Hohenau (DE).

(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.

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR ADJUSTING AN ACTUATOR ELEMENT FOR A CAMSHAFT OF AN INTERNAL COMBUSTION
ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM EINSTELLEN EINES STELLGLIEDS FÜR EINE NOCKENWELLE EINER
BRENNKRAFTMASCHINE

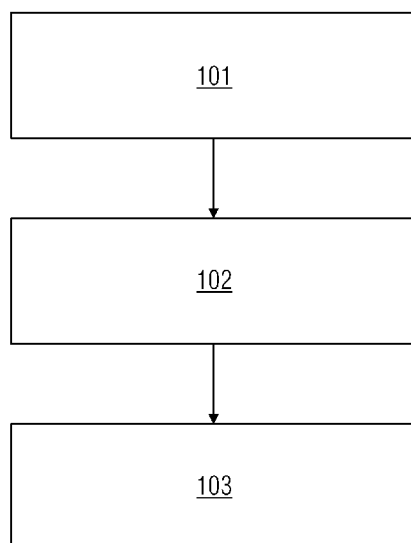


FIG 1

(57) Abstract: The present invention relates to a method for adjusting an actuator element (200) for a camshaft (201) of an internal combustion engine. The actuator element (200) is coupled to the camshaft (201) in such a way that a camshaft setting can be adjusted. According to the method, a torque is determined which is transmitted to the camshaft (201) by a component of the internal combustion engine, wherein the torque is determined on the basis of at least one operating parameter of the component. The torque is transmitted to the actuator element (200) by the camshaft (201), with the result that the torque can bring about an adjustment (202) of the actuator element (200) and of the camshaft setting. The size of the adjustment (202) is indicative of the torque of the component. According to the method, an adjuster (300) of the actuator element (200) is controlled on the basis of the torque in such a way that the torque is counteracted and the adjustment (202) of the actuator element (200) and of the camshaft setting is prohibited.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einstellen eines Stellglieds (200) für eine Nockenwelle (201) einer Brennkraftmaschine. Das Stellglied (200) ist derart mit der Nockenwelle (201) gekoppelt, dass eine Nockenwellenstellung einstellbar ist. Gemäß dem Verfahren wird ein Moment bestimmt, welches eine Komponente der Brennkraftmaschine auf die Nockenwelle

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/173014 A1



(201) überträgt, wobei das Moment basierend auf zumindest einem Betriebsparameter der Komponente bestimmt wird. Das Moment wird von der Nockenwelle (201) auf das Stellglied (200) übertragen, so dass das Moment eine Verstellung (202) des Stellglieds (201) und der Nockenwellenstellung verursachen kann. Die Größe der Verstellung (202) ist indikativ zu dem Moment der Komponente. Gemäß dem Verfahren wird ein Verstellers (300) des Stellglieds (200) basierend auf dem Moment derart gesteuert, dass dem Moment entgegengewirkt wird und die Verstellung (202) des Stellglieds (200) und der Nockenwellenstellung unterbunden wird.

Beschreibung

Verfahren zum Einstellen eines Stellglieds für eine Nockenwelle einer Brennkraftmaschine

5

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einstellen eines Stellglieds für eine Nockenwelle einer Brennkraftmaschine. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, ein Motorsteuergerät für eine Brennkraftmaschine und ein Computerprogramm zum Einstellen eines Stellglieds für eine Nockenwelle einer Brennkraftmaschine.

15 Hintergrund der Erfindung

Brennkraftmaschinen weisen mehrere Zylinder auf, welche jeweils an einer Nockenwelle und an eine Kurbelwelle gekoppelt sind. Die Kurbelwelle nimmt die Kolbenkräfte der einzelnen Kolben der Zylinder, die über jeweilige Pleuelstangen geleitet werden, auf und wandelt die Kolbenkräfte in ein Drehmoment um. Dabei wird die Nockenwellenposition mit Hilfe eines Stellglieds in einer definierten Lage gehalten.

In modernen Brennkraftmaschinen wird die Nockenwellenposition mit einem Stellglied auch während des Betriebs immer wieder neu eingestellt. Dazu ist es nötig, dass ein Stellglied die genaue Position der Nockenwelle kennt beziehungsweise anhand von Kennfeldern die ideale Nockenwellenstellung bestimmt. Mit einem Stellglied kann dann die geforderte Sollstellung der Nockenwellenposition gehalten werden. Bei der Steuerung moderner Stellglieder kommt es aufgrund der vorkommenden Totzeiten und dem verzögerten Ansprechen zu einer Begrenzung der maximal erreichbaren Regelgeschwindigkeit.

35

Wegen der Totzeiten und dem verzögerten Ansprechen kann die Steuerung, welche die Iststellung der Nockenwelle steuert, nicht mit einem Integralanteil beaufschlagt werden, da es sonst zu

einem instabilen System käme. Deshalb wird in modernen Nockenwellenverstellvorrichtungen eine gewisse maximale Steuerabweichung des Stellglieds zugelassen, unterhalb der die Steuerung nicht reagiert.

5

Wenn die Iststellung des Stellglieds, und damit der Nockenwelle, nicht kontinuierlich gemessen werden kann, sondern mittels Abtasten bestimmt wird, kann es zu Problemen kommen, da auch nach wiederholtem Eingreifen der Steuerung die Sollstellung nicht erreicht wird und sich stattdessen ein quasistationärer Zustand einstellt.

Diese sich ergebende Drift, welche nicht von geänderten Betriebsparametern des Stellglieds herrührt, wird aktuell mit Hilfe eines Last- und Drehzahl abhängigem Kennfeld kompensiert.

EP 1 272 741 B1 offenbart ein Verfahren zum Auffinden des Haltetastverhältnisses, welches zum Halten eines Stellglieds in einer gewünschten Sollstellung benötigt wird. Dieses Verfahren beruht im Wesentlichen auf der Tatsache, dass das Minimum der Durchflussskennlinie durch die Betriebsparameter des Magnetventils bestimmt wird. Dabei dient das Verfahren zur Regelung eines Stellglieds, welches zwischen zwei Endstellungen beweglich ist. Das Stellglied ist in einer Endstellung beaufschlagt und kann durch Betätigung einer Verstelleinheit zu einer anderen Endstellung hin bewegt werden. Dabei wird die Iststellung des Stellglieds mittels Abtastens bestimmt. Dann wird das Stellglied mittels eines pulsbreitenmodellierten Signals angesteuert und mit Hilfe einer Ansteuerung mit dem Haltetastverhältnis in einer Sollstellung gehalten. Wenn trotz wiederholtem Steuereingriff eine Steuerabweichung dauerhaft überschritten wird, wird das Haltetastverhältnis angepasst.

In modernen Brennkraftmaschinen mit Nockenwellenverstellungssystemen ergeben sich aufgrund aktueller Tendenzen neue Abhängigkeiten. Diese neuen Abhängigkeiten ergeben sich vor allem beispielhaft durch sinkenden Öldruck, kompaktere Ausführung der

Nockenwellenversteller, den Antrieb von zusätzlichen Komponenten über die Nockenwelle und variable Nockengeometrien.

Darstellung der Erfindung

5

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Stellglied für eine Nockenwelle in einer Brennkraftmaschine einzustellen, welches stabil eine gewünschte Nockenwellenstellung einer Nockenwelle hält.

10

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren zum Einstellen eines Stellglieds für eine Nockenwelle einer Brennkraftmaschine, mit einem Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, mit einem Motorsteuergerät für eine Brennkraftmaschine sowie mit

15

einem Computerprogramm gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst.

Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Einstellen eines Stellglieds für eine Nockenwelle einer Brennkraftmaschine beschrieben. Das Stellglied ist derart

20

mit der Nockenwelle gekoppelt, dass eine Nockenwellenstellung einstellbar ist.

Gemäß dem Verfahren wird ein Moment bestimmt, welches eine Komponente der Brennkraftmaschine auf die Nockenwelle überträgt, wobei das Moment basierend auf zumindest einem Betriebsparameter der Komponente bestimmt wird. Das Moment wird von der Nockenwelle auf das Stellglied übertragen, so dass das Moment eine Ver-

25

stellung des Stellglieds und der Nockenwellenstellung verursachen kann. Die Größe der Verstellung ist indikativ zu dem Moment der Komponente.

30

Gemäß dem Verfahren wird ein Versteller des Stellglieds basierend auf dem Moment derart gesteuert, dass dem Moment entgegengewirkt wird und die Verstellung des Stellglieds und der Nockenwellen-

35

lenstellung unterbunden wird.

In modernen Brennkraftmaschinen wird mittels Stellgliedern die eine gewünschte Nockenstellung der Nockenwelle eingestellt, um

z.B. gewünschte Ventilöffnungszeiten und -zeitpunkte von Gaswechselventilen der Brennkraftmaschine einzustellen bzw. zu justieren. Beispielsweise sind bei einem Kaltstart der Brennkraftmaschine unterschiedliche Ventilstellungen ein-

5 stellbar als während eines Normalbetriebs der Brennkraftmaschine.

Die Nockenstellung der Nockenwelle kann beispielsweise abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine eingestellt

10 werden. Die Betriebsparameter der Brennkraftmaschine sind beispielsweise die Motordrehzahl und die Luftmasse, welche für die Verbrennung herangezogen wird. Zudem kann auch die Außentemperatur, die Temperatur des Kraftstoffs oder der Umgebungsdruck herangezogen werden.

15 Die Nockenstellung der Nockenwelle kann basierend auf den Betriebsparametern der Brennkraftmaschine aus einem vorgegebenen Kennfeld der Brennkraftmaschine bestimmt werden. Der Zusammenhang der Betriebsparameter und der Nockenstellung kann

20 dabei aus einem Kennfeld abgelesen werden, welches beispielhaft ein Last- und Drehzahlabhängiges Kennfeld ist.

Das Stellglied ist mit der Nockenwelle insbesondere drehfest gekoppelt, so dass insbesondere Momente von der Nockenwelle auf

25 das Stellglied übertragen werden. Das Stellglied wird mittels des Verstellers in eine gewünschte Stellung gedreht, um die gewünschte Nockenwellenstellung einzustellen. Wie weiter unten im Detail beschrieben kann das Stellglied des Verstellers mittels hydraulischen Fluids betrieben werden.

30 In modernen Brennkraftmaschinen werden verschiedenste Komponenten der Brennkraftmaschine über die Nockenwelle angetrieben. Eine Komponente, welche beispielhaft ebenfalls über die Nockenwelle angetrieben wird, ist eine Einspritzpumpe oder ein

35 Bremskraftverstärker.

Die Momente, welche die Komponenten auf die Nockenwellen übertragen, sind insbesondere abhängig von zumindest einem

Betriebsparameter der Komponente. Je nachdem, mit welcher Leistung eine Komponente, wie beispielsweise die Einspritzpumpe, betrieben wird, desto höher oder niedriger ist das Moment, welches die Komponente auf die Nockenwelle überträgt. Bei der
5 Einspritzpumpe ist das Moment auf die Nockenwelle im Wesentlichen vom Betriebsparameter Volumenstrom des Kraftstoffs und dem Betriebsparameter Druckänderung abhängig. Aber es kann zum Beispiel auch die Pumpe für den Bremskraftverstärker an die Nockenwelle angeschlossen sein. Im Gegensatz zur Einspritzpumpe
10 wird die Pumpe des Bremskraftverstärkers aber nur bei Bedarf und mit konstantem Moment angetrieben.

Es ist bekannt, wie hoch das Moment einer Komponente bei bestimmten Betriebsparametern ist. Wird beispielsweise die
15 Einspritzpumpe mit einer bestimmten Leistung betrieben, so kann daraus das Moment der Komponente bestimmt werden, welches auf die Nockenwelle übertragen werden wird. Eine direkte Messung des übertragenen Moments ist dabei nicht notwendig. Ferner kann bereits bei Ansteuerung der Komponente mit bestimmten Be-
20 triebsparametern auf das Moment, welches auf die Nockenwelle übertragen wird, geschlossen werden, so dass entsprechend der Versteller verstellt wird.

Das Moment, welches von der Komponente auf die Nockenwelle und
25 somit auf das Stellglied übertragen wird, führt zu einer Verstellung der Nockenwellenstellung bzw. des Stellglieds. Es ist bekannt, wie groß die Abhängigkeit zwischen einer möglichen Verstellung und dem übertragenen Moment der Komponente ist. Mit anderen Worten kann in Abhängigkeit der Größe des übertragenen
30 Moments von der Komponente auf die Nockenwelle die Größe der Verstellung bestimmt werden.

Somit kann in Abhängigkeit von der Kenntnis des übertragenden Moments von der Komponente auf die Nockenwelle das Stellglied
35 mittels des Verstellers entsprechend eingestellt werden, so dass dem Moment entgegengewirkt wird und die Verstellung des Stellglieds bzw. der Nockenwellenstellung unterbunden wird.

Mit der vorliegenden Erfindung werden die sogenannten Störgrößen bzw. Momente, welche mittels der Komponenten auf die Nockenwelle und somit auf das Stellglied wirken bestimmt und durch Modellierung und Vorsteuerung des Stellglieds kompensiert. Durch die Unterbindung bzw. Kompensation der Verstellung (sog. Drift), indem das Stellglied durch Steuern des Verstellers in einer gewünschten Stellung gehalten wird, steigt die Qualität der Steuerung des Stellglieds, die letztlich einen direkten Einfluss auf z.B. das Zündungsverhalten, die Emission und den Verbrauch der Brennkraftmaschine hat.

Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform des Verfahrens, wird ein weiteres Moment bestimmt, welches eine weitere Komponente der Brennkraftmaschine auf die Nockenwelle überträgt. Das weitere Moment wird basierend auf zumindest einem weiteren Betriebsparameter der weiteren Komponente bestimmt, wobei das weitere Moment von der Nockenwelle auf das Stellglied übertragen wird, so dass das weitere Moment eine Verstellung des Stellglieds und der Nockenwellenstellung verursachen kann. Die Größe der Verstellung ist indikativ zu dem Moment und dem weiteren Moment. Das Steuern des Verstellers des Stellglieds basiert auf dem Moment und dem weiteren Moment derart, dass dem Moment und dem weiteren Moment entgegengewirkt wird und die Verstellung des Stellglieds und der Nockenwellenstellung unterbunden wird.

Mit der oben beschriebenen Ausführungsform wird hervorgehoben, dass die Summe aller Momente der Komponenten, welche auf die Nockenwelle wirken, berücksichtigt werden können, um das Stellglied mittels des Verstellers entsprechend zu steuern. Grundsätzlich ist zu sagen, dass das auf das Stellglied wirkende Gesamtmoment, aus welchem die Größe der Verstellung (sog. Drift) abgeleitet werden kann, der Summe aller Momente, welche von Komponenten zusätzlich auf die Nockenwelle übertragen werden, entspricht. Dies kann mit der Gleichung

$$M_{\text{Stellglied}} = M_{\text{Komponente 1}} + M_{\text{Komponente 2}} + \dots + M_{\text{Komponente n}}$$

dargestellt werden.

Das Moment des Stellglieds kann auch unter anderem vom Druckübersetzungsverhältnis innerhalb des Stellglieds, einer konstanten bestimmten Kenngröße und dem anliegenden Öldruck abhängig sein.

5

Beispiele für die Komponenten 1 bis n können zum Beispiel die angeschlossene Einspritzpumpe sein. Bei der Einspritzpumpe kann das auf die Nockenwelle übertragene Moment im Wesentlichen von Betriebsparameter Volumenstrom des Kraftstoffs und dem Betriebsparameter Druckänderung abhängig sein.

10

Auch das Moment der Pumpe für den Bremskraftverstärker, welcher eine der n Komponenten darstellen kann, kann im Wesentlichen vom Betriebsparameter Volumenstrom der Luft und vom Betriebsparameter Druckänderung abhängig sein.

15

Auch ist das Reibmoment der Nockenwelle bei Systemen mit unterschiedlichen Hüben variabel. Diese Systeme können als eine oben beschriebene Komponente verstanden werden. Zusätzlich kann an der Auslassseite berücksichtigt werden, dass das Ventil abhängig von der Phase gegen unterschiedliche Zylinderinnen-

20

drücke als Betriebsparameter geöffnet wird und sich somit das auf die Nockenwelle wirkende Moment verändert.

Zusätzlich können je nach Konfiguration der Brennkraftmaschine weitere Verbraucher bzw. Komponenten in die Bilanzgleichung des auf das Stellglied wirkenden Moments $M_{\text{Stellglied}}$, mit aufgenommen werden.

25

Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform weisen das Stellglied ein hydraulisches Stellglied und der Versteller einen hydraulischen Versteller auf. Der Versteller steuert einen Massenstrom eines hydraulischen Fluids zu und von dem hydraulischen Stellglied, um eine Sollstellung des Stellglieds einzustellen.

30

35

Der Schritt des Steuerns des Verstellers weist ferner ein Steuern des Massenstroms des hydraulischen Fluids zu und von dem

hydraulischen Stellglied mit dem Versteller basierend auf dem bestimmten Moment auf.

Das auf das hydraulische Stellglied wirkende Gesamtmoment verursacht insbesondere die Verstellung deswegen (sog. Drift), da aufgrund der Belastung mit dem Gesamtmoments Leckagen innerhalb des hydraulischen Stellglieds verursacht werden. Der Fluidstrom durch die Leckagen, welcher innerhalb des hydraulischen Stellglieds die Verstellung (Drift) verursachen, ist nicht konstant, sondern unterliegt z.B. auch Schwankungen. Die Schwankungen werden durch variierende Momente der Komponenten, welche auf die Nockenwelle und somit auf das Stellglied und auf den hydraulischen Versteller wirken, verursacht. Die variierende Momente $M_{\text{Komponente } 1-n}$ der Komponenten beruhen beispielsweise auf unterschiedlichen Betriebspunkten der Komponenten oder auch beispielhaft durch die Änderung der Viskosität des Öls, durch Temperatur und Alterung der Komponenten bzw. der Brennkraftmaschine und/oder durch die wechselnden auf das Stellglied und somit auf den hydraulischen Versteller einwirkende Momente entstehen. Zu einem Ermitteln der Abweichung verursacht durch die Leckage innerhalb des hydraulischen Verstellers des Stellglieds werden, wie oben erläutert, die Momente aller an den Leckagen beteiligter Komponenten bilanziert.

Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform weist das hydraulische Stellglied einen Flügelzellenversteller auf.

In einer beispielhaften Ausführungsform des Flügelzellenversteller weist dieser einen inneren Ring und einen radial von dem inneren Ring beabstandeten äußeren Ring auf, so dass zwischen dem inneren Ring und dem äußeren Ring ein Volumen ausgebildet ist. Der innere Ring ist relativ zu dem äußeren Ring verdrehbar, wobei der innere Ring eine innere Trennwand aufweist, welche radial von dem inneren Ring in das Volumen ragt. Der äußere Ring weist eine äußere Trennwand auf, welche radial von dem äußeren Ring in das Volumen ragt, wobei die innere Trennwand und die äußere Trennwand in Umfangsrichtung eine beabstandete erste Kammer und eine zweite Kammer bilden. In die erste Kammer ist ein Fluid mit einem ersten

Druck und in die zweite Kammer das Fluid mit einem zweiten Druck bereitstellbar, so dass ein relatives Verstellen des inneren Rings zu dem äußeren Ring bereitstellbar ist.

5 Gemäß dem Verfahren weist der Schritt des Steuerns des Verstellers ferner ein Steuern des Massenstroms des hydraulischen Fluids zu und von der ersten Kammer und der zweiten Kammer auf, sodass eine Stellung des inneren Rings relativ zu dem äußeren Ring eingestellt wird. Die Stellung des inneren Rings ist relativ zu
10 dem äußeren Ring indikativ für die Nockenwellenstellung.

In einer weiteren konkreten beispielhaften Ausführungsform des Flügelzellenversteller weist dieser ferner eine Welle auf, welche an den inneren Ring oder den äußeren Ring gekoppelt ist,
15 wobei die Welle an die Nockenwelle derart gekoppelt ist, dass ein Verstellen der Welle ein Verstellen der Nockenwelle bewirkt.

Die Ringe sind radial ineinander verschachtelt und können auch jeweils als Hohlzylinder ausgebildet sein. Dabei ragt zumindest
20 eine Trennwand von dem inneren Ring radial nach außen in das Volumen und zumindest eine Trennwand ragt von dem äußeren Ring radial in das Volumen nach innen hinein. Der Flügelzellenversteller kann auch mehr als jeweils eine Trennwand aufweisen. Ist dies der Fall, weist sowohl der innere Ring als auch der äußere
25 Ring dieselbe Anzahl an Trennwänden auf. Auch sind die Trennwände dann jeweils am inneren und äußeren Ring so angeordnet, dass in Umfangsrichtung immer eine innere Trennwand auf eine äußere Trennwand folgt. Dadurch werden durch die zumindest eine innere Trennwand und die zumindest eine äußere Trennwand in Um-
30 fangsrichtung beabstandete erste Kammern und zweite Kammer gebildet. Die Verdrehbarkeit des inneren Rings relativ zum äußeren Ring führt dazu, dass die Volumina der gebildeten zumindest einen ersten Kammer und der zumindest einen zweiten Kammer veränderbar sind. Ein Verändern des Volumens einer Kammer
35 durch ein relatives Verdrehen des inneren Rings gegen den äußeren Ring führt dazu, dass sich alle gebildeten Volumina abhängig von einander verändern.

In dem Flügelzellenversteller kann entweder der innere Ring oder der äußere Ring an eine Welle gekoppelt sein. Damit ist sichergestellt, dass entweder der innere Ring oder der äußere Ring als Rotor und der jeweils andere Ring als Stator dient. Die Welle des Stellglieds ist wiederum kraftschlüssig an die Nockenwelle gekoppelt. Dies führt dazu, dass eine Verdrehung der Welle eine Verdrehung der Nockenwelle und eine Verdrehung der Nockenwelle wiederum eine Verdrehung der Welle nach sich zieht. Dadurch kann eine Verdrehung der Nockenwelle eine Veränderung der Volumina der zumindest einen ersten Kammer und der zumindest einen zweiten Kammer nach sich ziehen. Ebenfalls kann die Veränderung der Volumina der zumindest einen ersten Kammer und der zumindest einen zweiten Kammer dazu führen, dass die Nockenstellung der Nockenwelle verändert und somit die gewünschte Nockenstellung eingestellt wird.

In dem Flügelzellenversteller ist in der ersten Kammer ein Fluid eines ersten Drucks und in der zweiten Kammer ein Fluid eines zweiten Drucks bereitstellbar, so dass ein relatives Verstellen des inneren Rings gegen den äußeren Ring bereitstellbar ist.

Sowohl die zumindest eine erste Kammer als auch die zumindest eine zweite Kammer sind jeweils mit einem Fluid beaufschlagt. Jede der zumindest einen ersten Kammer ist dabei mit einem Fluid mit einem ersten Druck beaufschlagt und jede der ersten Kammern ist jeweils mit einer ersten Fluidleitung verbunden, welche die zumindest eine erste Kammer mit einem ersten Fluidreservoir verbindet. Jede der zumindest einen zweiten Kammer ist mit einem Fluid mit einem zweiten Druck beaufschlagt und jede der zweiten Kammern ist jeweils mit einer zweiten Fluidleitung verbunden, welche die zumindest eine zweite Kammer mit einem zweiten Fluidreservoir verbindet. Durch ein Verändern des ersten Drucks und/oder des zweiten Drucks ist ein relatives Verstellen des inneren Rings relativ zu dem äußeren Ring durchführbar.

35

Das Verfahren weist ferner das Steuern einer Stellung des inneren Rings relativ zu dem äußeren Ring ferner mittels Einstellens des

ersten Drucks in der ersten Kammer und des zweiten Drucks in der zweiten Kammer auf.

Dadurch, dass in dem Flügelzellenversteller die zumindest eine
5 erste Kammer und die zumindest eine zweite Kammer unabhängig voneinander mit Fluid eines bestimmten Drucks beaufschlagt werden können und das Fluid durch die kleinen Leckagen an den Spitzen der zumindest einen inneren Trennwand und der zumindest einen äußeren Trennwand von einer der zumindest einen ersten
10 Kammer in eine der zumindest einen zweite Kammer und anders herum fließen kann, führt dazu, dass die relative Stellung des inneren Rings zu dem äußeren Ring gesteuert werden kann. Somit kann auch die Nockenstellung der Nockenwelle in eine definierte und bestimmte Position gesteuert werden.

15 Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine beschrieben, wobei insbesondere das oben beschriebene Verfahren durchgeführt wird.

20 Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Motorsteuergerät für eine Brennkraftmaschine beschrieben, wobei das Motorsteuergerät derart eingerichtet ist, dass das oben beschriebene Verfahren zum Einstellen eines Stellglieds für eine
25 Nockenwelle einer Brennkraftmaschine ausführbar ist.

Das Motorsteuergerät kann beispielsweise einen programmierbaren Prozess aufweisen. Ferner kann das Motorsteuergerät eine Datenbank aufweisen, welche verschiedene Daten enthält, wie Daten
30 der verschiedenen Messgrößen, welche während des Betriebs der Brennkraftmaschine gemessen, ausgegeben und in dem Motorsteuerungsgerät gespeichert werden, und Parameter, wie zum Beispiel Öldruck, Volumenstrom des Kraftstoffs, Druckänderung, Nockenwellen Hub, Phase der Auslassnockenwelle, Zeitpunkt zur
35 Ansteuerung der Pumpe des Bremskraftverstärkers. Diese Größen sind entweder schon in der Datenbank des Motorsteuergeräts vorhanden, oder können mittels des Motorsteuergeräts aus den vorhandenen Größen bestimmt werden.

Die zur Modellierung benötigten Betriebsparameter der Brennkraftmaschine oder der Komponenten, wie zum Beispiel Öldruck, Volumenstrom des Kraftstoffs, Druckänderung, Nockenwellenhub, Phase der Auslassnockenwelle, Zeitpunkt zur Ansteuerung der
5 Pumpe des Bremskraftverstärkers, sind entweder im Motorsteuergerät vorhanden oder können aus bereits vorhandenen gemessenen Parametern abgeleitet werden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein
10 Computerprogramm zum Einstellen eines Stellglieds für eine Nockenwelle einer Brennkraftmaschine beschrieben. Das Computerprogramm ist so eingerichtet, das oben beschriebene Verfahren durchzuführen, wenn das Computerprogramm von einem Prozessor ausgeführt wird.

15 Im Sinne dieses Dokuments ist die Nennung eines solchen Computerprogramms gleichbedeutend mit dem Begriff eines Programmelements, eines Computerprogrammprodukts und/oder eines computerlesbaren Mediums, das Anweisungen zum Steuern eines
20 Computersystems enthält, um die Arbeitsweise eines Systems, beziehungsweise eines Verfahrens in geeigneter Weise zu koordinieren, um die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren verknüpften Wirkungen zu erreichen.

25 Das Computerprogramm kann als computerlesbarer Anweisungscode in jeder geeigneten Programmiersprache wie beispielsweise JAVA, C++ etc. implementiert sein. Das Computerprogramm kann auf einem computerlesbaren Speichermedium (CD-Rom, DVD, Blu-Ray Disk, Wechsellaufwerk, flüchtiger oder nicht-flüchtiger Speicher,
30 eingebauter Speicher/Prozessor etc.) abgespeichert sein. Der Anwendungscode kann einen Computer oder andere programmierbare Geräte, wie insbesondere ein Steuereinrichtung beziehungsweise das oben beschriebene Motorsteuergerät für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, derart programmieren, dass die
35 gewünschten Funktionen ausgeführt werden. Ferner kann das Computerprogramm in einem Netzwerk wie beispielsweise dem Internet bereitgestellt werden, von dem es bei Bedarf von einem Nutzer heruntergeladen werden kann.

Die Erfindung kann sowohl mittels eines Computerprogramms, d.h. einer Software, als auch mittels einer oder mehrerer spezieller elektrischer Schaltungen, d.h. in Hardware oder in beliebig hybrider Form, d.h. mittels Software-Komponenten und Hardware-Komponenten, realisiert werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die hier beschriebenen Ausführungsbeispiele lediglich eine beschränkte Auswahl an möglichen Ausführungsvarianten der Erfindung darstellen. So ist es möglich, die Merkmale einzelner Ausführungsbeispiele in geeigneter Weise miteinander zu kombinieren, so dass für den Fachmann mit den hier expliziten Ausführungsvarianten eine Vielzahl von verschiedenen Ausführungsbeispielen als offensichtlich offenbart anzusehen sind.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im Folgenden werden zur weiteren Erläuterung und zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren näher beschrieben.

Fig. 1 zeigt schematisch einzelne Verfahrensschritte des Verfahrens zum Einstellen eines Stellglieds für eine Nockenwelle einer Brennkraftmaschine gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Flügelzellenverstellers gemäß einem beispielhaften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 3 zeigt die Position des Steuerkolbens zum Steuern der Zufuhr des Fluides in eine erste Kammer und eine zweite Kammer eines Flügelzellenverstellers bei einem Tastverhältnis von 50% gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 4 zeigt die Position des Steuerkolbens zum Steuern der Zufuhr des Fluides in eine erste Kammer 208 und eine zweite Kammer eines Flügelzellenverstellers bei einem Tastverhältnis von 100% gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 5 zeigt die Position des Steuerkolbens zum Steuern der Zufuhr des Fluides in eine erste Kammer 208 und eine zweite Kammer eines Flügelzellenverstellers bei einem Tastverhältnis von 0% gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Detaillierte Beschreibung von exemplarischen Ausführungsformen

Gleiche oder ähnliche Komponenten sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die Darstellung in den Figuren ist schematisch und nicht maßstäblich.

Fig. 1 zeigt schematisch einzelne Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Einstellen eines Stellglieds 200 für eine Nockenwelle 201 einer Brennkraftmaschine gemäß eines beispielhaften Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung. Das Stellglied 200 ist derart mit der Nockenwelle 201 gekoppelt, dass eine Nockenwellenstellung einstellbar ist.

In Schritt 101 wird ein Moment bestimmt, welches eine Komponente der Brennkraftmaschine auf die Nockenwelle 201 überträgt, wobei das Moment basierend auf zumindest einem Betriebsparameter der Komponente bestimmt wird. Das Moment wird von der Nockenwelle 201 auf das Stellglied 200 übertragen, so dass das Moment eine Verstellung 202 des Stellglieds 201 und der Nockenwellenstellung verursachen kann. Die Größe der Verstellung 202 ist indikativ zu dem Moment der Komponente.

In Schritt 103 wird ein Versteller 300 des Stellglieds 200 basierend auf dem Moment derart gesteuert, dass dem Moment entgegengewirkt wird und die Verstellung 202 des Stellglieds 200 und der Nockenwellenstellung unterbunden wird.

Die Nockenstellung der Nockenwelle 201 kann beispielsweise abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine eingestellt werden. Die Betriebsparameter der Brennkraftmaschine sind beispielsweise die Motordrehzahl und die Luftmasse, welche für die Verbrennung herangezogen wird. Zudem kann auch die Außentemperatur, die Temperatur des Kraftstoffs oder den Umgebungsdruck herangezogen wird.

Das Stellglied 200 ist mit der Nockenwelle 201 insbesondere drehfest gekoppelt, so dass insbesondere Momente von der Nockenwelle 201 auf das Stellglied 200 übertragen werden. Das Stellglied 200 wird mittels des Verstellers in eine gewünschte Stellung gedreht, um die gewünschte Nockenwellenstellung einzustellen.

In modernen Brennkraftmaschinen werden verschiedenste Komponenten der Brennkraftmaschine über die Nockenwelle 201 angetrieben. Eine Komponente, welche beispielhaft ebenfalls über die Nockenwelle angetrieben wird, ist eine Einspritzpumpe oder ein Bremskraftverstärker.

Es ist bekannt, wie hoch das Moment einer Komponente bei bestimmten Betriebsparametern ist. Wird beispielsweise die Einspritzpumpe mit einer bestimmten Leistung betrieben, so kann daraus das Moment der Komponente bestimmt werden, welches auf die Nockenwelle 201 übertragen wird. Ferner kann bereits bei Ansteuerung der Komponente mit bestimmten Betriebsparametern auf das Moment, welches auf die Nockenwelle 201 übertragen wird, geschlossen werden, so dass entsprechend der Versteller 300 verstellt wird.

Das Moment, welches von der Komponente auf die Nockenwelle 201 und somit auf das Stellglied 200 übertragen wird, führt zu einer Verstellung der Nockenwellenstellung bzw. des Stellglieds 200. Es ist bekannt, wie groß die Abhängigkeit zwischen einer möglichen Verstellung und dem übertragenen Moments der Komponente ist. Mit anderen Worten kann in Abhängigkeit der Größe

des übertragenen Moments von der Komponente auf die Nockenwelle 201 die Größe der Verstellung bestimmt werden.

Somit kann in Abhängigkeit von der Kenntnis des übertragenden Moments von der Komponente auf die Nockenwelle 201 das Stellglied 200 mittels des Verstellers 300 entsprechend eingestellt werden, so dass dem Moment entgegengewirkt wird und die Verstellung des Stellglieds 200 bzw. der Nockenwellenstellung unterbunden wird.

Ferner kann in Schritt 102 beispielsweise ein weiteres Moment bestimmt werden, welches eine weitere Komponente der Brennkraftmaschine auf die Nockenwelle 201 überträgt. Das weitere Moment wird basierend auf zumindest einem weiteren Betriebsparameter der weiteren Komponente bestimmt, wobei das weitere Moment von der Nockenwelle 201 auf das Stellglied 200 übertragen wird, so dass das weitere Moment eine Verstellung des Stellglieds 200 und der Nockenwellenstellung verursachen kann. Die Größe der Verstellung ist indikativ zu dem Moment und dem weiteren Moment. Das Steuern des Verstellers 300 des Stellglieds 200 basiert auf dem Moment und dem weiteren Moment derart, dass dem Moment und dem weiteren Moment entgegengewirkt wird und die Verstellung des Stellglieds 200 und der Nockenwellenstellung unterbunden wird.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung des Stellglieds 200, welches z.B. als Flügelzellenversteller 200 ausgebildet ist.

Der Flügelzellenversteller 200 umfasst einen inneren Ring 204, einen äußeren Ring 205 und eine Welle 210. Die Welle 210 des Flügelzellenverstellers 200 ist in dem Ausführungsbeispiel dieser vorliegenden Erfindung kraftschlüssig mit der Nockenwelle 201 verbunden. In dieser vorliegenden Erfindung bedeutet „kraftschlüssig verbunden“, dass die Welle 210 des Flügelzellenverstellers 200 an die Nockenwelle 201 derart gekoppelt ist, dass ein von der Nockenwelle 201 aufgenommenes und übertragenes Moment auch direkt auf die Welle 210 des Flügelzellenverstellers 200 übertragen wird und die Welle 210 dann dasselbe Moment wie die Nockenwelle 201 überträgt. Alternativ kann auch die Welle 210 ein auf sie wirkendes Moment an die

Nockenwelle 201 derart weitergeben, dass auf die Nockenwelle 201 dasselbe Moment wie auf die Welle 210 wirkt.

Der innere Ring 204 ist an die Welle 210 gekoppelt, so dass auf
5 die Welle 210 wirkende Momente zu einer relativen Verdrehung des
inneren Rings 204 gegen den äußeren Ring 205 führen. Alternativ
kann der äußere Ring 205 an die Welle 210 gekoppelt sein, so dass
in diesem Fall das auf die Welle 210 übertragene Moment zu einer
relativen Verdrehung des äußeren Rings 205 gegen den inneren Ring
10 204 führt. Es ist festzuhalten, dass entweder der innere Ring 204
oder der äußere Ring 205 mit der Welle 210 verbunden ist. Der
jeweilige mit der Welle 210 verbundene Ring 204, 205 dient dann
als Rotor des Flügelzellenverstellers 200 und der andere Ring
204, 205 als Stator. In Fig. 2 ist der Fall dargestellt, in dem
15 der innere Ring 204 als Rotor und der äußere Ring 205 als Stator
dient. Der innere Ring 204 und der äußere Ring 205 sind radial
derart voneinander beabstandet, dass sie ein radiales Volumen
zwischen einander definieren.

Des Weiteren weist der innere Ring 204 zumindest eine innere
Trennwand 206, welche sich radial von dem inneren Ring 204 in
Richtung des äußeren Rings 205 erstreckt, auf. Auch der äußere
Ring 205 weist zumindest eine äußere Trennwand 207 auf, welche
sich radial von dem äußeren Ring 205 in Richtung des inneren Rings
25 204 erstreckt. In dem Volumen zwischen innerem Ring 204 und
äußerem Ring 205 werden durch die zumindest eine innere Trennwand
206 und die zumindest eine äußere Trennwand 207 zumindest eine
erste Kammer 208 und zumindest eine zweite Kammer 209 ausge-
bildet, welche in Umfangsrichtung beabstandet sind.

Die Umfangsrichtung ist in diesem Ausführungsbeispiel die
Richtung, in welche sich der entweder innere Ring 204 oder der
äußere Ring 205 um die Achse der Welle des Flügelzellenvers-
tellers 200 dreht.

In dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel weist der innere
Ring 204 vier innere Trennwände 206 und der äußere Ring 205 vier
äußere Trennwände 207 auf. Es können beliebig viele innere

Trennwände 206 und äußere Trennwände 207 in einem Flügelzellenversteller 200 vorkommen, solange dieser zumindest eine innere Trennwand 206 und zumindest eine äußere Trennwand 207 aufweist und die Anzahl der inneren Trennwände 206 der Anzahl der äußeren Trennwände 207 entspricht. Diese exakt gleiche Anzahl führt dazu, dass in Umfangsrichtung immer abwechselnd eine erste Kammer 208 und eine zweite Kammer 209 gebildet werden. Auch stellt diese Anordnung und Anzahl der zumindest einen inneren Trennwände 206 und der zumindest einen äußeren Trennwände 207 sicher, dass eine relative Verstellung 202 des inneren Rings 204 relativ gegen den äußeren Ring 205 durchführbar ist.

Zwischen den inneren Trennwänden 206 und dem äußeren Ring 205 kann es in radialer Richtung zu kleinen Spalten, sogenannten Leckagen 203, kommen. Zwischen den äußeren Trennwänden 207 und dem inneren Ring 204 kann es in radialer Richtung zu kleinen Spalten, sogenannten Leckagen 203, kommen. Durch diese am inneren Ring 204 liegenden Leckagen 203 kann Fluid von einer zweiten Kammer 209 in eine erste Kammer 208 fließen. Auch kann durch diese am äußeren Ring 205 liegenden Leckagen 203 Fluid von der ersten Kammer 208 in eine zweite Kammer 209 fließen. Diese Leckagen 203 sollten möglichst klein sein, so dass eine voreingestellte Sollstellung von dem Flügelzellenversteller 200 möglichst genau beibehalten werden kann. Da die Menge des über die Leckagen zwischen den ersten Kammern 208 und zweiten Kammern 209 ausgetauschten Fluides von der Größe des auf die Welle 210 übertragenen Moments und anderen Betriebsparametern abhängt, sind die Leckagen 203 je nach Betriebszustand und Einsatz unterschiedlich. Genauer gesagt sind nicht die Leckagen unterschiedlich, sondern die Menge an Fluid, welches über die Leckagen zwischen den ersten Kammern 208 und den zweiten Kammern 209 übertragen wird.

Wird in diesem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ein zusätzliches Moment auf die Nockenwelle 201 und somit auf die Welle 210 übertragen führt dies dazu, dass sich die relative Stellung 202 des inneren Rings 204 gegen den äußeren Ring 205 im Uhrzeigersinn verschiebt. Dies führt in diesem Ausführungsbeispiel dazu, dass der Druck in z.B. der ersten Kammer 208 sich

im Vergleich zu einem Druck in der anderen zweiten Kammer 209 erhöht und die Volumina der ersten Kammern 208 vergrößert werden und die der zweiten Kammern 209 verkleinert werden. Dadurch entsteht ein Fluidstrom durch die Leckagen 203 um den Druck-
5 unterschied zwischen den Kammern 208, 209 auszugleichen. Dies führt wiederum zu einer ungewollten Verstellung 202 des Stellglieds 200.

Aufgrund der Kenntnis der Betriebszustände der an die Nockenwelle
10 201 gekoppelten Komponenten und somit aufgrund der Kenntnis der übertragenen Momente der Komponenten auf das Stellglied 200, kann der Fluidstrom durch die Leckagen 203 vorherbestimmt werden und der Versteller 300 kann aktiv Fluid in die entsprechenden Kammer 208, 209 zu- bzw. abführen, um den Fluidstrom durch die Leckagen
15 203 auszugleichen. Somit wird der Druck in den entsprechenden Kammern 208, 209 konstant gehalten, so dass eine ungewollte Verstellung 202 des Stellglieds 200 unterbunden wird.

Fig. 3 zeigt einen hydraulischen Versteller 300 gemäß einem
20 Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, welcher den Flügelzellenversteller 200 in eine vorgegebene Position einstellt und hält. Der Versteller 300 weist einen Steuerkolben 301 auf, welcher verschiedene Fluidströme in die entsprechenden Kammern 208, 209 des Flügelzellenverstellers 200 steuern kann.
25 Der Versteller 300 weist eine Feder 302 auf. Der Steuerkolben 301 steuert die Fluidzufuhr des Fluides in die ersten Kammern 208 und in die zweiten Kammern 209. Hierfür hat der Versteller 300 in der beispielhaften Ausführungsform mehrere Anschlüsse, durch welche mittels Steuerung des Steuerkolbens 301 gezielt Fluid strömen
30 kann. Die Anschlüsse sind in diesem Ausführungsbeispiel ein erster Ausfluss 303 zu einer Fluidwanne (z.B. Ölwanne), eine erste Fluidleitung 304 zu der zumindest einen ersten Kammer 208, ein Anschluss 305 durch den druckbeaufschlagtes Fluid fließt, eine zweite Fluidleitung 306 zu der zumindest einen zweiten
35 Kammer und ein zweiter Ausfluss 307 zu der Fluidwanne.

In Fig. 3 ist die Position des Steuerkolbens 301 zum Steuern der Zufuhr des Fluides in die zumindest eine erste Kammer 208 und die

zumindest eine zweite Kammer 209 bei einem Tastverhältnis von 50% dargestellt. In dieser Stellung fließt kein Fluid über die Leitungen zur Fluidwanne oder in die Kammern 208, 209 hinein oder hinaus. In dieser Stellung sind die Leckagen 203 die einzige
5 Möglichkeit für Fluid von einer ersten Kammer 208 in eine zweite Kammer 209 oder umgekehrt zu fließen. Der Steuerkolben 301 verschließt bei einem Tastverhältnis von 50% (Mittelstellung des Steuerkolbens 301 in Fig. 3) die erste Fluidleitung 304 und die zweite Fluidleitung 306 zur Fluidwanne.

10

Ein Tastverhältnis von 100% entspricht einer Stellung des Steuerkolbens 301, bei welchem Fluid von dem Anschluss 305 in die erste Fluidleitung 304 zu den ersten Kammern 208 strömt und Fluid aus den zweiten Kammern 209 über die zweite Fluidleitung 306 zu
15 dem zweiten Ausfluss 307 fließt. Somit werden beispielsweise die ersten Kammern 108 mit zusätzlichem Fluid gefüllt und die zweite Kammern 209 entleert (siehe Fig. 4).

15

Ein Tastverhältnis von 0% entspricht einer Stellung des Steuerkolbens 301, bei welchem Fluid von dem Anschluss 305 in die zweite Fluidleitung 306 zu den zweiten Kammern 209 strömt und Fluid aus ersten Kammern 208 über die erste Fluidleitung 304 zu dem ersten Ausfluss 303 fließt. Somit werden beispielsweise die zweiten Kammern 109 mit zusätzlichem Fluid gefüllt und die ersten
25 Kammern 208 entleert (siehe Fig. 5).

20

25

Wird nun ein Moment von einer Komponente auf die Nockenwelle 201 beaufschlagt, entsteht ein Druckunterschied zwischen der ersten Kammer 208 und der zweiten Kammer 209 und Fluid fließt durch die
30 Leckagen 203, so dass sich das Stellglied 200 verstellen würde. Um diesen Fluss des Fluids durch die Leckagen 203 entgegen zu wirken, wird der Steuerkolben 301 entsprechend verstellt, so dass wieder das entsprechende Fluid mit einem gesteuerten Massenstrom in den Kammern 208, 209 zur Verfügung gestellt wird und eine
35 Verstellung aufgrund des Fluidabflusses bzw. -zuflusses unterbunden wird. Je nach Größe der Momente, welche von den Komponenten auf die Nockenwelle übertragen werden, entsteht entsprechend große Leckageströme durch die Leckagen 203, so dass

30

35

entsprechend mehr Fluid in die Kammern 208, 209 zu- bzw. abgeführt werden muss.

Das Tastverhältnis des Steuerkolbens 301, bei welchem ein Fluidstrom in oder aus den entsprechenden Kammern 208, 209 derart eingestellt wird, so dass der Fluidstrom durch die Leckagen 203 durch Zu- und Abfuhr von Fluid in oder aus den Kammern ausgeglichen wird und deshalb keine Verstellung 202 des Stellglieds 200 verursacht wird, wird als Haltetastverhältnis bezeichnet.

Typischerweise kann das Haltetastverhältnis zwischen 30% und 70% Prozent betragen. Dies bedeutet, dass der Steuerkolben 301 entsprechend näher an dem 0%-Tastverhältnis (siehe Fig. 5) oder dem 100%-Tastverhältnis (siehe Fig. 4) liegt.

Fig. 4 zeigt die Position des Steuerkolbens 301 zum Steuern der Zufuhr des Fluides in die zumindest eine erste Kammer 208 und die zumindest eine zweite Kammer 209 bei einem Tastverhältnis von 100%.

Der Versteller 300 in Fig. 4 entspricht dem Versteller 300 aus Fig. 3. Ein Tastverhältnis von 100% entspricht in der beispielhaften Ausführungsform dem Zustand, in dem der Steuerkolben 301 sich in einer ersten Extremposition befindet und die Feder 302 komplett zusammengedrückt ist. In dieser Stellung des Steuerkolbens 301 kann druckbeaufschlagtes Fluid durch den Anschluss 305 zur ersten Fluidleitung 304, welche zu den ersten Kammer 208 führt, fließen. Gleichzeitig kann Fluid durch die zweite Fluidleitung 306, welche zu den zweiten Kammern 209 führt, durch den zweiten Ausfluss 307 zu einer Fluidwanne fließen. Diese Stellung bewirkt, dass zusätzliches druckbeaufschlagtes Fluid in die zumindest eine erste Kammer 208 fließt und Fluid aus der zumindest einen zweiten Kammer 209 fließt. Dadurch vergrößert sich das Volumen der zumindest einen ersten Kammer 208 und das Volumen der zumindest einen zweiten Kammer 209 verkleinert sich. Dies führt in dem Ausführungsbeispiel in Fig. 2 dazu, dass sich der innere Ring 204 des Flügelzellenverstellers 200 gegen den Uhrzeigersinn dreht und der Zustand, dass Fluid über die Leckagen

von der zumindest einen ersten Kammer 208 in die zumindest eine zweite Kammer 209 fließt, ausgeglichen wird.

Fig. 5 zeigt die Position des Steuerkolbens 301 zum Steuern der Zufuhr des Fluides in die zumindest eine erste Kammer 208 und die zumindest eine zweite Kammer 209 bei einem Tastverhältnis von 0%.

Der Versteller 300 in Fig. 5 entspricht dem Versteller 300 aus Fig. 3. Ein Tastverhältnis von 0% entspricht in der beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dem Zustand, in dem der Steuerkolben 301 sich in einer zweiten Extremposition befindet und die Feder 302 komplett ausgedehnt ist. In dieser Stellung des Steuerkolbens 301 kann druckbeaufschlagtes Fluid durch den Anschluss 305 zur zweiten Fluidleitung 306, welche zu der zumindest einen zweiten Kammer 209 führt, fließen. Gleichzeitig kann Fluid durch die erste Fluidleitung 304, welche zu der zumindest einen ersten Kammer 208 führt, durch den ersten Ausfluss 303 zu einer Fluidwanne fließen. Diese Stellung bewirkt, dass zusätzliches druckbeaufschlagtes Fluid in die zumindest eine zweite Kammer 209 fließt und Fluid aus der zumindest einen ersten Kammer 208 fließt. Dadurch vergrößert sich das Volumen der zumindest einen zweiten Kammer 209 und das Volumen der zumindest einen ersten Kammer 208 verkleinert sich. Dies führt in dem Ausführungsbeispiel in Fig. 2 dazu, dass sich der innere Ring 204 des Flügelzellenverstellers 200 im Uhrzeigersinn dreht und der Zustand, dass Fluid über die Leckagen von der zumindest einen zweiten Kammer 209 in die zumindest eine erste Kammer 208 fließt, ausgeglichen wird.

Ergänzend ist darauf hinzuweisen, dass "umfassend" keine anderen Elemente oder Schritte ausschließt und "eine" oder "ein" keine Vielzahl ausschließt. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Merkmale oder Schritte, die mit Verweis auf eines der obigen Ausführungsbeispiele beschrieben worden ist, auch in Kombination mit anderen Merkmalen oder Schritten anderer oben beschriebener Ausführungsbeispiele verwendet werden können.

Bezugszeichenliste

	Erster Verfahrensschritt	101
	Zweiter Verfahrensschritt	102
5	Dritter verfahrensschritt	103
	Stellglied/ Flügelzellenversteller	200
	Nockenwelle	201
10	Verstellung	202
	Leckage	203
	innerer Ring	204
	äußerer Ring	205
	innere Trennwand	206
15	äußere Trennwand	207
	erste Kammer	208
	zweite Kammer	209
	Welle	210
20	Versteller	300
	Steuerkolben	301
	Feder	302
	erster Ausfluss	303
	erste Fluidleitung	304
25	Anschluss	305
	zweite Fluidleitung	306
	zweiter Ausfluss	307

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einstellen eines Stellglieds (200) für eine Nockenwelle (201) einer Brennkraftmaschine,

5 wobei das Stellglied (200) derart mit der Nockenwelle (201) gekoppelt ist, dass eine Nockenwellenstellung einstellbar ist, das Verfahren aufweisend

Bestimmen eines Moments, welches eine Komponente der Brennkraftmaschine auf die Nockenwelle (201) überträgt,

10 wobei das Moment basierend auf zumindest einem Betriebsparameter der Komponente bestimmt wird,

wobei das Moment von der Nockenwelle (201) auf das Stellglied (200) übertragen wird, so dass das Moment eine Verstellung (202) des Stellglieds (201) und der Nockenwellenstellung verursachen

15 kann,

wobei die Größe der Verstellung (202) indikativ zu dem Moment der Komponente ist, und

Steuern eines Verstellers (300) des Stellglieds (200) basierend auf dem Moment derart, dass dem Moment entgegengewirkt
20 wird und die Verstellung (202) des Stellglieds (200) und der Nockenwellenstellung unterbunden wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, ferner aufweisend

Bestimmen eines weiteren Moments, welches eine weitere
25 Komponente der Brennkraftmaschine auf die Nockenwelle (201) überträgt,

wobei das weitere Moment basierend auf zumindest einem weiteren Betriebsparameter der weiteren Komponente bestimmt wird,

wobei das weitere Moment von der Nockenwelle (201) auf das

30 Stellglied (200) übertragen wird, so dass das weitere Moment eine Verstellung (202) des Stellglieds (201) und der Nockenwellenstellung verursachen kann,

wobei die Größe der Verstellung (202) indikativ zu dem Moment und dem weiteren Moment ist, und

35 wobei das Steuern des Verstellers (300) des Stellglieds (200) auf dem Moment und dem weiteren Moment derart basiert, dass dem Moment und dem weiteren Moment entgegengewirkt wird und die Verstellung

(202) des Stellglieds (200) und der Nockenwellenstellung unterbunden wird.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2,

5 wobei das Stellglied (200) ein hydraulisches Stellglied aufweist, und

wobei der Versteller (300) einen Massenstrom eines hydraulischen Fluids zu und von dem hydraulischen Stellglied steuert, um eine Sollstellung des Stellglieds (200) einzustellen,

10 wobei der Schritt des Steuerns des Verstellers (300) ferner aufweist

Steuern des Massenstroms des hydraulischen Fluids zu und von dem hydraulischen Stellglied mit dem Versteller (300) basierend auf dem bestimmten Moment.

15

4. Verfahren gemäß Anspruch 3,

wobei das hydraulische Stellglied einen Flügelzellenversteller (200) aufweist.

20 5. Verfahren gemäß Anspruch 4,

wobei der Flügelzellenversteller einen inneren Ring (204) und einen radial von dem inneren Ring (204) beabstandeten äußeren Ring (205) aufweist, so dass zwischen dem inneren Ring (204) und dem äußeren Ring (205) ein Volumen ausgebildet ist,

25 wobei der innere Ring (204) relativ zu dem äußeren Ring (205) verdrehbar ist,

wobei der innere Ring (204) eine innere Trennwand (206) aufweist, welche radial von dem inneren Ring (204) in das Volumen ragt, wobei der äußere Ring (205) eine äußere Trennwand (207) aufweist,

30 welche radial von dem äußeren Ring (205) in das Volumen ragt, wobei die innere Trennwand (206) und die äußere Trennwand (207) in Umfangsrichtung eine beabstandete erste Kammer (208) und eine zweite Kammer (209) bilden,

wobei in die erste Kammer (208) ein Fluid mit einem ersten Druck und in die zweite Kammer (209) das Fluid mit einem zweiten Druck bereitstellbar ist, so dass ein relatives Verstellen des inneren Rings (204) zu dem äußeren Ring (205) bereitstellbar ist, das Verfahren ferner aufweisend

35

wobei der Schritt des Steuerns des Verstellers (300) ferner aufweist

Steuern des Massenstroms des hydraulischen Fluids zu und von der ersten Kammer (208) und der zweiten Kammer (209), sodass eine
5 Stellung des inneren Rings (204) relativ zu dem äußeren Ring (205) eingestellt wird,
wobei die Stellung des inneren Rings (204) relativ zu dem äußeren Ring (205) indikativ für die Nockenwellenstellung ist.

10 6. Verfahren gemäß Anspruch 5,
wobei der Flügelzellenversteller ferner eine Welle (210) aufweist, welche an den inneren Ring (204) oder den äußeren Ring (205) gekoppelt ist,
wobei die Welle an die Nockenwelle (201) derart gekoppelt ist,
15 dass ein Verstellen der Welle ein Verstellen der Nockenwelle (201) bewirkt.

7. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, das Verfahren aufweisend
20 Durchführen des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6.

8. Motorsteuergerät für eine Brennkraftmaschine, wobei das Motorsteuergerät derart eingerichtet ist, dass das Verfahren
25 gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 ausführbar ist.

9. Computerprogramm zum Einstellen eines Stellglieds (200) für eine Nockenwelle (201) einer Brennkraftmaschine,
wobei das Computerprogramm zum Durchführen des Verfahrens gemäß
30 einem der Ansprüche 1 bis 6 eingerichtet ist.

1/5

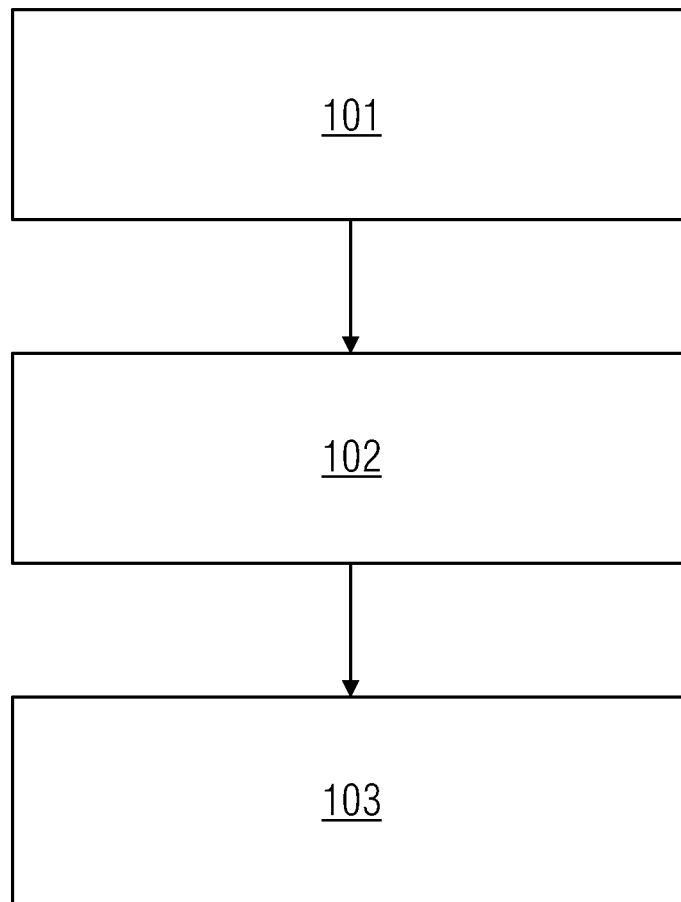


FIG 1

2/5

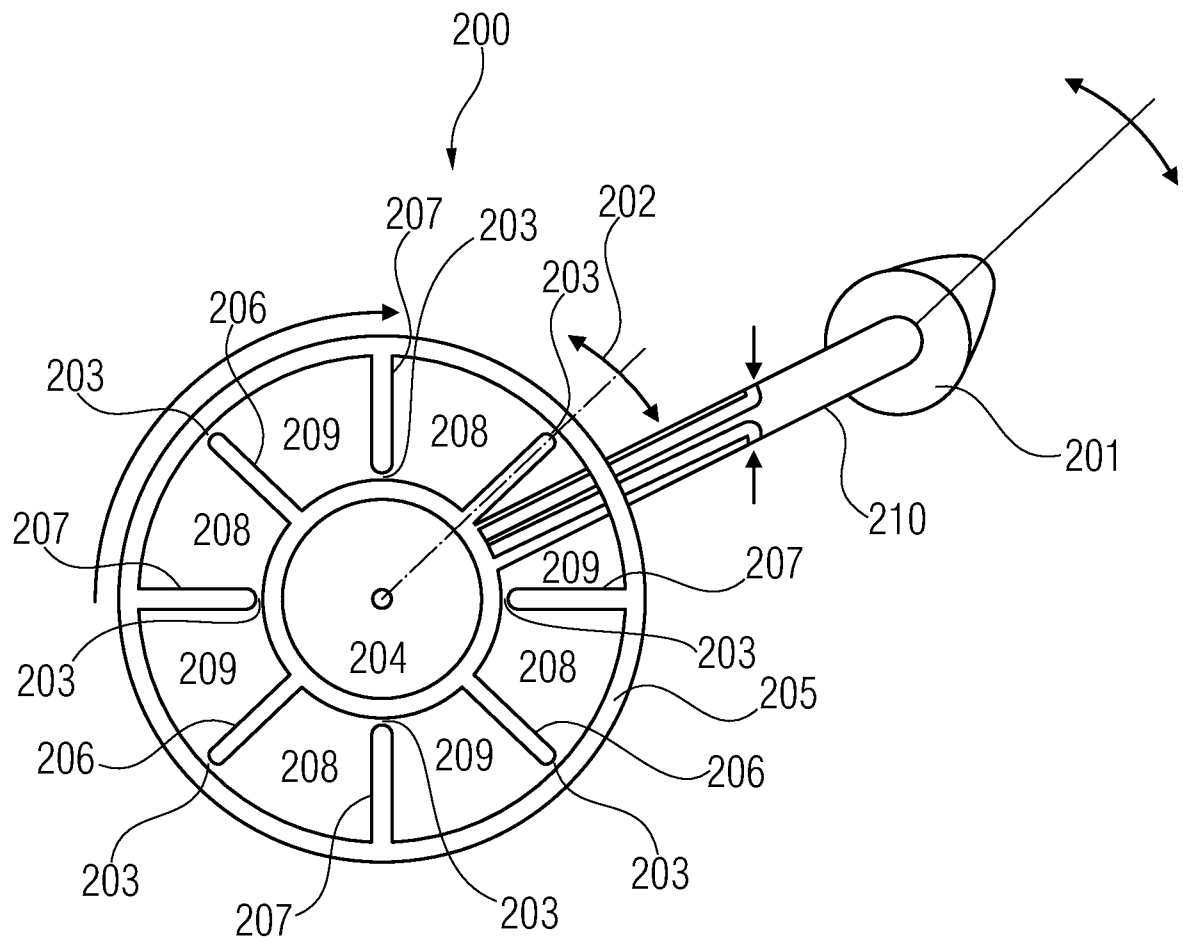


FIG 2

3/5

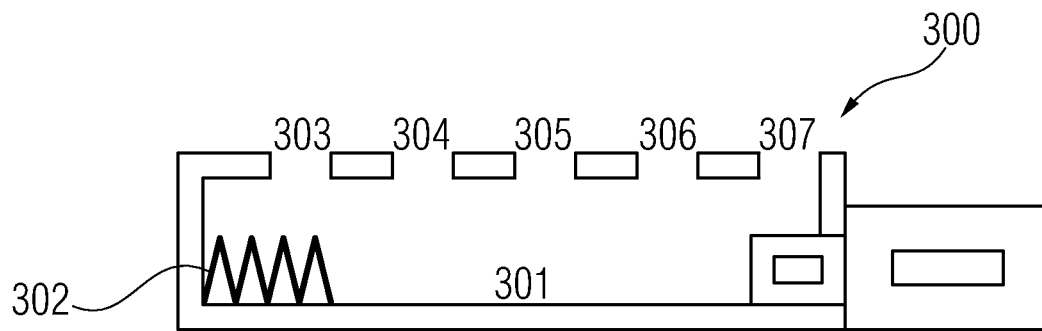


FIG 3

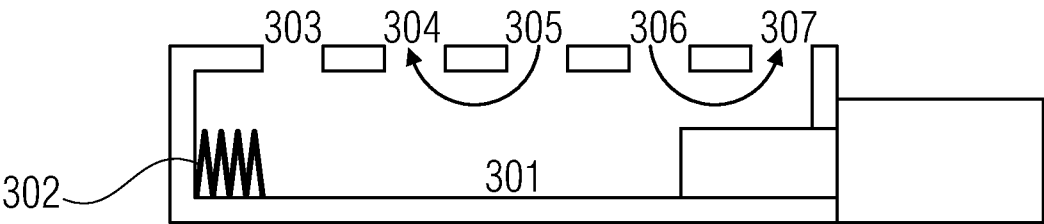


FIG 4

5/5

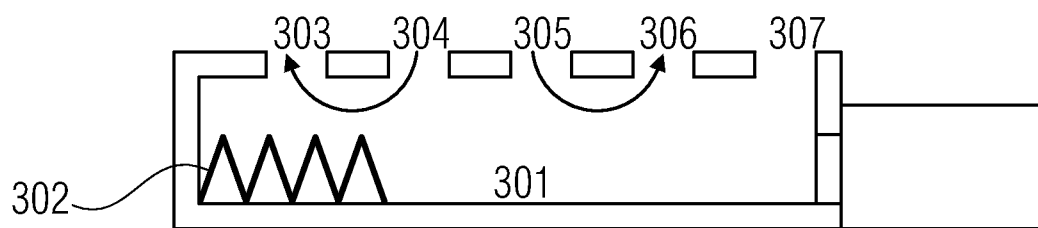


FIG 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/059255

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01L1/344
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2009 055864 A1 (DAIMLER AG [DE]) 1 June 2011 (2011-06-01) the whole document	1
X	US 2008/135002 A1 (YOSHIUME NAOKI [JP] ET AL) 12 June 2008 (2008-06-12) the whole document	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 August 2015

Date of mailing of the international search report

21/08/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Klinger, Thierry

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/059255

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102009055864 A1	01-06-2011	NONE	

US 2008135002 A1	12-06-2008	JP 2008144589 A	26-06-2008
		US 2008135002 A1	12-06-2008

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F01L1/344
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2009 055864 A1 (DAIMLER AG [DE]) 1. Juni 2011 (2011-06-01) das ganze Dokument	1
X	US 2008/135002 A1 (YOSHIOUME NAOKI [JP] ET AL) 12. Juni 2008 (2008-06-12) das ganze Dokument	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. August 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/08/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Klinger, Thierry

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/059255

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102009055864 A1	01-06-2011	KEINE	

US 2008135002 A1	12-06-2008	JP 2008144589 A	26-06-2008
		US 2008135002 A1	12-06-2008
