

(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  
10. Oktober 2013 (10.10.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/149737 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*F01L 13/00* (2006.01) *F02D 13/06* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/050839
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
17. Januar 2013 (17.01.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 006 983.9 5. April 2012 (05.04.2012) DE
- (71) Anmelder: **KOLBENSCHMIDT PIERBURG  
INNOVATIONS GMBH** [DE/DE]; Karl-Schmidt-Straße,  
74172 Neckarsulm (DE).
- (72) Erfinder: **NOWAK, Martin**; Am Kreispark 28, 51379  
Leverkusen (DE). **GRIMM, Karsten**; Südstr. 16-18,  
52064 Aachen (DE). **BREUER, Michael**; Am Nussbaum  
5, 52152 Simmerath (DE). **MOORMANN, Stefan**;  
Tulpenweg 14, 41564 Kaarst (DE). **ROTHGANG, Stefan**;  
Mühlenweg 18, 47495 Rheinberg (DE).
- (74) Anwalt: **SMITTEN EBERLEIN RÜTTEN**;  
Burgunderstr. 29, 40549 Düsseldorf (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, IS, JP, KE, KG, KM, KN,  
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MECHANICALLY CONTROLLABLE VALVE TRAIN ASSEMBLY, INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND METHOD FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : MECHANISCH STEUERBARE VENTILTRIEBANORDNUNG, BRENNKRAFTMASCHINE SOWIE EIN VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE

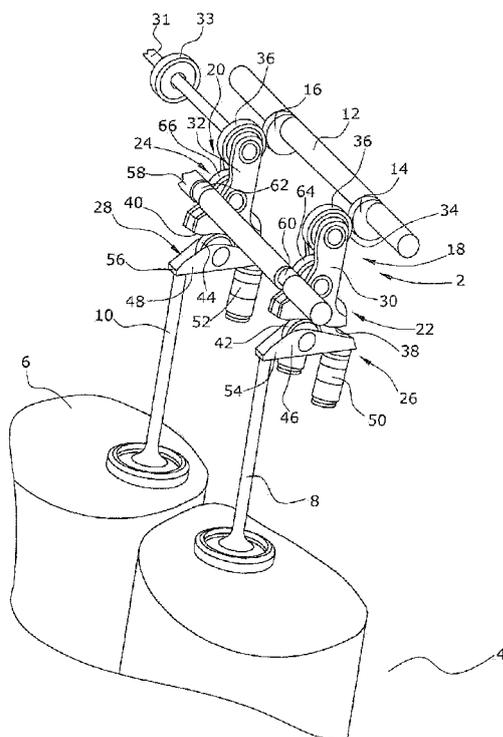


Fig.1

(57) Abstract: The invention relates to a mechanically controllable valve train assembly for an internal combustion engine comprising at least two cylinders (4, 6) which respectively comprise at least one gas inlet valve (8, 10) and at least one gas outlet valve. At least one transmission arrangement (18, 20) is provided such that at least one intermediate lever arrangement (22, 24) and a swivel lever arrangement (26, 28) is associated with each gas inlet valve (8, 10). An intermediate lever (30, 32) of the intermediate lever arrangement (22, 24) comprises a working curve (38, 40) for cooperating with a swivel lever (46, 48) of the swivel lever arrangement (26, 28). The intermediate lever (30, 32) is operatively connected to a peripheral contour (14, 16) of a camshaft (12) and the intermediate lever arrangement (22, 24) comprises an engagement element (64, 66) which is operatively connected to a control contour (60, 62) of a valve stroke adjusting device (58) such that different valve strokes can be adjusted and a zero stroke adjustment of the gas inlet valve (8) of at least one shut-off cylinder (4) is possible. The valve stroke adjusting device (58) comprises a control shaft on which the control contours (60, 62) are arranged, all control contours (60, 62) for an idle range and a full-load range being essentially the same. Said control contours for a part-load range of the gas inlet valve (8) of the shut-off cylinder (4) have a section (68) which has a different shape compared to the control contour (62) for a part-load range of the gas inlet valve (19) of the remaining cylinders (6).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/149737 A1



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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

---

Die Erfindung betrifft eine mechanisch steuerbare Ventiltriebanordnung für eine Brennkraftmaschine mit mindestens zwei Zylindern (4, 6), die jeweils mindestens ein Gaseinlassventil (8, 10) und mindestens ein Gasauslassventil aufweisen, wobei mindestens eine Übertragungsanordnung (18, 20) vorgesehen ist, derart, dass zumindest jedem Gaseinlassventil (8, 10) eine Zwischenhebelanordnung (22, 24) und eine Schwenkhebelanordnung (26, 28) zugeordnet ist, wobei ein Zwischenhebel (30, 32) der Zwischenhebelanordnung (22, 24) eine Arbeitskurve (38, 40) zur Wirkverbindung mit einem Schwenkhebel (46, 48) der Schwenkhebelanordnung (26, 28) aufweist, wobei der Zwischenhebel (30, 32) in Wirkverbindung mit einer Umfangskontur (14, 16) einer Nockenweile (12) steht und wobei die Zwischenhebelanordnung (22, 24) ein Angriffsorgan (64, 66) aufweist, das mit einer Steuerkontur (60, 62) einer Ventilhubverstelleinrichtung (58) in Wirkverbindung steht, derart, dass verschiedene Ventilhubpositionen einstellbar sind und eine Nullhubeinstellung der Gaseinlassventile (8) mindestens eines Abschalt- Zylinders (4) möglich ist, wobei die Ventilhubverstelleinrichtung (58) eine Steuerwelle aufweist, auf der die Steuerkonturen (60, 62) angeordnet sind, wobei alle Steuerkonturen (60, 62) für einen Leerlaufbereich und einen Volllastbereich im Wesentlichen gleich ausgebildet sind, wobei die Steuerkonturen für einen Teillastbereich der Gaseinlassventile (8) des Abschaltzylinders (4) ein unterschiedlich ausgeführtes Teilstück (68) gegenüber der Steuerkontur (62) für einen Teillastbereich der Gaseinlassventile (19) der übrigen Zylinder (6) aufweisen.

## B E S C H R E I B U N G

### 5 **Mechanisch steuerbare Ventiltriebanordnung, Brennkraftmaschine sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine**

Die Erfindung betrifft eine mechanisch steuerbare Ventiltriebanordnung  
10 für eine Brennkraftmaschine mit mindestens zwei Zylindern, die jeweils  
mindestens ein Gaseinlassventil und mindestens ein Gasauslassventil  
aufweisen, wobei mindestens eine Übertragungsanordnung vorgesehen  
ist, derart, dass zumindest jedem Gaseinlassventil eine  
Zwischenhebelanordnung und eine Schwenkhebelanordnung zugeordnet  
15 ist, wobei ein Zwischenhebel der Zwischenhebelanordnung eine  
Arbeitskurve zur Wirkverbindung mit einem Schwenkhebel der  
Schwenkhebelanordnung aufweist, wobei der Zwischenhebel in  
Wirkverbindung mit einer Umfangskontur einer Nockenwelle steht und  
wobei die Zwischenhebelanordnung ein Angriffsorgan aufweist, das mit  
20 einer Steuerkontur einer Ventilhubverstelleinrichtung in Wirkverbindung  
steht, derart, dass verschiedene Ventilhubpositionen einstellbar sind und  
eine Nullhubeinstellung der Gaseinlassventile mindestens eines Abschalt-  
Zylinders möglich ist.

25 Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Brennkraftmaschine mit einer  
derartigen mechanisch steuerbaren Ventiltriebanordnung sowie ein  
Verfahren zum Betreiben einer derartigen Brennkraftmaschine.

Derartige Ventiltriebanordnungen sind hinlänglich bekannt. Sie dienen  
30 insbesondere dazu, mittels der Ventilhubhöhe und damit dem Füllgrad  
der Zylinder der Brennkraftmaschine den Verbrennungsprozess den  
jeweiligen Lastanforderungen anzupassen und dementsprechend für eine

möglichst effiziente und damit auch schadstoffarme Verbrennung zu sorgen. Darüber hinaus ist es bekannt, um in bestimmten Lastbereichen, insbesondere dem Teillastbereich, eine gewisse Anzahl von Zylindern komplett abzuschalten, um beispielsweise bei einer Vierzylinder-  
5 Brennkraftmaschine die Brennkraftmaschine lediglich mit zwei Zylindern zu betreiben. Auch hier steht die Effizienz und Emissionsoptimierung des Verbrennungsprozesses im Vordergrund. Hinsichtlich der Zylinderabschaltung sind zahlreiche Techniken bekannt. Hierzu zählen zum Beispiel schaltbare Tastenstößel, Schleppebel mit Lost Motion  
10 Funktion sowie Schiebenocken mit einer Nullhubkontur. Problematisch bei diesen technischen Konzepten ist, dass die Aktivierung bzw. Deaktivierung der entsprechenden Ventile des abzuschaltenden Zylinders vorgenommen werden muss, wenn die entsprechenden Ventile geschlossen sind, also zwischen zwei Arbeitsspielen. Hierdurch ergibt sich  
15 für die Brennkraftmaschine ein deutlicher Lastsprung, der gedämpft werden muss. Auf diese Weise gehen die theoretischen Wirkungsgrade und Vorteile zum Teil wieder verloren.

Die DE 10 2006 033 559 A1 beschreibt dagegen einen mechanisch  
20 steuerbaren Ventiltrieb mit zwei unabhängig voneinander antreibbaren Ventilhubverstelleinrichtungen, wodurch die Ventilhubverstelleinrichtungen auch zur Zylinderabschaltung genutzt werden können. Es sollte deutlich sein, dass das Vorsehen von unabhängig voneinander zu betreibenden Ventilhubverstelleinrichtungen  
25 einen erhöhten Montage- und auch Kostenaufwand bedingt.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen mechanisch steuerbaren Ventiltrieb sowie eine Brennkraftmaschine und ein Verfahren zum  
30 Betreiben der Brennkraftmaschine zu schaffen, die die oben genannten Nachteile vermeidet.

Diese Aufgabe wird durch den erfindungsgemäßen mechanisch steuerbaren Ventiltrieb dadurch gelöst, dass die Ventilhubverstelleinrichtung eine Steuerwelle aufweist, auf der die Steuerkonturen angeordnet sind, wobei alle Steuerkonturen für einen Leerlaufbereich und einen Volllastbereich im Wesentlichen gleich ausgebildet sind, wobei die Steuerkonturen für einen Teillastbereich der Gaseinlassventile des Abschaltzylinders ein unterschiedlich ausgeführtes Teilstück gegenüber der Steuerkonturen für einen Teillastbereich der Gaseinlassventile der übrigen Zylinder aufweisen. Auf diese Weise ist es möglich, beispielsweise bei in Reihe geschalteten Zylindern, eine Zylinderabschaltung mit nur einer Stellvorrichtung durchzuführen.

Hierbei ist es für eine einfache und kostengünstige Montage besonders vorteilhaft, wenn die Steuerkonturen innerhalb eines Grundkreises der Steuerwelle angeordnet sind.

Hierbei kann es insbesondere vorteilhaft sein, wenn das Teilstück der den Abschaltzylindern zugeordneten Steuerkontur gegenüber dem entsprechenden Teilstück der den übrigen Zylindern zugeordneten Steuerkontur zurückversetzt angeordnet ist.

Eine besonders kompakte mechanisch steuerbare Ventiltriebanordnung wird dadurch geschaffen, dass zwei Zwischenhebel über eine Verbindungswelle an dem der Arbeitskurve entgegengesetzten Ende miteinander verbunden sind, wobei eine erste Rolle für die Kraftübertragung der Nockenwelle vorgesehen ist und eine zweite Rolle zwischen den Zwischenhebeln zur Führung in einer Kulisse vorgesehen ist.

Um eine lastabhängige Zylinderabschaltung der Brennkraftmaschine zu gewährleisten, die ohne problematische und wirkungsgradschädliche Lastsprünge einzusetzen ist, ist besonders vorteilhaft, wenn ein direktes

Verhältnis zwischen dem Radius  $r$  der jeweiligen Steuerkontur und der Hubhöhe  $h$  des Gaseinlassventils besteht, wobei der Hubhöhe  $h$  der Gaseinlassventile eines Zylinders ein mittlerer Druck  $p$  im Zylinder zugeordnet ist.

5

Die Aufgabe wird dabei ebenfalls durch eine Brennkraftmaschine mit einer derartigen mechanisch steuerbaren Ventiltriebanordnung gelöst, bei der Radius  $r_1$  der ersten Steuerkontur derart in Abhängigkeit vom Radius  $r_2$  der zweiten Steuerkontur gewählt ist, dass im Teillastbereich der Brennkraftmaschine der Druckverlauf  $p_{ges}$  über alle Zylinder der Brennkraftmaschine monoton ansteigend über den Verstellwinkel der Steuerwelle verläuft. Besonders vorteilhaft hierbei ist, dass im Teillastbereich eine Hälfte der Zylinder abgeschaltet ist.

15 Auch wird die Erfindung durch ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Brennkraftmaschine gelöst, bei der im Leerlaufbereich zumindest alle Gaseinlassventile aller Zylinder mit einer gleichen, steigenden Hubhöhe betrieben werden, dass im Übergangsbereich zwischen dem Leerlaufbereich und dem Teillastbereich die Gaseinlassventile einer Hälfte der Zylinder mit steigender Hubhöhe und die Gaseinlassventile der anderen Hälfte der Zylinder mit sich verringernder Hubhöhe betrieben werden, dass im Teillastbereich die Gaseinlassventile einer Hälfte der Zylinder mit steigender Hubhöhe und die Gaseinlassventile der anderen Hälfte der Zylinder mit Nullhub  
25 betrieben werden, dass im Übergangsbereich zwischen dem Teillastbereich und dem Vollastbereich die Gaseinlassventile einer Hälfte der Zylinder mit sich verringernder Hubhöhe und die Gaseinlassventile der anderen Hälfte der Zylinder mit sich steigender Hubhöhe betrieben werden und dass im Vollastbereich alle Gaseinlassventile aller Zylinder  
30 mit einer gleichen, steigenden Hubhöhe betrieben werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert, hierin zeigen:

Figur 1 eine schematische perspektivische Darstellung von zwei  
5 benachbarten Gaseinlassventilen, denen jeweils eine mechanisch steuerbare Ventiltriebanordnung zugeordnet ist,

Figur 2a eine Darstellung der Abhängigkeit des Radius der ersten und der zweiten Steuerkontur vom Verstellwinkel,

10

Figur 2b die aus Figur 2a abgeleitete erste und zweite Steuerkontur der Steuerwelle,

Figur 3 eine schematische Darstellung der Ventiltriebanordnung sowie der  
15 zugehörigen Diagramme im Leerlaufbereich,

Figur 4 eine schematische Anordnung der Ventiltriebanordnung sowie der Diagramme im Übergang vom Leerlauf- zum Teillastbereich,

20 Figur 5 eine schematische Darstellung der Ventiltriebanordnung sowie der zugehörigen Diagramme im Teillastbereich,

Figur 6 eine schematische Darstellung der Ventiltriebanordnung sowie der zugehörigen Diagramme im Übergangsbereich vom Teillast- zum  
25 Vollastbereich, und

Figur 7 eine schematische Anordnung der Ventiltriebanordnung sowie der zugehörigen Diagramme im Vollastbereich.

30 Figur 1 zeigt schematisch einen Ausschnitt einer mechanisch steuerbaren Ventiltriebanordnung 2, wobei im vorliegenden Fall zwei Zylinder 4, 6 dargestellt sind, die Gaseinlass- und Gasauslassventile aufweisen, wobei

der Übersichtlichkeit halber in der Figur 1 jedoch jeweils nur ein Gaseinlassventil 8, 10 dargestellt ist.

Des Weiteren ist eine Nockenwelle 12 mit Nocken 14, 16 gezeigt, die im  
5 vorliegenden Ausführungsbeispiel mit jeweils einer Übertragungsanordnung 18, 20 in Wirkverbindung stehen, um einen Ventilhub der Gaseinlassventile 8, 10 auszulösen. Der Übersichtlichkeit halber wurde bewusst auf bestimmte Teile der Ventiltriebanordnung, wie zum Beispiel Lagerungen, Kulissee, Federn verzichtet. Diese sind explizit in  
10 der DE 10 2004 003 327 beschrieben, die somit in den Offenbarungsgehalt der vorliegenden Anmeldung mit aufgenommen werden soll. Auch sind hier der besseren Nachvollziehbarkeit halber mit Hinblick auf die Figuren 3 bis 7 die Nocken 14, 16 gleich ausgerichtet, was sich vom Praxisfall unterscheiden kann.

15 Die Übertragungsanordnungen 18, 20 bestehen im vorliegenden Ausführungsbeispiel jeweils aus einer Zwischenhebelanordnung 22, 24 und einer Schwenkhebelanordnung 26, 28. Die Zwischenhebelanordnungen 22, 24 besitzen Zwischenhebel 30, 32 mit  
20 ersten Rollen 34, 36, die jeweils mit den Nocken 14, 16 der Nockenwelle 12 in Wirkverbindung stehen. Angedeutet ist hier eine Verbindungswelle 31, die zwei Zwischenhebel 32, die den entsprechenden Gaseinlassventilen 10 des Zylinders 6 zugeordnet sind, miteinander verbindet. Auf der Verbindungswelle 31 ist eine Rolle 33 zur Führung in  
25 einer nicht dargestellten Kulissee vorgesehen. An dem den ersten Rollen 34, 36 entgegengesetzten Ende weist jeder Zwischenhebel 30, 32 eine Arbeitskurve 38, 40 auf, die wiederum jeweils mit einer Rolle 42, 44 der Schwenkhebelanordnungen 26, 28 in Wirkverbindung stehen. Die Rollen 42, 44 sind dabei jeweils in einem Schwenkhebel 46, 48 gelagert. Die  
30 Schwenkhebel 46, 48 sind wiederum an einer Seite in Lagerstellen 50, 52 gelagert und wirken mit der anderen Seite 54, 56 auf bekannte Weise auf die Gaseinlassventile 8, 10 ein. Um nun verschiedene Ventilhubpositionen

der Gaseinlassventile 8, 10 einzustellen, ist eine Ventilhubverstelleinrichtung vorgesehen, von der hier nur die Steuerwelle 58 dargestellt ist. Die Steuerwelle 58 steht hierzu über Steuerkonturen 60, 62 in Wirkverbindung mit zweiten Rollen 64, 66 der Zwischenhebel 5 30, 32 in Wirkverbindung. Angedeutet ist in dieser Ansicht, dass die Steuerkontur 60 über ein bestimmtes Teilstück anders ausgeführt ist als die Steuerkontur 62.

Wie in den weiteren Figuren näher dargestellt und erläutert, führt nun ein 10 Verdrehen der Steuerwelle 58 zu unterschiedlichen Maximalhuben der Gaseinlassventile 8, 10. Dadurch, dass die Steuerkonturen 60, 62 innerhalb eines Grundkreises der Steuerwelle 58 liegen, ist eine besonders einfache Lagerung der Steuerwelle möglich. In diesem Zusammenhang wird explizit auf die DE 10 2004 003 327 A1 verwiesen, 15 wobei darauf hinzuweisen ist, dass eine Steuerwelle sowohl ein- als auch mehrteilig ausgeführt sein kann. Darüber hinaus kann die Steuerwelle 58 auch noch Endanschlänge aufweisen, um eine Kalibrierung der nicht dargestellten Stellvorrichtung zu vereinfachen.

20 Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird davon ausgegangen, dass ein direktes Verhältnis zwischen dem Radius  $r$  der jeweiligen Steuerkontur 60, 62 und der Hubhöhe  $h$  des jeweiligen Gaseinlassventiles 8, 10 besteht. Der Hubhöhe  $h$  des jeweiligen Gaseinlassventils 8, 10 ist dann wiederum ein mittlerer Druck  $p$  im jeweiligen Zylinder 4, 6 zuzuordnen. 25 Hierbei soll der Zylinder 4, dem Einlassventile 8 zugeordnet sind, deren Steuerkontur 60 ein gegenüber der Steuerkontur 62 zurückversetztes Teilstück 68 (siehe Figuren 4 bis 7) aufweist, als Abschaltzylinder ausgeführt sein. Um nun zu verhindern, dass in den Übergangsbereichen zur Abschaltung oder Aktivierung des Abschaltzylinders ungewünschte 30 Lastsprünge entstehen, ist eine Voraussetzung, dass der mittlere Druck  $p_{ges}$  der Brennkraftmaschine, also aller Zylinder, im Wesentlichen monoton ansteigend über den positiven Verstellwinkel der Steuerwelle 58

bzw. über eine zunehmende Last verläuft. Aus diesen Voraussetzungen lässt sich dann zunächst das Bild der Figur 2a ableiten, bei dem der Radius  $r$  der jeweiligen Steuerkontur 60, 62 über dem Verstellwinkel der Steuerwelle 58 aufgetragen ist. Hieraus lassen sich dann gemäß Figur 5 2b die Steuerkonturen 60, 62 direkt ableiten. Eine Ausführung der Steuerwelle 58 in der Serienfertigung kann natürlich von dieser mathematischen Ableitung abweichen.

Die Figuren 3 bis 7 zeigen nun in schematischer Weise die Ventiltriebanordnung 2 mit den Hubhöhen der jeweiligen Gaseinlassventile 8, 10 und den Positionen in den zugehörigen Diagrammen, wobei das obere Diagramm jeweils die Hubhöhe des jeweiligen Ventils 8, 10 über dem Verstellwinkel der Steuerwelle 58 und das untere Diagramm den mittleren Druck im jeweiligen Zylinder 4, 6 15 sowie den Verlauf des mittleren Gesamtdruckes  $p_{ges}$  über dem Verstellwinkel der Steuerwelle 58 darstellt.

Figur 3 zeigt als Ausgangsstellung die Situation der Brennkraftmaschine im Leerlaufbereich. Der benötigte Gesamtdruck  $p_{ges}$  ist sehr gering, hier 20 im Bereich von ca. 2 bar. Dies entspricht einer Hubhöhe aller Gaseinlassventile, auch die des Abschaltzylinders, von ca. 0,75 mm. Die Auslassventile, hier gekennzeichnet durch die Linien 70, 72, öffnen beide noch gemäß dem Arbeitstakt. Deutlich zu erkennen ist die Position der Steuerwelle 58, wobei der Radius des Angriffspunktes der ersten 25 Steuerkontur 60  $r_1$  gleich der zweiten Steuerkontur 62  $r_2$  ist. Bei steigender Lastanforderung, also im Übergangsbereich zwischen dem Leerlaufbereich und dem Teillastbereich, wird der Hub-Mitteldruck des ersten Zylinders 4 abgesenkt und des zweiten Zylinders 6 angehoben. Dies ist in Figur 4 dargestellt. Beide Auslassventile öffnen noch gemäß 30 dem Arbeitstakt. Auch deutlich zu erkennen ist hier, dass nun die Steuerkontur 60 mit einem gegenüber der Steuerkontur 62

zurückversetzten Teilbereich 68 auf die Zwischenhebelanordnung 22 angreift.

In Figur 5 ist nun dargestellt, wie bei weiter steigender Lastanforderung die Einlassventile 8 des ersten Zylinders 4 geschlossen bleiben. Auch die zugeordneten Auslassventile bleiben gemäß der Linie 70 geschlossen. Die zweite Zylindergruppe 6 wird bei hohen, wirkungsgradgünstigen Lasten derart betrieben, dass ein über alle Zylinder 4, 6 im Wesentlichen linear ansteigender Druckverlauf  $p_{ges}$  realisiert wird.

10

Figur 6 zeigt nun die Situation im Übergangsbereich zwischen dem Teillastbereich und dem Volllastbereich. Eine weitere Lastanforderung kann hier nur noch durch Reaktivierung der ersten Zylindergruppe 8 dargestellt werden. Um einen weiterhin monotonen Verlauf des Motormomentes darzustellen, wird dementsprechend die Last der zweiten Zylinder 10 reduziert.

In Figur 7 ist die Situation im Volllastbereich dargestellt. Beide Steuerkonturen 60, 62 greifen nun wieder mit demselben Radius auf das jeweilige Angriffsorgan 64, 66 des Zwischenhebels 30, 32 an.

25

## PATENTANSPRÜCHE

5 1. Mechanisch steuerbare Ventiltriebanordnung für eine  
Brennkraftmaschine mit mindestens zwei Zylindern (4, 6), die jeweils  
mindestens ein Gaseinlassventil (8, 10) und mindestens ein  
Gasauslassventil aufweisen, wobei mindestens eine  
Übertragungsanordnung (18, 20) vorgesehen ist, derart, dass  
10 zumindest jedem Gaseinlassventil (8, 10) eine  
Zwischenhebelanordnung (22, 24) und eine Schwenkhebelanordnung  
(26, 28) zugeordnet ist, wobei ein Zwischenhebel (30, 32) der  
Zwischenhebelanordnung (22, 24) eine Arbeitskurve (38, 40) zur  
Wirkverbindung mit einem Schwenkhebel (46, 48) der  
15 Schwenkhebelanordnung (26, 28) aufweist, wobei der Zwischenhebel  
(30, 32) in Wirkverbindung mit einer Umfangskontur (14, 16) einer  
Nockenwelle (12) steht und wobei die Zwischenhebelanordnung (22,  
24) ein Angriffsorgan (64, 66) aufweist, das mit einer Steuerkontur  
(60, 62) einer Ventilhubverstelleinrichtung (58) in Wirkverbindung  
20 steht, derart, dass verschiedene Ventilhubpositionen einstellbar sind  
und eine Nullhubeinstellung der Gaseinlassventile (8) mindestens  
eines Abschalt-Zylinders (4) möglich ist, **dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Ventilhubverstelleinrichtung (58) eine Steuerwelle aufweist,  
auf der die Steuerkonturen (60, 62) angeordnet sind, wobei alle  
25 Steuerkonturen (60, 62) für einen Leerlaufbereich und einen  
Volllastbereich im Wesentlichen gleich ausgebildet sind, wobei die  
Steuerkonturen für einen Teillastbereich der Gaseinlassventile (8) des  
Abschaltzylinders (4) ein unterschiedlich ausgeführtes Teilstück (68)  
gegenüber der Steuerkontur (62) für einen Teillastbereich der  
30 Gaseinlassventile (19) der übrigen Zylinder (6) aufweisen.

2. Mechanisch steuerbare Ventiltriebanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerkonturen (60, 62) innerhalb eines Grundkreises der Steuerwelle (58) angeordnet sind.
- 5 3. Mechanisch steuerbare Ventiltriebanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerwelle (58) Endanschläge aufweist.
4. Mechanisch steuerbare Ventiltriebanordnung nach Anspruch 1 oder 2,  
10 **dadurch gekennzeichnet, dass** das Teilstück (68) der dem Abschaltzylinder (4) zugeordneten Steuerkontur (60) gegenüber dem entsprechenden Teilstück der den übrigen Zylindern zugeordneten Steuerkontur (62) zurückversetzt angeordnet ist.
- 15 5. Mechanisch steuerbare Ventiltriebanordnung nach einem der Ansprüche 1 - 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Zwischenhebel (30, 32) über eine Verbindungswelle an dem der Arbeitskurve (38, 40) entgegengesetzten Ende miteinander verbunden sind, wobei erste Rollen für die Kraftübertragung der  
20 Nockenwelle (12) vorgesehen sind und eine zweite Rolle zwischen den Zwischenhebeln (30, 32) zur Führung in einer Kulisse vorgesehen ist.
6. Mechanisch steuerbare Ventiltriebanordnung nach einem der Ansprüche 1 - 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein direktes  
25 Verhältnis zwischen dem Radius  $r$  der jeweiligen Steuerkontur (60, 62) und der Hubhöhe  $h$  des Gaseinlassventils (8, 10) besteht, wobei der Hubhöhe  $h$  der Gaseinlassventile (8, 10) eines Zylinders (4, 6) ein mittlerer Druck  $p$  im Zylinder (4, 6) zugeordnet ist.
- 30 7. Brennkraftmaschine mit einer mechanisch steuerbaren Ventiltriebanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Radius  $r_1$  der ersten Steuerkontur (60)

derart in Abhängigkeit vom Radius  $r_2$  der zweiten Steuerkontur (62) gewählt ist, dass im Teillastbereich der Brennkraftmaschine der Druckverlauf  $p_{ges}$  über alle Zylinder (4, 6) der Brennkraftmaschine monoton ansteigend über den Verstellwinkel der Steuerwelle (58) verläuft.

8. Brennkraftmaschine mit einer mechanisch steuerbaren Ventiltriebanordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Teillastbereich eine Hälfte der Zylinder (4, 6) abgeschaltet ist.

9. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Richtung eines ansteigenden Drehmomentes im Leerlaufbereich zumindest alle Gaseinlassventile (8, 10) aller Zylinder (4, 6) mit einer gleichen, steigenden Hubhöhe betrieben werden, dass im Übergangsbereich zwischen dem Leerlaufbereich und dem Teillastbereich die Gaseinlassventile (10) einer Hälfte der Zylinder (6) mit steigender Hubhöhe und die Gaseinlassventile (8) der anderen Hälfte der Zylinder (4) mit sich verringernder Hubhöhe betrieben werden, dass im Teillastbereich die Gaseinlassventile (10) einer Hälfte der Zylinder (6) mit steigender Hubhöhe und die Gaseinlassventile (8) der anderen Hälfte der Zylinder (4) mit Nullhub betrieben werden, dass im Übergangsbereich zwischen dem Teillastbereich und dem Volllastbereich die Gaseinlassventile (10) einer Hälfte der Zylinder (6) mit sich verringernder Hubhöhe und die Gaseinlassventile (8) der anderen Hälfte der Zylinder (4) mit sich steigender Hubhöhe betrieben werden und dass im Volllastbereich alle Gaseinlassventile (8, 10) aller Zylinder (4, 6) mit einer gleichen, steigenden Hubhöhe betrieben werden.

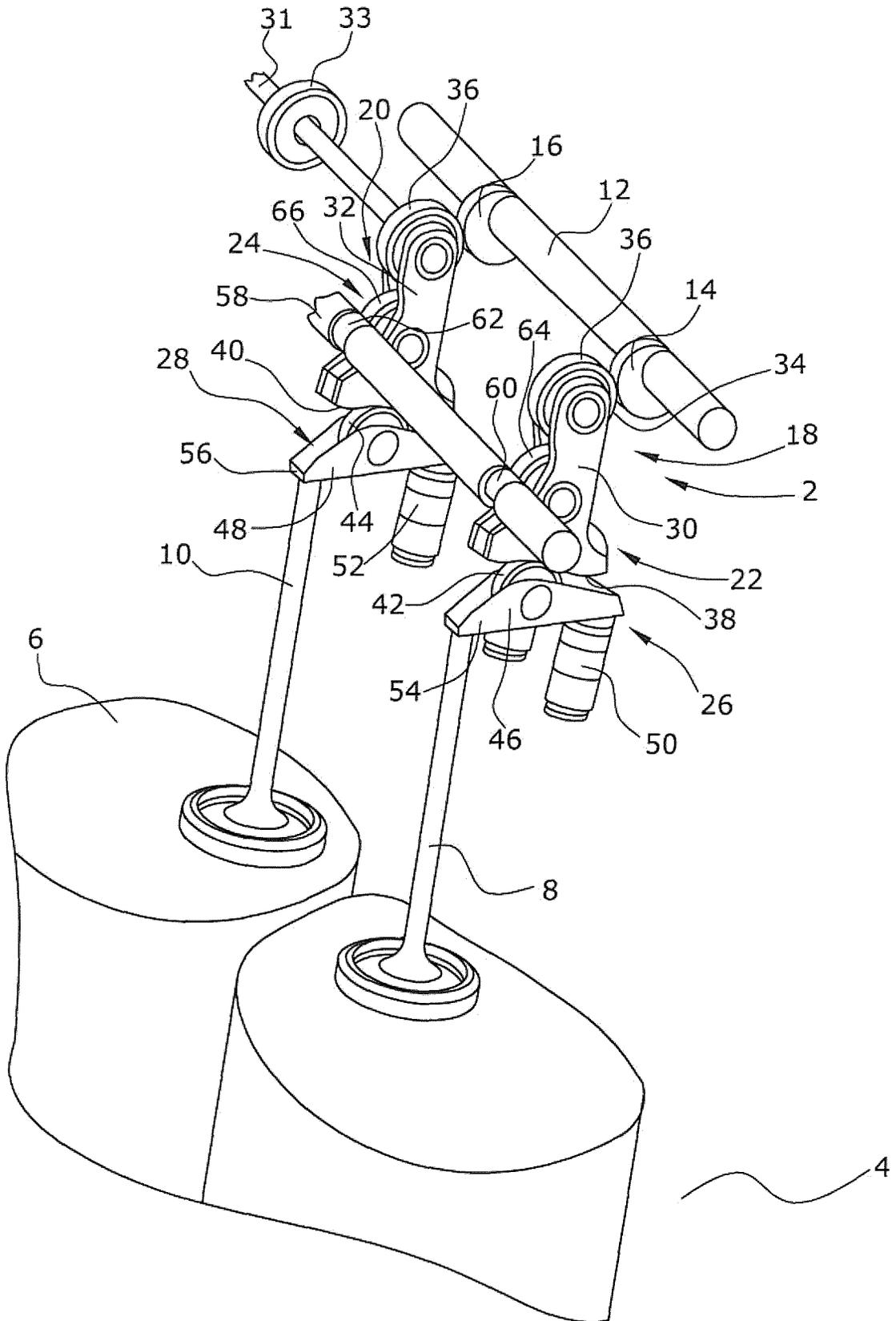
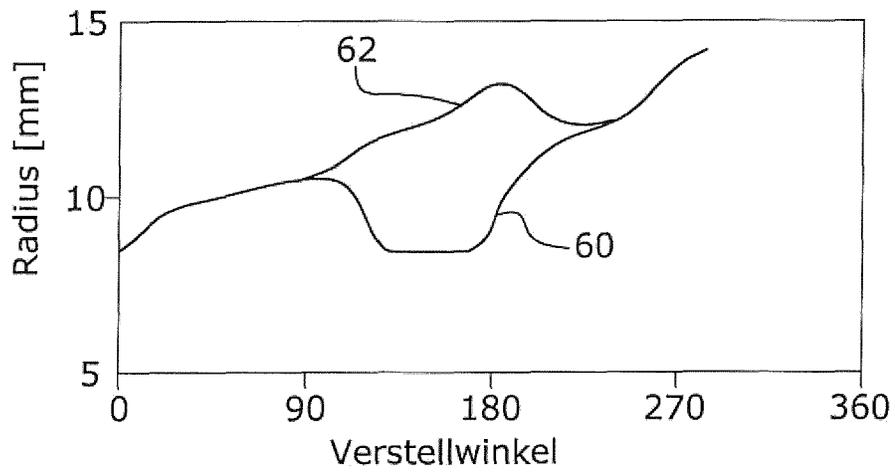
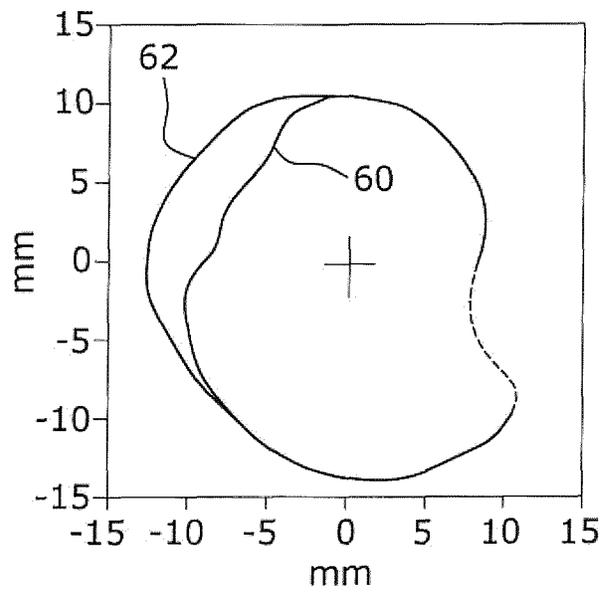


Fig.1

-2/7-



**Fig.2a**



**Fig.2b**

-3/7-

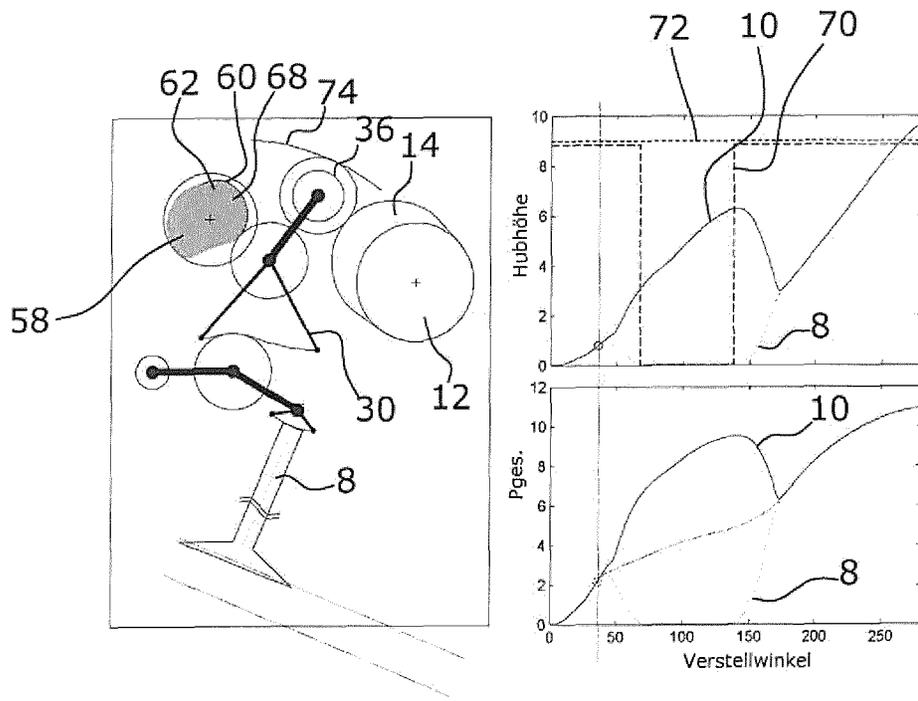


Fig.3

-4/7-

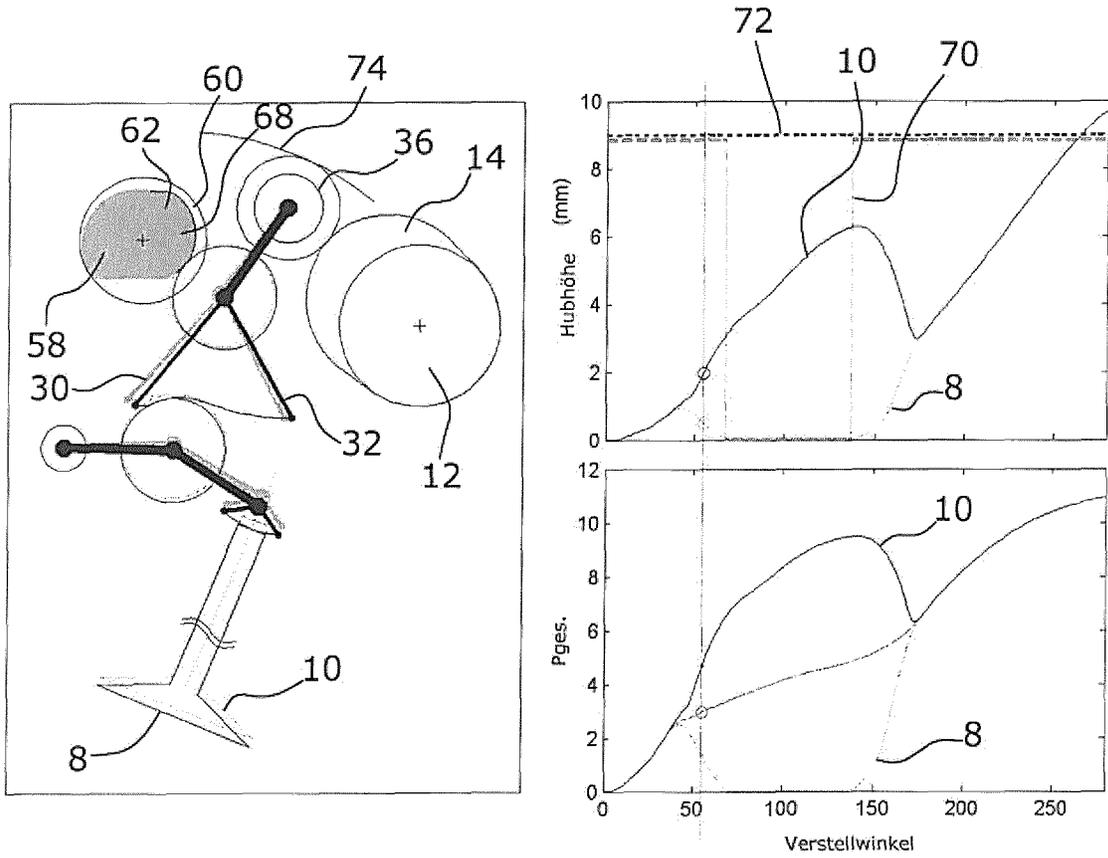


Fig.4

-5/7-

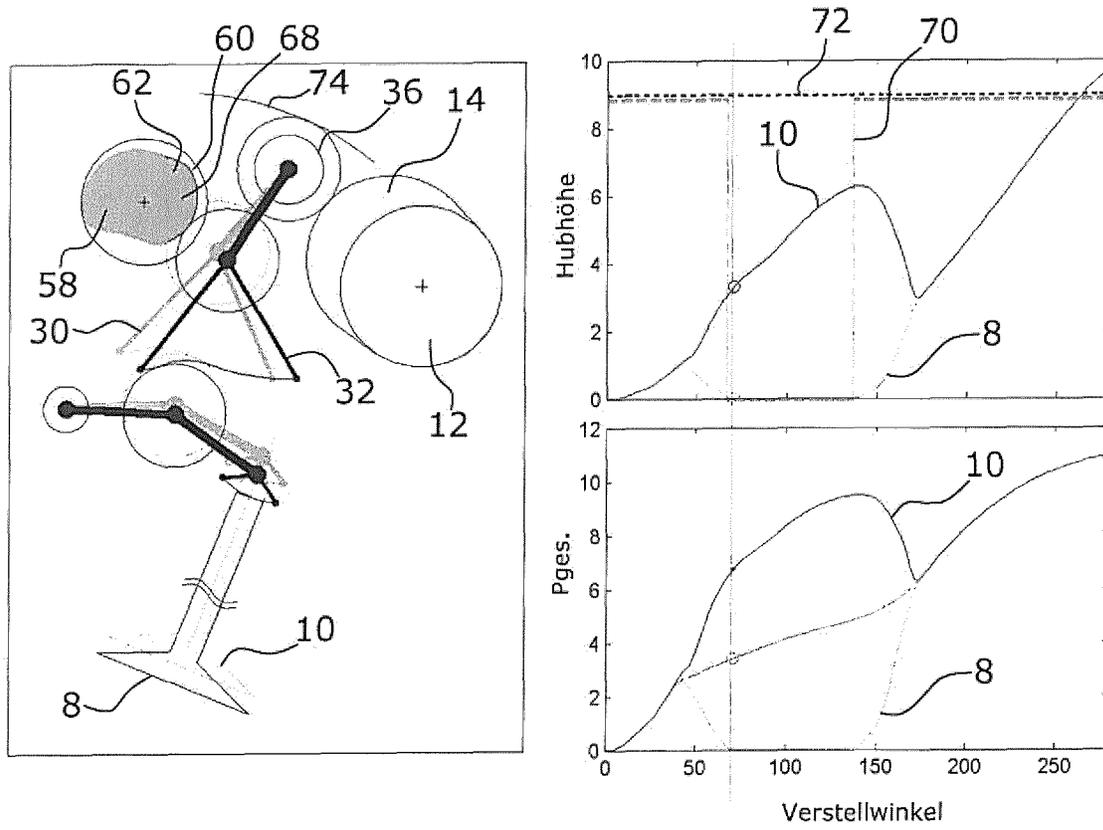
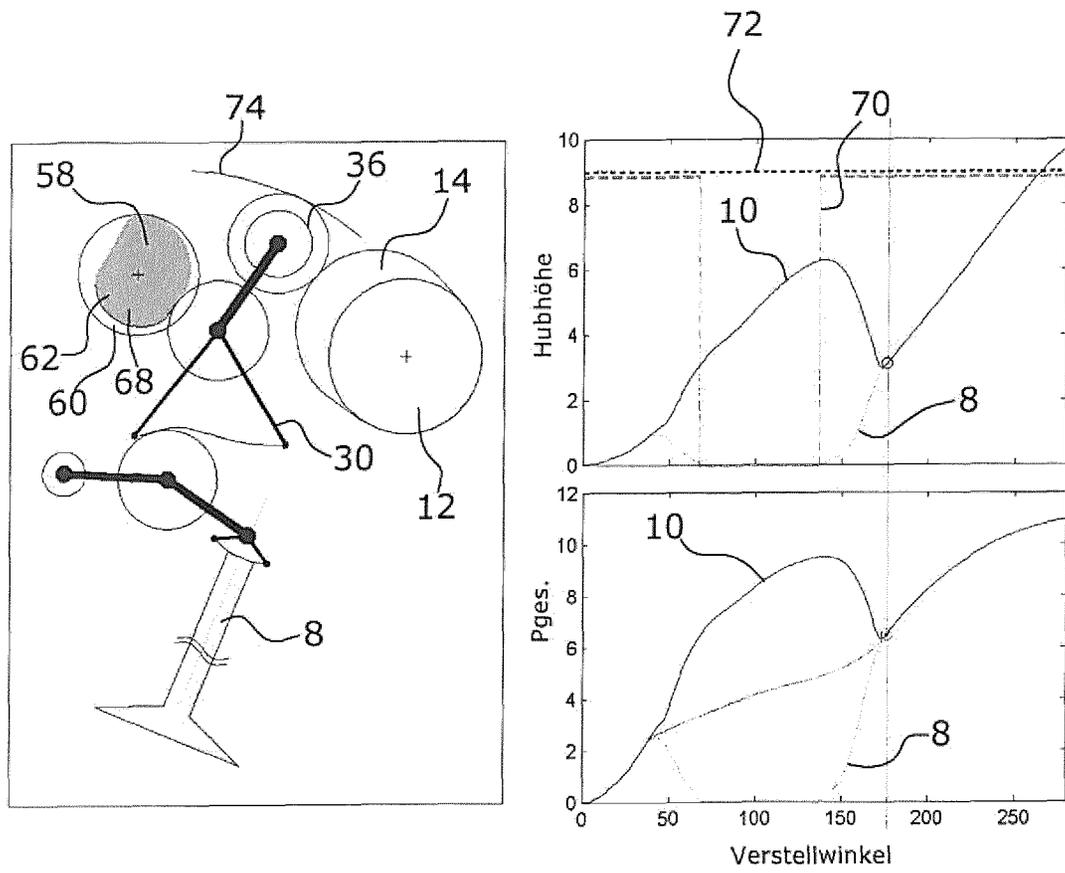


Fig.5



-7/7-



**Fig.7**

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2013/050839

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. F01L13/00 F02D13/06  
 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 F02D

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	EP 1 760 278 A2 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 7 March 2007 (2007-03-07)	1-7
Y	the whole document	8,9
Y	DE 10 2006 055800 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 29 May 2008 (2008-05-29)	8,9
Y	the whole document	
X	DE 103 23 665 A1 (HYDRAULIK RING GMBH [DE]; ENTEC CONSULTING GMBH [DE]) 9 December 2004 (2004-12-09)	1
X	the whole document	
A	DE 10 2006 033559 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 24 January 2008 (2008-01-24)	1
A	cited in the application	
A	the whole document	

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  26 February 2013	Date of mailing of the international search report  11/03/2013
---	--

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/EP2013/050839

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 1760278	A2	07-03-2007	DE 102005040959 A1 EP 1760278 A2	08-03-2007 07-03-2007
-----				
DE 102006055800	A1	29-05-2008	AT 516980 T CN 101541581 A DE 102006055800 A1 EP 2097282 A1 KR 20090083406 A US 2010121554 A1 WO 2008064961 A1	15-08-2011 23-09-2009 29-05-2008 09-09-2009 03-08-2009 13-05-2010 05-06-2008
-----				
DE 10323665	A1	09-12-2004	NONE	
-----				
DE 102006033559	A1	24-01-2008	NONE	
-----				

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/050839

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 INV. F01L13/00 F02D13/06  
 ADD.  
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**  
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 F01L F02D

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	EP 1 760 278 A2 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 7. März 2007 (2007-03-07)	1-7
Y	das ganze Dokument	8,9
Y	DE 10 2006 055800 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 29. Mai 2008 (2008-05-29)	8,9
Y	das ganze Dokument	
X	DE 103 23 665 A1 (HYDRAULIK RING GMBH [DE]; ENTEC CONSULTING GMBH [DE]) 9. Dezember 2004 (2004-12-09)	1
X	das ganze Dokument	
A	DE 10 2006 033559 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 24. Januar 2008 (2008-01-24)	1
A	in der Anmeldung erwähnt	
A	das ganze Dokument	

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
26. Februar 2013	11/03/2013

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/EP2013/050839

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1760278 A2	07-03-2007	DE 102005040959 A1 EP 1760278 A2	08-03-2007 07-03-2007
-----			
DE 102006055800 A1	29-05-2008	AT 516980 T CN 101541581 A DE 102006055800 A1 EP 2097282 A1 KR 20090083406 A US 2010121554 A1 WO 2008064961 A1	15-08-2011 23-09-2009 29-05-2008 09-09-2009 03-08-2009 13-05-2010 05-06-2008
-----			
DE 10323665 A1	09-12-2004	KEINE	
-----			
DE 102006033559 A1	24-01-2008	KEINE	
-----			