



(11)

EP 3 069 798 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.09.2016 Patentblatt 2016/38

(51) Int Cl.:
B06B 1/16 (2006.01) E01C 19/38 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15000796.1**

(22) Anmeldetag: **17.03.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(71) Anmelder: **Wacker Neuson Produktion GmbH & Co. KG**
80809 München (DE)

(72) Erfinder:
• **BARTL, Andreas**
85457 Wörth (DE)
• **WEBER, Bernd**
82216 Gernlinden (DE)

(74) Vertreter: **Müller Hoffmann & Partner**
Patentanwälte mbB
St.-Martin-Strasse 58
81541 München (DE)

(54) **Steuervorrichtung für Schwingungserreger für Bodenverdichtungsvorrichtungen**

(57) Eine Steuervorrichtung für einen Schwingungserreger (1) weist eine Betätigungseinrichtung zum Einstellen einer Phasenlage zwischen wenigstens zwei zueinander gegenläufig drehbaren Unwuchtmassen (4a, 4b, 10a, 10b) sowie eine Sollwert-Eingabeeinrichtung (31, 32) zum Vorgeben und Verändern eines Sollwerts für die Phasenlage durch einen Bediener auf. Die Betätigungseinrichtung weist einen Steuerkolben (12a, 12b) auf, wobei die Phasenlage der Unwuchtmassen in Abhängigkeit von einer Axialstellung des Steuerkolbens (12a, 12b) einstellbar ist. Die Axialstellung des Steuerkolbens (12a, 12b) wiederum ist durch ein Hydrauliksystem (34) veränderbar, wobei durch das Hydrauliksystem (34) unter Druck stehendes Hydraulikfluid über einen bestimmten Steuerzeitraum in einen Kolbenraum zuführbar oder aus dem Kolbenraum abführbar ist, zum Verändern der Axialstellung des Steuerkolbens (12a, 12b). Dabei ist die Länge des Steuerzeitraums in Abhängigkeit von einer Änderung des Sollwerts bestimmt.

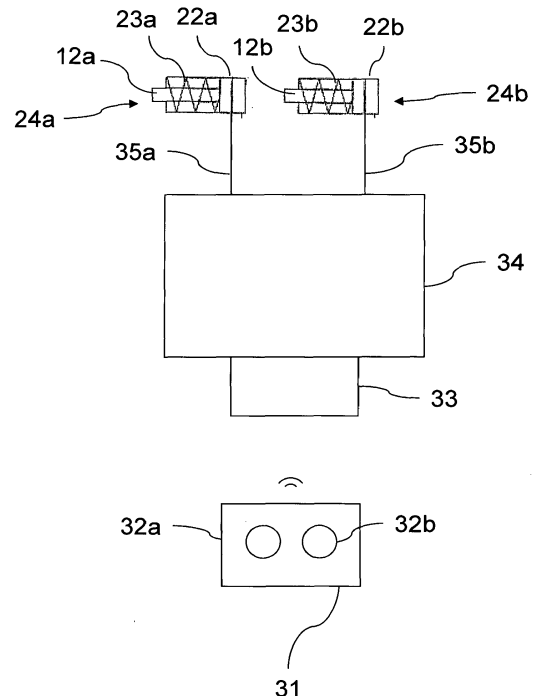


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Steuervorrichtung für einen Schwingungserreger, insbesondere für einen Schwingungs- beziehungsweise Unwuchterreger für eine Bodenverdichtungsvorrichtung.

[0002] Bodenverdichtungsvorrichtungen, wie zum Beispiel Vibrationsplatten oder Vibrationswalzen sind bekannt. Vibrationsplatten können mit Schwingungserregern ausgestattet sein, bei denen Verstellvorrichtungen vorgesehen sind, mit denen nicht nur die Fahrtrichtung verändert werden kann, sondern auch Einstellungen abweichend von "maximal vorwärts" oder "rückwärts", wie zum Beispiel eine reduzierte Fahrgeschwindigkeit, Standrüttelungen oder Kurvenfahrten möglich sind.

[0003] Lenkbare Bodenverdichtungsvorrichtungen beziehungsweise Vibrationsplatten sind seit langem bekannt. Beispielsweise zeigen die G 78 18 542.9 und die DE 101 05 687 A1 lenkbare Bodenverdichtungsvorrichtungen, bei denen ein Schwingungserreger in einem Gehäuse auf einer Bodenkontaktplatte angeordnet ist.

[0004] Die dort beschriebenen Schwingungserreger weisen zwei zueinander gegenläufig drehbar gekoppelte Unwuchtwellen mit daran ausgebildeten Unwuchtmassen auf, deren Phasenlage relativ zueinander verstellbar ist. Durch ein Verstellen der Phasenlage lässt sich die Wirkungsrichtung eines durch die rotierenden Unwuchtmassen erzeugten resultierenden Kraftvektors derart verändern, dass sich die Bodenverdichtungsvorrichtung in Vorwärts- oder Rückwärtsrichtung bewegt.

[0005] Weiterhin sind auf einer der Unwuchtwellen zwei relativ zu der Unwuchtwelle verdrehbare Unwuchtmassen axial versetzt zueinander angeordnet. Die Lage jeder der beiden Unwuchtmassen bezüglich der sie tragenden Unwuchtwelle ist individuell einstellbar, so dass im Zusammenwirken mit der gegenüberliegenden, weiteren Unwuchtwelle resultierende Kraftvektoren erzielt werden können, die ein Giermoment um eine Hochachse der Bodenverdichtungsvorrichtung erzeugen. Hierdurch wird eine Drehung der Bodenverdichtungsvorrichtung und damit eine Lenkung möglich, ohne dass weitere Kräfte von außen, beispielsweise durch einen Bediener, auf die Bodenverdichtungsvorrichtung einwirken müssen.

[0006] Eine Weiterentwicklung dieser Schwingungserreger ist aus der DE 10 2012 025 376 A1 und der DE 10 2012 025 378 A1 bekannt. Bei dem dort beschriebenen Schwingungserreger ist eine durch eine Betätigungseinrichtung betätigbare Verdrehvorrichtung zum Ändern der Phasenlage zwischen zwei Unwuchtmassen vorgesehen, wobei eine der Unwuchtmassen von einer als Hohlwelle ausgebildeten Unwuchtwelle getragen wird und die Betätigungseinrichtung wenigstens teilweise im Inneren der Hohlwelle angeordnet ist. Dadurch wird ein besonders kompakter Aufbau ermöglicht.

[0007] Große und leistungsstarke Vibrationsplatten benötigen entsprechend hohe Lenkmomente, um Lenkbewegungen vollziehen zu können. Zu diesem Zweck

werden die oben genannten Schwingungserreger mit Lenkfunktion eingesetzt, wobei die Ansteuerung dann über eine Fernsteuerung erfolgt. Das ferngesteuerte Fahren derartiger Vibrationsplatten erfordert vom Bediener ein gewisses Feingefühl und auch einige Erfahrungen. Bei ungeübten Bedienern müssen die Vibrationsplatten oft im Stand gedreht werden, was zu einer "eckigen" Fahrt und zu einer ungleichmäßigen Verdichtungen mit unerwünschten Kuhlen im Boden führen kann. Eine Kurvenfahrt kann allenfalls durch rasch wechselndes Betätigen eines Steuerelements an der Fernbedienung durch den Bediener vollzogen werden, was jedoch verhältnismäßig unkomfortabel ist und nur mit unbefriedigender Güte durchgeführt werden kann. In jedem Fall wird vom Bediener ein erhöhter Steueraufwand verlangt.

[0008] Des Weiteren sind Hydrauliksysteme zur Ansteuerung der Unwucht-Phasenlage oftmals nicht leistungsstark ausgelegt, so dass sich insbesondere in Kombination mit geringen Abständen der Unwuchtmassen zur Maschinenmitte (Gierachse), also kurzen Hebelarmen der unterschiedlich eingestellten resultierenden Kraftvektoren um die Maschinenhochachse, ein träges Lenkverhalten ergibt. Diese Ausführung ist jedoch baulich relativ aufwändig und benötigt derart viel Bauraum, dass die zum Ansteuern der Schwingungserreger angebrachten Hydraulikzylinder nicht in das Innere der Unwuchtwellen integriert werden können, wie zum Beispiel in der DE 10 2012 025378 A1 vorgeschlagen.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Steuervorrichtung für einen Schwingungserreger anzugeben, die verhältnismäßig einfach aufgebaut sein kann und dennoch ein komfortables Fahren einer mit dem Schwingungserreger ausgestatteten Bodenverdichtungsvorrichtung ermöglicht.

[0010] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Steuervorrichtung nach Anspruch 1 gelöst. Zudem wird ein erfindungsgemäßes Verfahren sowie ein mit der Steuervorrichtung ausgestatteter Schwingungserreger in den nebengeordneten Ansprüchen definiert. Vorteilhafte Weiterentwicklungen der Erfindung sind den abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

[0011] Eine Steuervorrichtung für einen Schwingungserreger weist eine Betätigungseinrichtung zum Einstellen einer Phasenlage zwischen wenigstens zwei zueinander gegenläufig drehbaren Unwuchtmassen auf, sowie eine Sollwert-Eingabeeinrichtung zum Vorgeben und Verändern eines Sollwerts für die Phasenlage durch einen Bediener, wobei die Betätigungseinrichtung einen in einem Zylinder axial bewegbaren Steuerkolben aufweist, die Phasenlage in Abhängigkeit von einer Axialstellung des Steuerkolbens einstellbar ist, die Axialstellung des Steuerkolbens durch ein Hydrauliksystem veränderbar ist, durch das Hydrauliksystem unter Druck stehendes Hydraulikfluid über einen bestimmten Steuerzeitraum in einen von dem Zylinder und dem Steuerkolben umschlossenen Kolbenraum zuführbar oder aus dem Kolbenraum abführbar ist, zum Verändern der Axialstellung des Steuerkolbens, und wobei die Länge des Steuerzeit-

raums in Abhängigkeit von einer Änderung des Sollwerts bestimmt ist.

[0012] Der Schwingungserreger weist somit wenigstens zwei zueinander gegenläufig drehbare Unwuchtmassen auf. Die Steuervorrichtung dient zum Einstellen der Phasenlage zwischen diesen beiden Unwuchtmassen, um die Richtung der bei rotierenden Unwuchtmassen resultierenden Kraft zu verändern. Zu diesem Zweck weist die Steuervorrichtung die Betätigungseinrichtung mit dem Steuerkolben auf. Bei einer Bewegung des Steuerkolbens kann die Phasenlage zwischen den beiden Unwuchtmassen verändert werden.

[0013] Zudem ist die Sollwert-Eingabeeinrichtung vorgesehen, bei der es sich zum Beispiel um eine Joysticksteuerung, um einen Schiebester, einen Drehsteller o.ä. handeln kann. Über die Sollwert-Eingabeeinrichtung gibt der Bediener seinen Fahrwunsch für die Bodenverdichtungsvorrichtung und damit die Einstellung für den Schwingungserreger vor. Dieser Fahrwunsch entspricht einem Sollwert für die Phasenlage der Unwuchtmassen. Im vorliegenden Fall spielt der absolute Sollwert keine beziehungsweise eine nur untergeordnete Rolle und muss daher kein exakter Wert sein. Vielmehr genügt es, wenn der Sollwert in einem bestimmten Bereich liegt, wie später noch erläutert wird.

[0014] In Anhängigkeit von einer Änderung des Sollwerts durch den Bediener ist in der Steuervorrichtung die Länge des Steuerzeitraums festgelegt, während der Hydraulikfluid zu dem Steuerkolben gelangt oder von diesem abgeführt wird und dessen Axialstellung verändert. Gibt somit der Bediener über die Sollwert-Eingabeeinrichtung einen Steuerbefehl zur Richtungsumkehr, was zwangsläufig eine Änderung der Phasenlage der betreffenden Unwuchtmassen zur Folge haben muss, führt das Hydrauliksystem während des für diesen Fall festgelegten Steuerzeitraums Hydraulikfluid zu dem Steuerkolben zu oder ab, der daraufhin seine Stellung und damit auch die Phasenlage der Unwuchtmassen ändert.

[0015] Mit der Länge des Steuerzeitraums wird somit ein zeitabhängiges Ansteuern des Steuerkolbens ermöglicht. Zum Beispiel wird einer Änderung des Auslenkwinkels eines als Sollwert-Eingabeeinrichtung dienenden Joysticks ein Zeitabschnitt (Steuerzeitraum) zugeordnet, während dem ein zu dem Hydrauliksystem gehörendes Sperrventil den Durchfluss des Hydraulik-Volumenstroms freigibt. Das Hydrauliksystem liefert (oder führt ab) ein bestimmtes Volumen an Hydraulikfluid pro Zeiteinheit, so dass durch Festlegen der Länge des Steuerzeitraums mit ausreichender Genauigkeit das zu dem Steuerkolben zugeführte oder von diesem abgeführte Volumen an Hydraulikfluid festgelegt werden kann. Dementsprechend kann auch die Axialstellung des Steuerkolbens mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden. Einer Rückführung der Stellung des Steuerkolbens im Sinne eines Regelkreises bedarf es dabei nicht. Alleine durch das präzise Einhalten des Steuerzeitraums und das Zu- oder Abführen des Hydraulikfluidvolumens pro Zeiteinheit lässt sich die Stellung des Steuerkolbens

und damit die Phasenlage hinreichend genau festlegen. Dadurch, dass die tatsächliche Stellung des Steuerkolbens nicht rückgeführt werden muss, sind auch keine aufwändigen Sensoren, Messaufnehmer oder ähnliches erforderlich, was den Aufbau der Steuervorrichtung nicht nur erheblich einfacher und kostengünstiger, sondern auch robuster macht, was in Hinblick auf den Einsatzzweck von besonderem Vorteil ist.

[0016] Das Hydrauliksystem kann eine Ventileinrichtung aufweisen, wobei die Ventileinrichtung während des Steuerzeitraums geöffnet ist, derart, dass das Hydraulikfluid zu dem Kolbenraum zuführbar oder aus dem Kolbenraum abführbar ist. Entsprechend kann die Ventileinrichtung außerhalb des Steuerzeitraums geschlossen sein, derart, dass kein Hydraulikfluid zuführbar ist. Bei der Ventileinrichtung kann es sich zum Beispiel um ein Sperrventil handeln, mit der der Kolbenraum vollständig abgeschlossen werden kann, um das Hydraulikfluid-Volumen im Zylinder- beziehungsweise Kolbenraum eingesperrt zu halten und die Position des Kolbens stabil zu halten.

[0017] Der Zusammenhang zwischen der Änderung des Sollwerts und der Länge des Steuerzeitraums kann entsprechend einer Regel vordefiniert sein. Zum Beispiel kann dieser Zusammenhang linear, exponentiell, gestuft oder entsprechend einer anderen Vorschrift gegeben sein.

[0018] Insbesondere können gemäß einer Regel jeweils Änderungen des Sollwerts in Stufen erfassbar sein, wobei jeweils eine Stufe einem bestimmten Steuerzeitraum entspricht und wobei der Steuerkolben entsprechend den Stufen jeweils zugeordnete Axialstellungen einnimmt.

[0019] Bei dieser Variante ist demnach nicht unbedingt ein direkter, also linearer Zusammenhang zwischen der Änderung des Sollwerts und der Länge des Steuerzeitraums gegeben. Vielmehr kann die Änderung des Sollwerts in Stufen erfasst werden und dementsprechend auch gestufte Steuerzeiträume nach sich ziehen. Wenn die Steuerzeiträume gestuft sind, muss zwangsläufig auch der Steuerkolben dann entsprechende diskrete Stellungen einnehmen, die jeweils vorgegebenen Phasenlagen der Unwuchtmassen entsprechen.

[0020] Die Abstände zwischen den Stufen können groß sein, was einer groben Stufung entspricht. Sie können aber auch eher mit kleinen Abständen gegeben sein, was einer feinen Stufung entspricht. In der Praxis hat es sich erwiesen, dass zwischen den Maximalstellungen (volle Vorwärtsfahrt, volle Rückwärtsfahrt) zwischen 6 und 20, insbesondere zwischen 8 und 12 Stufen sinnvoll sind und im Übrigen auch ausreichen. Eine feinere Stufung ist technisch aufwändig, ohne einen darüberhinausgehenden Vorteil zu bringen.

[0021] Gemäß einer Regel kann bei einer Änderung des Sollwerts und damit bei einem Vorgeben einer Zielstellung für den Steuerkolben der Steuerkolben derart ansteuerbar sein, dass er zum Erreichen dieser Zielstellung wenigstens eine diskrete Zwischen-Stellung ein-

nimmt. Das bedeutet, dass der Steuerkolben zwischen einer aktuellen Ausgangsstellung und einer aufgrund der Vorgabe über die Sollwert-Eingabeeinrichtung durch den Bediener gewählten Zielstellung nicht zwingend kontinuierlich, also ohne Unterbrechung und damit auch mit entsprechend langem Steuerzeitraum bewegt werden muss. Vielmehr ist es gemäß dieser Regel möglich, den Steuerkolben in mehreren Schritten über wenigstens eine, gegebenenfalls auch über mehrere Zwischen-Stellungen aus der Ausgangsstellung in die Zielstellung zu bewegen. Damit kann der gesamte Steuerzeitraum, während dem Hydraulikfluid dem Kolbenraum zugeführt oder von diesem abgeführt wird, in mehrere Teilzeiträume zerlegt werden.

[0022] Während jedem Teil-Steuerzeitraum gelangt der Steuerkolben in eine jeweilige Zwischen-Stellung, bis er nach Erreichen des Gesamt-Steuerzeitraums die vorgegebene Zielstellung erreicht hat. Als "Steuerzeitraum" wird in diesem Zusammenhang in der Regel der gesamte Steuerzeitraum verstanden, während dem Hydraulikfluid zu dem Kolbenraum zugeführt oder aus diesem abgeführt werden muss, um die Axialstellung des Steuerkolbens aus der aktuellen Stellung in die Zielstellung zu verändern. Dieser Steuerzeitraum kann dann entsprechend der an dieser Stelle beschriebenen Regel auch in mehrere Teil-Steuerzeiträume zerlegt werden, was die Ansteuerbarkeit insgesamt vereinfacht.

[0023] Wenigstens eine der nachfolgenden Verstelleinrichtungen kann zum Verändern des Zusammenhangs zwischen der Änderung des Sollwerts und dem jeweils zugeordneten Steuerzeitraum vorgesehen sein, nämlich eine Global-Verstelleinrichtung zum gleichzeitigen Verändern des Zusammenhangs für alle voreingestellten Steuerzeiträume des Schwingungserregers, und/oder eine Trimm-Verstelleinrichtung zum Verändern des Verhältnisses der Steuerzeiträume eines bezogen auf eine Hauptrichtung linken Teils des Schwingungserregers zu den Steuerzeiträumen eines rechten Teils des Schwingungserregers, und/oder eine Individual-Verstelleinrichtung zum individuellen Verändern eines jeweiligen Zusammenhangs für einzelne Steuerzeiträume.

[0024] Mithilfe der Verstelleinrichtungen können zum Beispiel auf der Serviceebene der Maschinensteuerung Korrekturfaktoren auf die Steuerzeiten aufgegeben werden, um zum Beispiel durch unterschiedliche Toleranzen an Bauteilen bedingte Abweichungen der Fahrbewegung der Maschine zu korrigieren.

[0025] Mithilfe der Global-Verstelleinrichtung können somit alle Steuerzeiten um einen wählbaren Faktor verändert werden. Mithilfe der Trimm-Verstelleinrichtung können die beiden Maschinenseiten (links, rechts) zueinander ausgeglichen werden, um Abweichungen zu kompensieren. Bei der Individual-Verstelleinrichtung ist ein individuelles Verändern jedes Zusammenhangs zwischen der Änderung des Sollwerts und dem zugeordneten Steuerzeitraum möglich, was selbstverständlich einige Fachkenntnisse erfordert.

[0026] Bei einer Ausführungsform kann eine Tempe-

raturerfassungseinrichtung vorgesehen sein, zum Erfassen einer Temperatur des Hydraulikfluids, wobei die Länge eines Steuerzeitraums in Abhängigkeit von der erfassten Temperatur veränderbar ist. Die Genauigkeit der Einstellung der Axialstellung des Steuerkolbens hängt im Wesentlichen von der Menge an Hydraulikfluid ab, die dem Kolbenraum zugeführt oder aus diesem abgeführt wird. Sowohl das Volumen des Hydraulikfluids, als auch die Viskosität des Hydraulikfluids (zum Beispiel des Hydrauliköls) beeinflussen das Volumen und damit auch die benötigte Steuerzeit. Daher kann es sinnvoll sein, die Öltemperatur bzw. Temperatur des Hydraulikfluids zu überwachen und gegebenenfalls die Länge des Steuerzeitraums zu korrigieren, um unabhängig von der Umgebungstemperatur, der Betriebstemperatur und der Betriebsdauer ein annähernd gleiches Maschinenverhalten zu erreichen.

[0027] Die Sollwert-Eingabeeinrichtung kann wenigstens ein Bedienelement aufweisen, wobei in Abhängigkeit von einer Änderung der Stellung des Bedienelements der Steuerzeitraum festgelegt ist, während dem Hydraulikfluid zu dem Steuerkolben zugeführt oder von diesem abgeführt wird. Bei dem Bedienelement kann es sich zum Beispiel um einen Joystick, einen Schiebester, einen Drehsteller oder auch um eine Kombination daraus handeln. Dementsprechend kann die relevante Stellung des Bedienelements zum Beispiel ein Auslenkwinkel, ein Bewegungswinkel, eine Linearstellung oder auch eine Drehstellung sein.

[0028] Der Schwingungserreger kann wenigstens zwei Paare von einander zugeordneten Unwuchtmassen aufweisen, wobei für jedes der beiden Paare eine Sollwert-Eingabeeinrichtung und ein Steuerkolben vorgesehen ist, zum Einstellen der Phasenlage zwischen den beiden Unwuchtmassen des betreffenden Paares. Der Schwingungserreger ist geeignet, um durch die oben beschriebene Steuervorrichtung angesteuert zu werden.

[0029] Dabei kann der Steuerkolben einseitig durch eine Federeinrichtung beaufschlagt sein, derart, dass der Steuerkolben dann, wenn kein unter Druck stehendes Hydraulikfluid an dem Steuerkolben anliegt, der Steuerkolben in eine erste Endstellung gezwungen wird. In diesem drucklosen Zustand wird somit der Steuerkolben in die erste Endstellung gedrückt, die gleichzeitig auch einer Endstellung bzw. einer ersten Extremstellung für die Phasenlage entspricht. Wenn Hydraulikfluid dem Steuerkolben zugeführt wird, verlagert er seine Axialstellung aus der ersten Endstellung gegen die Wirkung der Federeinrichtung in Abhängigkeit von der Menge an Hydraulikfluid, die dem Steuerkolben zugeführt wird. Diese Menge an Hydraulikfluid ist abhängig von der Länge des Steuerzeitraums.

[0030] Die Sollwert-Eingabeeinrichtung kann ein Standard-Bedienelement zum Vorgeben einer Standrüttelungs-Stellung aufweisen, wobei in der Standrüttelungs-Stellung der Schwingungserreger derart angesteuert ist, dass er lediglich Schwingungen mit Komponenten in Vertikalrichtung, jedoch nicht in Horizontalrichtung bewirkt.

Das Standrüttel-Bedienelement kann zum Beispiel eine Standrütteltaste oder ein anderes Eingabeelement sein, mit dessen Hilfe die Länge des Steuerzeitraums derart vorgegeben wird, dass der Steuerkolben stets eine Stellung einnimmt, bei der die Phasenlage der gegeneinander rotierenden Unwuchtmassen bewirkt, dass die resultierenden Schwingungen nur in Vertikalrichtung, jedoch nicht in Horizontalrichtung gerichtet sind. Eine derartige Standrüttelung ist mit herkömmlichen Maschinen oft schwer erreichbar und nur durch feinfühliges Einstellen des Schwingungserregers möglich. Im Regelfall wird für die Standrüttelung die Axialstellung des Steuerkolbens einer Mittelstellung zwischen den beiden extremen Endstellungen (für Vorwärtsfahrt und Rückwärtsfahrt) entsprechen.

[0031] Ein Schwingungserreger für eine Bodenverdichtungsvorrichtung kann eine entsprechend den obigen Merkmalen ausgestaltete Steuervorrichtung aufweisen, sowie eine erste Unwuchtwellen, an der wenigstens eine erste Unwuchtmasse angeordnet ist und eine zu der ersten Unwuchtwellen achsparallel angeordnete, mit der ersten Unwuchtwellen formschlüssig gegenläufig drehbar gekoppelte zweite Unwuchtwellen, an der wenigstens eine zweite Unwuchtmasse angeordnet ist. Weiterhin kann eine Antriebsvorrichtung zum drehenden Antreiben einer der Unwuchtwellen und eine durch eine Betätigungseinrichtung betätigbare Verdrehvorrichtung zum Verdrehen der zweiten Unwuchtmasse relativ zu der ersten Unwuchtmasse vorgesehen sein, wobei die zweite Unwuchtwellen wenigstens einen Hohlraum aufweist und wobei die Betätigungseinrichtung wenigstens teilweise innerhalb des Hohlraums angeordnet ist. Der prinzipielle Aufbau dieses Schwingungserregers ist aus der DE 10 2012 025 378 A1 bekannt, nicht jedoch die Steuervorrichtung, mit der dieser Schwingungserreger angesteuert werden kann.

[0032] Durch die formschlüssige, gegenläufig drehbare Kopplung kann die Antriebsvorrichtung die erste und die zweite Unwuchtwellen und die daran angeordneten Unwuchtmassen in eine gegenläufige Rotationsbewegung versetzen. Durch den resultierenden Kraftvektor der auf die Unwuchtmassen wirkenden Fliehkräfte kann dadurch eine Arbeitsbewegung der Bodenkontaktplatte erzeugt werden.

[0033] Die Verdrehvorrichtung ermöglicht es, die an der zweiten Unwuchtwellen angeordnete Unwuchtmasse beispielsweise relativ zu der an der ersten Unwuchtwellen angeordneten Unwuchtmasse zu verdrehen. Hierdurch wird die Phasenlage der zweiten Unwuchtmasse relativ zu der an der ersten Unwuchtwellen angeordneten ersten Unwuchtmasse derart verändert, dass der resultierende Kraftvektor eine Vorwärts- oder Rückwärtsbewegung sowie eine Rüttelbewegung bewirkt.

[0034] Die Betätigungseinrichtung, insbesondere der zu der Betätigungseinrichtung gehörende Steuerkolben kann in dem zum Beispiel als Zylinder dienenden Hohlraum angeordnet sein. Dadurch ist ein sehr kompakter Aufbau der Betätigungseinrichtung möglich.

[0035] Ein Verfahren zum Einstellen der Phasenlage zwischen zwei zueinander gegenläufig drehbar gekoppelten Unwuchtmassen eines Schwingungserregers, wobei die Phasenlage in Abhängigkeit von einer Axialstellung eines Steuerkolbens einstellbar ist, weist die Schritte auf:

- Verändern eines Sollwerts für die Phasenlage durch einen Bediener;
- Bestimmen der Länge eines Steuerzeitraums in Abhängigkeit von der Veränderung des Sollwerts;
- Öffnen eines Hydraulikventils und Zuführen von unter Druck stehendem Hydraulikfluid zu dem Steuerkolben oder Abführen des Hydraulikfluids von dem Steuerkolben während des bestimmten Steuerzeitraums;
- Verändern der Phasenlage durch axiales Verschieben des Steuerkolbens mithilfe des Hydraulikfluids.

[0036] Diese und weitere Merkmale der Erfindung werden nachfolgend anhand eines Beispiels unter Zuhilfenahme der begleitenden Figuren näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen Horizontalschnitt eines Schwingungserregers;

Fig. 2 schematisch eine Steuervorrichtung für einen Schwingungserreger;

Fig. 3 ein Hydrauliksystem für die Steuervorrichtung;

Fig. 4 ein Beispiel für den Zusammenhang zwischen Sollwertänderung und Steuerzeitraum;

Fig. 5 ein anderes Beispiel für ein Hydrauliksystem;

Fig. 6 ein weiteres Beispiel für ein Hydrauliksystem;

Fig. 7 wiederum ein anderes Hydrauliksystem;

Fig. 8 in schematischer Darstellung verschiedene Stellungen des Steuerkolbens;

Fig. 9 ein Verstellschema für die Steuerkolben eines Schwingungserregers bei Vorwärtsfahrt; und

Fig. 10 ein Verstellschema für eine Verstellung der Steuerkolben bei einer Drehung links.

[0037] Figur 1 zeigt schematisch eine Ausführungsform eines z.B. aus der DE 10 2012 025 378 A1 bekannten Schwingungserregers 1 in einem Horizontalschnitt. Die zu bearbeitende Bodenfläche erstreckt sich daher unterhalb des Schwingungserregers 1 in einer Ebene parallel zur Zeichenebene. Der Schwingungserreger 1 kann insbesondere in einer Vibrationsplatte zur Boden-

verdichtung eingesetzt werden.

[0038] Der Schwingungserreger 1 weist eine durch eine Antriebsvorrichtung 2 drehend angetriebene erste Unwuchtwellen 3 mit daran angeordneten bzw. befestigten Unwuchtmassen 4a und 4b auf. Über zwei Zahnräder 5 und 6 wird die Drehbewegung der ersten Unwuchtwellen 3 formschlüssig und gegenläufig auf eine zweite Unwuchtwellen 7 übertragen.

[0039] Die zweite Unwuchtwellen 7 weist eine erste Unwuchtwellenhälfte 8a und eine zu der ersten Unwuchtwellenhälfte 8a koaxial angeordnete, relativ zu der ersten Unwuchtwellenhälfte verdrehbare zweite Unwuchtwellenhälfte 8b auf. Die beiden Unwuchtwellenhälften 8a und 8b sind beidseitig in eine zu einer Koppelvorrichtung gehörende Verstellhülse 9 eingeführt, die die beiden Unwuchtwellenhälften 8a und 8b formschlüssig, aber relativ zueinander verdrehbar koppelt. Auf der Verstellhülse 9 ist umlaufend das Zahnrad 6 angeordnet. Die Verstellhülse 9 bildet mit dem Zahnrad 6 folglich eine Koppelvorrichtung zum formschlüssigen Koppeln der ersten Unwuchtwellen 3 mit der aus den beiden Unwuchtwellenhälften 8a, 8b bestehenden zweiten Unwuchtwellen 7.

[0040] An den beiden Unwuchtwellenhälften 8a und 8b sind Verstellunwuchten 10a und 10b angeordnet bzw. befestigt. Um ein individuelles Verdrehen der Verstellunwuchten 10a, 10b um die Rotationsachse der zweiten Unwuchtwellen 7 zu erreichen, sind jeweilige Verdrehvorrichtungen 11a, 11b vorgesehen und in die als Hohlwellen ausgebildeten Unwuchtwellenhälften 8a und 8b eingelassen.

[0041] Durch die Verdrehvorrichtungen 11a, 11b kann die Phasenlage der Verstellunwuchten 10a, 10b relativ zu den an der ersten Unwuchtwellen 3 angeordneten Unwuchtmassen 4a, 4b verstellt werden. Durch die bei einer Rotation der Unwuchtmassen 4a, 4b und 10a, 10b jeweils um die gegenläufig rotierenden Unwuchtwellen 3, 7 an den Unwuchtmassen 4a, 4b, 10a, 10b wirkenden Fliehkraftvektoren kann bei verschobener Phasenlage eine Vorwärts- bzw. Rückwärtsbewegung der durch den Schwingungserreger 1 betriebenen Bodenverdichtungs- vorrichtung erreicht werden. Durch ein relatives Verdrehen der Verstellunwuchten 10a, 10b zueinander wird ein Giermoment und damit eine Drehung der Bodenverdichtungs- vorrichtung um eine senkrecht aus der Zeichenebene herausragende Hochachse des Schwingungserregers 1 bzw. der Bodenverdichtungs- vorrichtung erzeugt.

[0042] Nachfolgend wird lediglich die Verdreh- einrichtung 11a erläutert. Die Verdreh- einrichtung 11b ist identisch aufgebaut und in der Fig. 1 spiegelsymmetrisch zu der Verdreh- einrichtung 11a dargestellt.

[0043] Die Verdreh- einrichtung 11a weist eine hydraulisch betreibbare Betätigungseinrichtung mit einem als Steuerkolben dienenden Kolben 12a auf, der in einer Deckelhülse angeordnet ist, welche an einem Gehäuse 19 des Schwingungserregers 1 angeordnet bzw. befestigt ist und in die Unwuchtwellenhälfte 8a eingreift. Als Teil der Deckelhülse ist ein Zylinder 22a ausgebildet, in dem der Kolben 12a axial verschiebbar gelagert ist. Die De-

ckelhülse, der Zylinder 22a und der Kolben 12a sind von der Unwuchtwellenhälfte 8a über Lager 18a drehentkoppelt und am Gehäuse 19 des Schwingungserregers 1 befestigt.

[0044] Der Kolben 12a kann einen Schieber 13a innerhalb der Unwuchtwellenhälfte 8a axial verlagern. Der Schieber 13a trägt einen Querzapfen 14a, der eine in einer Wandung der als Hohlwellen ausgebildeten ersten Unwuchtwellenhälfte 8a vorhandene schraubenförmige Nut 15a durchdringt. Gleichzeitig greift der Querzapfen 14a in eine Längsnut 16 ein, die an der Innenseite der Verstellhülse 9 ausgebildet ist und radial außerhalb bzw. über der schraubenförmigen Nut 15a liegt. Durch das axiale Verlagern des Schiebers 13a mit dem Querzapfen 14a wird der ersten Unwuchtwellenhälfte 8a durch den schraubenförmigen Verlauf der Nut 15a eine Drehbewegung relativ zur Verstellhülse 9 aufgezwungen. Hierdurch ändert sich die relative Drehstellung der Verstellunwucht 10a gegenüber der Verstellhülse 9, gegenüber der Verstellunwucht 10b und gegenüber der ersten Unwuchtwellen 3.

[0045] Im Arbeitsbetrieb sind die Verstellunwuchten 10a und 10b durch ihre Trägheit bestrebt, ihre jeweilige Phasenlage in nacheilender Richtung zu verlagern und dabei den Kolben 12a bzw. 12b in seine Ausgangsposition zurückzuschieben. Um das Zurückführen der Kolben 12a, 12b weiter zu unterstützen, können Federeinrichtungen 23a, 23b vorgesehen und beispielsweise innerhalb der Zylinder 22a, 22b angeordnet sein. Die Federeinrichtungen 23a, 23b können die Kolben 12a, 12b beispielsweise gegen eine der Verstellhülse 9 zugewandte Stirnseite der jeweiligen Zylinder 22a, 22b abstützen.

[0046] Die Wirkeinheit aus Kolben 12a, Zylinder 22a und Feder 23a wird nachfolgend auch als Verstellzylinder 24a bezeichnet. Analoges gilt für den Verstellzylinder 24b.

[0047] Die Verdreh- vorrichtung 11a ist in dieser Anordnung fast ganz in einen Hohlraum der ersten Unwuchtwellenhälfte 8a eingelassen. Lediglich ein Einlass 17a für Hydraulikflüssigkeit zum Bewegen bzw. Beaufschlagen des Kolbens 12a steht aus der ersten Unwuchtwellenhälfte 8a hervor. Der Kolben 12a ist zumindest in einer maximalen Einschubposition vollständig in der zweiten Unwuchtwellen 7 aufgenommen und/oder in die erste Unwuchtwellenhälfte 8a eingelassen. Der Kolben 12a, der Zylinder 22a und der Einlass 17a sind dabei durch als Drehentkopplung dienenden Lager 18a von einer Rotationsbewegung der ersten Unwuchtwellenhälfte 8a und des Schiebers 13a entkoppelt.

[0048] Axial zwischen der Verstellunwucht 10a und der Verstellhülse 9 ist ein inneres Lager 20a und zwischen der Verstellunwucht 10b und der Verstellhülse 9 ein weiteres inneres Lager 20b angeordnet. Die Verstellhülse 9 mit dem Zahnrad 6 ist somit zwischen den benachbart angeordneten inneren Lagern 20a und 20b gelagert. Weiterhin ist die zweite Unwuchtwellen 7 durch äußere Lager 21a, 21b am Gehäuse 19 gelagert. Die äußeren Lager 21a, 21b können angrenzend bzw. in unmittelbarer

Umgebung zu den Verstellunwuchten 10a, 10b angeordnet sein.

[0049] Die relative Verdrehbarkeit der Verstellunwuchten 10a und 10b wird dabei durch die mittig angeordnete Verstellhülse 9 gewährleistet. Die Verstellhülse 9 ist dabei vom Gewicht der Verstellunwuchten 10a und 10b befreit und wird darüber hinaus durch die inneren Lager 20a und 20b von der durch die rotierenden Verstellunwuchten 10a, 10b verursachten Wellenbiegung geschützt. Folglich ist ein geräuscharmer Betrieb und eine hohe Lebensdauer des Schwingungserregers 1 zu erwarten.

[0050] Durch Anordnung der Verdreheinrichtungen 11a, 11b innerhalb der als Hohlwellen ausgeführten Unwuchtwellenhälften 8a, 8b können die Verstellunwuchten 10a und 10b weit außen an der zweiten Unwuchtwellen 7 und damit mit einem großen Hebelarm zur Hochachse der Bodenverdichtungsanordnung angeordnet werden. Dies ermöglicht eine hohe Drehdynamik und ein verbessertes Fahrverhalten der Bodenverdichtungsanordnung bzw. Vibrationsplatte einem Bedienerwunsch entsprechend. Fahrmanöver können schneller bewerkstelligt werden und führen zu einer höheren Produktivität der Bodenverdichtungsanordnung. Dies gilt insbesondere auch für ferngesteuerte Vibrationsplatten mit kompakter Bauweise.

[0051] Figur 2 zeigt schematisch eine Steuervorrichtung für einen Schwingungserreger, zum Beispiel für den oben anhand von Figur 1 beschriebenen Schwingungserreger.

[0052] Eine Fernbedienung 31 weist zwei jeweils als Sollwert-Eingabeeinrichtung dienende Steuerknüppel bzw. Joysticks 32a und 32b auf, mit denen die Phasenlagen der einander zugeordneten Unwuchtwellen 3, 7 bzw. -massen z.B. bei dem Schwingungserreger von Figur 1 verstellt werden können. Der linke Joystick 32a dient somit zum Ansteuern des linken Teils (Verstellzylinder 24a) des Schwingungserregers und der rechte Joystick 32b zum Ansteuern des rechten Teils (Verstellzylinder 24b) des Schwingungserregers 1 aus Figur 1.

[0053] Der Schwingungserreger 1 wird hier als Beispiels für die Ansteuerung durch die Steuervorrichtung gezeigt. Die Steuervorrichtung kann auch zum Ansteuern eines Schwingungserregers genutzt werden, der anders aufgebaut ist als der in Figur 1 gezeigte.

[0054] Die Kommandos der Fernbedienung 31 können in bekannter Weise, zum Beispiel per Infrarot oder Funk an einen an der Vibrationsplatte bzw. in der Nähe des Schwingungserregers 1 vorgesehenen, nicht dargestellten Empfänger gesendet werden. Über geeignete, an dieser Stelle nicht interessierende Steuerelemente wird das Signal an eine Steuerung 33 eines Hydrauliksystems 34 übertragen. Wie später noch erläutert wird, dient das Hydrauliksystem 34 zum Bereitstellen von unter Druck stehendem Hydrauliköl (Hydraulikfluid), um die oben bereits erläuterten Kolben 12a, 12b verstellen zu können und auf diese Weise die Phasenlage der Unwuchtwellen 3, 7 zu beeinflussen. Zu diesem Zweck ist das Hydrauliksystem 34 über Leitungen 35a, 35b mit dem jeweiligen Verstellzylinder 24a, 24b des Schwingungserregers 1 verbunden.

Das Hydrauliksystem 34 ist derart ausgebildet, dass es das Hydraulikfluid jeweils für einen durch die Steuerung 33 vorgegebenen, exakt definierten Steuerzeitraum dem als Steuerkolben dienenden Kolben 12a bzw. 12b zuführt bzw. von diesem abführt.

[0055] Da die Kolben 12a, 12b jeweils durch eine Feder 23a, 23b abgestützt sind, wirkt das unter Druck stehende Hydraulikfluid über den jeweiligen Kolben 12a, 12b gegen die Wirkung der Feder 23a, 23b. Wenn das Hydraulikfluid durch das Hydrauliksystem 34 abgeführt wird, drückt die jeweilige Feder 23a, 23b den Kolben 12a, 12b zurück in seine Ausgangstellung (in Figur 2 ganz rechts).

[0056] Figur 3 zeigt ein Beispiel für einen Aufbau des Hydrauliksystems 34.

[0057] Über eine Hydraulikpumpe 36 wird Hydrauliköl gefördert. Das Hydrauliköl kann einem Hydromotor 37 zugeführt werden, der als Antriebsvorrichtung 2 für den Schwingungserreger von Figur 1 dient. Der Betrieb des Hydromotors 37 kann über ein Bypassventil 38 gesteuert werden. Wenn das Bypassventil 38 - so wie in Figur 3 gezeigt - geöffnet ist, strömt das unter Druck stehende Hydraulikfluid von der Hydraulikpumpe 36 direkt wieder zurück in einen Tank 41, ohne den Hydromotor 37 in Betrieb zu versetzen. Wenn hingegen das Bypassventil 38 geschlossen ist, gelangt das Hydrauliköl zu dem Hydromotor 37 und treibt mit dessen Hilfe die Unwuchtwellen des Schwingungserregers 1 an.

[0058] Darüber hinaus kann Hydrauliköl über ein Schaltventil 39 und zwei parallel zueinander angeordneten Sperrventile 40a und 40b zu den jeweiligen Verstellzylindern 24a, 24b bzw. Kolben 12a, 12b gelangen, um die Phasenlage der zugeordneten Unwuchtmassen zu verstellen.

[0059] Das Schaltventil 39 kann wahlweise eine Verbindung zur Druckseite (zur Hydraulikpumpe 36) oder zur drucklosen Seite (zum Tank 41) herstellen. In Fig. 3 befindet sich das Schaltventil 39 in der "Drucklos"-Stellung, so dass die Sperrventile 40a, 40b mit dem Tank 41 verbunden sind.

[0060] Die Ansteuerung der Ventile 39, 40a, 40b erfolgt über die Steuerung 33. Insbesondere werden durch die Steuerung 33 Steuerzeiträume eingestellt, während denen die Sperrventile 40a, 40b geöffnet oder geschlossen sind bzw. das Schaltventil 39 zur Druckseite oder Drucklosseite geschaltet ist.

[0061] Wenn die Sperrventile 40a, 40b geöffnet sind, wie in Figur 3 gezeigt und das Schaltventil 39 in Richtung des Tanks 41 geöffnet ist, ist das Hydrauliköl drucklos bzw. kann in den Tank 41 zurückfließen. Dementsprechend wird die Stellung der Kolben 12a, 12b durch die Rückstellfedern 23a und 23b eingestellt, so dass sich die Kolben 12a, 12b in einer ersten Endstellung befinden.

[0062] Wenn hingegen das Schaltventil 39 umgeschaltet wird und geregelter Hydraulikdruck zugeführt werden

kann, werden die Kolben 12a, 12b axial gegen die Wirkung der Federn 23a, 23b verschoben. Diese Schaltphase kann sehr kurz sein. Danach können die Sperrventile 40a, 40b die Verbindung unterbrechen und das unter Druck stehende Hydraulikfluid am Kolben 12a, 12b halten, so dass dieser in seiner Stellung verharrt.

[0064] Durch geeignetes, meist sehr kurzzeitiges Schalten kann der jeweilige Kolben 12a, 12b somit in diskrete Stellungen verschoben werden. Die Kolben 12a, 12b können zwischen ihren beiden mechanischen Endstellungen in beliebigen Zwischenstellungen gehalten werden. Diese Zwischenstellungen entsprechen dann auch entsprechenden Stellungen der zugeordneten Unwuchtmassen, wie oben anhand von Figur 1 erläutert.

[0065] Figur 4 zeigt ein Beispiel für den Zusammenhang zwischen der Auslenkung eines Joysticks 32a, 32b der Fernbedienung 31 und der jeweiligen Steuerzeit des zugeordneten Sperrventils 40a, 40b, also der Zeit während dem das Sperrventil 40a, 40b geöffnet ist.

[0066] Das Schaltventil 39 ist in Abhängigkeit von der Richtung der Auslenkung der Joysticks 32a, 32b geschaltet und ermöglicht je nach Bedienerwunsch und damit Auslenkung entweder einen druckbehafteten Zufluss von Hydrauliköl oder einen drucklosen Abfluss.

[0067] Eine Änderung des Auslenkwinkels des Joysticks 32a, 32b ist einem Zeitabschnitt Δt zugeordnet, während dem das Sperrventil 40a, 40b den Durchfluss des Hydraulikvolumenstroms freigibt (Zu- oder Abfluss). Diese Steuerzeiten sind beim Zu- und Abströmen unterschiedlich, können aber je nach Auslegung auch gleich sein. Die Maschine, also zum Beispiel eine Vibrationsplatte, ändert ihre Fahrbewegung (Fahrgeschwindigkeit und Drehrate um die Hochachse) und behält sie im Wesentlichen bei, bis der Bediener erneut eine Änderung des Auslenkwinkels des Joysticks 32a, 32b veranlasst. Zwar lassen sich Abweichungen von der eingestellten Soll-Fahrbewegung durch äußere Bedingungen, wie zum Beispiel inhomogene Bodenverhältnisse oder -neigungen nicht ganz verhindern. Es ist aber für den Bediener sehr einfach möglich, durch Betätigen des Joysticks 32a, 32b eine Korrektur des Fahrverhaltens der Vibrationsplatte vorzunehmen.

[0068] Die Änderungen der Auslenkwinkel der Joysticks 32a, 32b können in Stufen erfasst und jeweils in entsprechende Steuerzeiten umgesetzt werden.

[0069] Wird an einem Joystick, zum Beispiel dem Joystick 32a für die linke Seite, eine Änderung des Auslenkwinkels vorgenommen, wird nur diese (linke) zugeordnete Seite verstellt, während die andere (rechte) Seite in ihrer Stellung bleibt.

[0070] Wird an beiden Joysticks 32a, 32b gleichzeitig eine gleichsinnige Änderung des Auslenkwinkels vorgenommen, werden beide Sperrventile 40a, 40b gleichzeitig geöffnet, so dass Hydrauliköl gleichzeitig zu- oder abströmen kann. Wenn an beiden Joysticks 32a, 32b gleichzeitig eine gegensinnige Änderung des Auslenkwinkels vorgenommen wird, wird bei dem Hydrauliksystem von Fig. 3 eine Seite nach der anderen verstellt, da

das Hydrauliköl über das gemeinsame Schaltventil 39 nur entweder zu- oder abströmen kann. Je nach Auslenkungsänderung kann dies in einem oder auch in mehreren (Zwischen-) Schritten erfolgen, wie später noch an Beispielen erläutert wird.

[0071] Wird die Stellung eines oder beider Joysticks 32a, 32b über einen längeren Zeitraum in einer Stellung abweichend zur Maximalauslenkung gehalten, können der zugeordnete Kolben 12a, 12b bzw. die beiden Kolben 12a, 12b periodisch kurzzeitig in die nächstgelegene Endstellung gefahren und danach die vorher gewünschte Zwischenstellung erneut angefahren werden. Dadurch kann sichergestellt werden, dass bei Zwischenstellungen in der Nähe der Endstellungen zum Beispiel durch Temperaturerhöhung die Mechanik durch ein mögliches Driften keinen Schaden nehmen kann.

[0072] Die beschriebene Ansteuerung der Kolben 12a, 12b kann nicht nur bei ferngesteuerten Vibrationsplatten angewandt werden, sondern auch bei handgeführten Vibrationsplatten. Als Sollwert-Eingabeeinrichtungen eignen sich dann außer Joysticks auch andere Mittel, wie zum Beispiel Schaltwippen, Tasten etc.

[0073] Figur 5 zeigt eine alternative Lösung zu dem in Figur 3 gezeigten Hydrauliksystem 34.

[0074] In Abweichung zu dem Hydrauliksystem 34 von Figur 3 sind an Stelle des einen Schaltventils 39 zwei separate, voneinander getrennte Schaltventile 39a, 39b vorgesehen, mit denen die beiden Kolben 12a, 12b gleichzeitig angesteuert werden können. Bei dem Hydrauliksystem von Figur 3 hingegen müssen bei einer gewünschten entgegen gesetzten Verdrehung der Unwuchtmassen des Schwingungserregers die Sperrventile 40a, 40b wechselseitig angesteuert, das heißt geöffnet und geschlossen werden, um den Hydraulikfluid-Fluss (Zu- und Abfluss) wechselweise zu ermöglichen.

[0075] Bei einer in Figur 6 gezeigten Variante kann die Funktion einer Kombination aus Schaltventil 39a und Sperrventil 40a auch in einem 3/3-Wegeventil 42a integriert sein. Dies gilt analog auch für ein 3/3-Wegeventil 42b mit der Kombination aus Schaltventil 39b und Sperrventil 40b.

[0076] Eine weitere Variante ist in Figur 7 gezeigt, bei der statt der getrennten Schaltventile 39a, 39b und Sperrventile 40a, 40b für jeden Verstellzylinder bzw. Kolben 12a, 12b zwei 2/2-Wegeventile 43a', 43a'' bzw. 43b', 43b'' für jeweils eine Strömungsrichtung verwendet werden (Zufluss, Abfluss).

[0077] Figur 8 zeigt den prinzipiellen Aufbau des Verstellzylinders 24a bzw. 24b.

[0078] Der als Steuerkolben dienende Kolben 12 kann sich im Inneren des Zylinders 22 in einer beliebigen Stellung zwischen den beiden Maximalausschlägen (in Figur 8 ganz links oder ganz rechts) befinden. Bei der hier beschriebenen Lösung strebt es die Steuerung an, den Kolben 12 gezielt in diskrete Positionen, insbesondere diskrete Zwischenpositionen zu fahren. Dabei können gewisse Toleranzen und Abweichungen akzeptiert werden. Sie stellen in Anbetracht des komplexen Rüttelvorgangs

beim Betrieb einer Vibrationsplatte kein Problem dar und werden ohnehin durch weitere Einflüsse überlagert.

[0079] Zur Verdeutlichung sind die Positionen in Figur 8 mit Ziffern gekennzeichnet. Die Position "1" stellt die Mitte des Zylinders 22 dar. Diese Position wird auch als Grundstellung bezeichnet, in welcher das zugehörige Unwuchtpaar auf den Betriebszustand "Standrüttelung" gestellt ist und somit lediglich Kraftkomponenten in Vertikalrichtung, nicht aber in Horizontalrichtung erzeugt. Die von den Unwuchtmassen erzeugten Horizontalkräfte kompensieren sich gegenseitig und heben dadurch ihre Wirkung auf.

[0080] Die Bezugszeichen werden nachfolgend - soweit sinnvoll - für beide Seiten des Schwingungserregers einheitlich verwendet, insbesondere auch dann, wenn für die linke und die rechte Seite des Schwingungserregers keine unterschiedliche Beschreibung notwendig ist. So kann der (linke) Kolben 12a und der (rechte) Kolben 12b aus Figur 1 auch einheitlich als "Kolben 12" bezeichnet werden.

[0081] In dem in Figur 8 gezeigten Beispiel sind für die Vorwärtsfahrt und die Rückwärtsfahrt jeweils vier diskrete Zwischenpositionen festgelegt und mit den Ziffern 2, 3, 4, 5 bzw. -2, -3, -4, -5 gekennzeichnet, wobei 5 und -5 die Endstellungen darstellen.

[0082] In der Position "5" ist zum Beispiel der resultierende Kraftvektor des Unwuchtpaares auf "Maximal Vorwärts" eingestellt. Der Kolben 12 schlägt in dieser Stellung an die Wand des Zylinders 22 an und kann nicht weiterbewegt werden. Dementsprechend kann auch die Phasenlage zwischen den beiden Unwuchtmassen nicht mehr verändert werden. Entsprechendes gilt für die Richtung "Rückwärts" in der Position "-5".

[0083] Durch Zu- und Abführen von Hydrauliköl über die Hydraulikleitung 35 (vgl. Figur 2) kann der Kolben 12 beliebig verfahren und gezielt in die jeweiligen Zwischenstellungen bewegt werden. Die erforderliche Ansteuerung erfolgt über die Steuerung 33 und das Hydrauliksystem 34.

[0084] Wenn das Hydrauliksystem 34 geöffnet ist, also Hydrauliköl aus dem Zylinder 22 abgeführt werden kann, wird der Kolben 12 aufgrund der Wirkung der Feder 23 und der daraus resultierenden Kraft F_2 nach links bzw. in Richtung "Vorwärts" gedrückt. Die Kraft F_1 ist in diesem Fall 0, weil das Hydrauliksystem 34 offen, also drucklos ist, so dass jegliches Hydrauliköl entweichen kann.

[0085] Entsprechend einer vorgegebenen Steuerzeit Δt ist es möglich, gezielt eine Zwischenposition anzufahren. Zum Beispiel kann der Kolben 12 aus der in Figur 8 gezeigten Stellung "3" durch kurzzeitiges Öffnen des Hydrauliksystems 34 und der Kraft F_2 aufgrund der Feder 23 in die Stellung "4" bewegt werden. Mittels des Sperrventils 40 kann diese Position gehalten stabil gehalten werden, da das Ölvolumen im Verstellzylinder 24 eingesperrt ist. Es stellt sich ein Kräftegleichgewicht zwischen F_1 und F_2 ein.

[0086] Wird der Steuerdruck hingegen über das Schaltventil 39 (Figur 3) aufgeschaltet und das zugehö-

rige Sperrventil 40 geöffnet, kann unter Druck stehendes Hydrauliköl über die Leitung 35 zu dem Kolben 12 zugeführt werden, der sich daraufhin in Richtung "Rückwärts", also in Figur 8 nach rechts bewegt. In diesem Fall gilt $F_1 > F_2$. Auch hier kann entsprechend einer angepassten Steuerzeit Δt eine beliebige Zwischenposition, insbesondere aber eine diskrete, vorher definierte Zwischenposition angefahren werden.

[0087] Anhand von Figur 9 wird nachfolgend beispielhaft erläutert, wie die Steuerung 33 die Verstellzylinder 24 gemäß einem Bedienerwunsch, zum Beispiel der Stellung der Joysticks 32a, 32b an der Fernbedienung 31, verstellt und die entsprechende Reaktion des Schwingungserregers und damit auch der zugehörigen Bodenverdichtungsvorrichtung bewirkt.

[0088] In dem Beispiel von Figur 9 weist der Schwingungserreger zwei Verstellzylinder 24 auf, die individuell zur Steuerung der Fahrbewegung verstellt werden können. Die Verstellzylinder 24a, 24b sind in Figur 9 nur schematisch anhand der möglichen diskreten Positionen des jeweiligen Kolbens 12a, 12b symbolisch dargestellt. Die Steuerung mittels der durch die rotierenden Unwuchten erzeugten Kraftvektoren wirkt ähnlich wie eine Panzersteuerung, wobei die linke Seite und die rechte Seite getrennt voneinander angesteuert werden können. Aus diesem Grund sind die Verstellzylinder 24a, 24b in Figur 9 mit L (links) und R (rechts) gekennzeichnet.

[0089] Wie oben anhand von Figur 8 beschrieben, sind jeweils vier diskrete Positionen bzw. Stufen in Richtung "Vorwärts" und in Richtung "Rückwärts" vorgesehen.

[0090] Als Ausgangszustand wird die Position "5*" gekennzeichnet. In dieser Stellung ist das Hydrauliksystem 34 geöffnet und damit drucklos. Der Kolben 12 wird durch die Feder 23 gegen den Anschlag gedrückt. In diesem Zustand sollte die Vibration noch abgeschaltet sein, so dass der Hydromotor 37 bzw. die Antriebsvorrichtung 2 noch nicht in Betrieb sind und sich die Unwuchtwellen noch nicht drehen.

[0091] Der Bediener wünscht nun, dass die Bodenverdichtungsvorrichtung mit dem Schwingungserreger aus der Ausgangsposition in eine leichte bzw. langsame Vorwärtsfahrt verstellt wird. Die beiden Kolben 12 (linker Kolben 12a, rechter Kolben 12b) sollen deswegen aus der Stellung "5*" in die Stellung "3" verstellt werden.

[0092] Der Bediener generiert mit Hilfe der Fernbedienung 31 den Fahrbefehl für "leichte Vorwärtsfahrt", welcher einer Sollwert-Vorgabe entspricht. Dementsprechend sollen die Verstellzylinder L/R jeweils auf die Position "3" verstellt werden. Daraufhin wird das Fahrsystem aktiviert, indem die Antriebsvorrichtung 2 (der Hydromotor 37) und damit die Vibration eingeschaltet wird. Die Sperrventile 40a, 40b werden ebenfalls aktiviert, das heißt gesperrt. Nachfolgend wird der Steuerdruck von dem Hydrauliksystem 34 aufgeschaltet, indem das Schaltventil 39 geöffnet wird.

[0093] Die Sperrventile 40a, 40b werden gleichzeitig (also L wie R) für einen kurzen Steuerzeitraum Δt geöffnet, so dass die Kolben 12a, 12b der beiden Verstellzy-

linder 24a, 24b aus der Ausgangsposition "5*" zurückfahren (vgl. Fig. 9). Nach einer vorgegebenen Zeit Δt_{L1} und Δt_{R1} erreichen die Kolben jeweils die Position "1". Dabei können die Zeiten für die linke und die rechte Seite, also Δt_{L1} und Δt_{R1} unterschiedlich sein. Danach werden die Sperrventile 40a, 40b aktiviert, also gesperrt.

[0094] Die mit "1" erreichte Position ist die Grundstellung und entspricht der Standrüttelung.

[0095] Anschließend schaltet die Steuerung 33 den Druck auf "drucklos" und deaktiviert, also öffnet, die Sperrventile 40a, 40b für eine definierte Zeit (Δt_{L1} und Δt_{R1}). Die Kolben in den Verstellzylindern nehmen jeweils die neue Position "2" ein. Der Steuerzeitraum Δt kann relativ kurz sein und zum Beispiel nur etwa 50 ms betragen.

[0096] Aus der Position "2" wird in gleicher Weise die Position "3" erreicht, die dem Bedienerwunsch entspricht und dann durch Schließen der Sperrventile 40a, 40b gehalten werden kann. Der Schwingungserreger bewirkt in dieser Stellung die gewünschte "leichte" Vorwärtsfahrt, so dass die Ist-Position der Kolben 12 auch der Soll-Position entspricht. Dementsprechend entspricht auch die Phasenlage der Unwuchtmassen dem durch den Bedienerwunsch vorgegebenen Sollwert.

[0097] Figur 10 zeigt ein anderes Beispiel für die Ansteuerung der Kolben 12, wobei die Bodenverdichtungs-vorrichtung eine Drehung nach links vollziehen soll.

[0098] Auch hier befindet sich der Schwingungserreger zunächst im Ausgangszustand und die Kolben in den Verstellzylindern L, R stehen in der Stellung "5*".

[0099] Der Bediener generiert zum Beispiel mit Hilfe der Fernbedienung 31 einen Fahrbefehl, nämlich "Drehung links", welcher einer Sollwert-Vorgabe dahingehend entspricht, dass die Unwuchtwellen des Schwingungserregers eine bestimmte Phasenlage zueinander einnehmen müssen. Die Sollwert-Vorgabe für den linken Verstellzylinder L entspricht der Position "-5". Die Sollwert-Vorgabe für den rechten Verstellzylinder R entspricht der Position "5".

[0100] Zum Erreichen der Sollwert-Vorgaben aktiviert die Steuerung das Fahrsystem (Aktivieren des Hydromotors 37 bzw. der Antriebsvorrichtung 2). Dabei wird die Grundstellung, die bereits von anhand von Figur 9 erläutert wurde, angefahren, so dass die Kolben die Stellung "1" erreichen.

[0101] Wenn das Hydrauliksystem 34 aufgebaut ist, wie in Figur 3 gezeigt, steht nur ein Schaltventil 39 für die Versorgung der beiden Sperrventile 40a, 40b zur Verfügung. Wenn - wie in dem jetzt erläuterten Beispiel - die Kolben 12 in umgekehrte Richtung, nämlich im Verstellzylinder R nach vorn und im Verstellzylinder L rückwärts verstellt werden müssen, können die Sperrventile 40a, 40b nicht gleichzeitig über das Schaltventil versorgt werden. Die Steuerung löst dieses Problem dadurch, dass abwechselnd die Verstellzylinder L und R verstellt werden. Dies erfolgt prioritätsgesteuert.

[0102] Dementsprechend wird der Verstellzylinder L als erster verstellt und fährt aus der Position "1" in die

Position "-2", indem dem zugehörigen Kolben 12 über das Hydrauliksystem 34 (Schaltventil 39 in "Druckstellung") unter Druck stehendes Hydraulikfluid zugeführt wird.

[0103] Nachfolgend wird das Schaltventil 39 umgeschaltet, so dass Hydraulikfluid aus dem Verstellzylinder R entweichen kann und der Kolben aus der Position "1" in die Position "2" verfährt. Die notwendige Ansteuerung der Ventile 39, 40a, 40b wird durch die Steuerung 33 entsprechend durchgeführt.

[0104] Die Verstellzeiten für die Verstellzylinder L und R können unterschiedlich sein. Sie sind zum Beispiel durch eine Trimm-Einrichtung veränderbar. Darüber hinaus können sie auch positions- oder richtungsabhängig sein.

[0105] Nachfolgend werden abwechselnd die Verstellzylinder L und R mit Hydraulikfluid versorgt bzw. wird von ihnen Hydraulikfluid abgezogen, bis die jeweiligen Endpositionen "-5" bzw. "5" erreicht sind. Insgesamt müssen, wie in Figur 10 durch "1.", "2.", "3." ... dargestellt, neun Schaltschritte vollzogen werden, um aus der Ausgangs- bzw. Grundstellung "5*" in die Endposition "-5" bzw. "5" zu gelangen. Dieser Verstellvorgang erfolgt wiederum sehr schnell und kann zum Beispiel innerhalb von einer Sekunde durchgeführt werden.

[0106] Somit kann das System über die Grundstellung (Standrüttelung) sofort in eine Drehung der Maschine gesteuert werden, die sich während des Schaltvorgangs immer mehr verstärkt, bis die Anschläge in der Stellung "5" erreicht werden. Dies hat zur Folge, dass die Maschine auf Bedienerbefehle nicht schlagartig, sondern eher moderat reagiert. Die Maschinenreaktion ist für den Bediener nicht überraschend, sondern nachvollziehbar und jederzeit wieder korrigierbar.

[0107] Mit der beschriebenen Steuerung ist es möglich, ohne großen baulichen Aufwand einseitig wirkende Hydraulikzylinder zur Betätigung von Verstelleinrichtungen für Vibrationsplatten zu verwenden. Die einseitig wirkenden Hydraulikzylinder sind nicht nur einfach aufgebaut, sondern sie benötigen auch wenig Bauraum. Mit Hilfe der Steuerung können beliebige, insbesondere diskrete Zwischenstellungen zwischen den Endstellungen angefahren und gehalten werden.

[0108] Damit können ferngesteuerte Vibrationsplatten mit einer Bodenkontaktplatte mit großem seitlichem Abstand der Verstellunwuchten zueinander aufgebaut werden. Durch den großen Abstand der Verstellunwuchten ist eine hohe Drehdynamik möglich, so dass Fahrmanöver präzise und zügig durchgeführt werden können. Damit entspricht das tatsächliche Fahrverhalten sehr gut dem jeweiligen Bedienerwunsch.

Patentansprüche

1. Steuervorrichtung für einen Schwingungserreger (1), mit

- einer Betätigungseinrichtung (24a, 24b, 12a, 12b) zum Einstellen einer Phasenlage zwischen wenigstens zwei zueinander gegenläufig drehbaren Unwuchtmassen (4a, 4b, 10a, 10b);
 - einer Sollwert-Eingabeeinrichtung (31, 32) zum Vorgeben und Verändern eines Sollwerts für die Phasenlage durch einen Bediener; wobei
 - die Betätigungseinrichtung einen in einem Zylinder (22a, 22b) axial bewegbaren Steuerkolben (12a, 12b) aufweist;
 - die Phasenlage in Abhängigkeit von einer Axialstellung des Steuerkolbens (12a, 12b) einstellbar ist;
 - die Axialstellung des Steuerkolbens (12a, 12b) durch ein Hydrauliksystem (34) veränderbar ist;
 - durch das Hydrauliksystem (34) unter Druck stehendes Hydraulikfluid über einen bestimmten Steuerzeitraum in einen von dem Zylinder (22a, 22b) und dem Steuerkolben (12a, 12b) umschlossenen Kolbenraum zuführbar oder aus dem Kolbenraum abführbar ist, zum Verändern der Axialstellung des Steuerkolbens (12a, 12b); und wobei
 - die Länge des Steuerzeitraums in Abhängigkeit von einer Änderung des Sollwerts bestimmt ist.
2. Steuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei
- das Hydrauliksystem (34) eine Ventileinrichtung (39, 40a, 40b) aufweist;
 - die Ventileinrichtung (39, 40a, 40b) während des Steuerzeitraums geöffnet ist, derart, dass das Hydraulikfluid zu dem Kolbenraum zuführbar oder aus dem Kolbenraum abführbar ist; und wobei
 - die Ventileinrichtung (39, 40a, 40b) außerhalb des Steuerzeitraums geschlossen ist, derart, dass kein Hydraulikfluid zuführbar oder abführbar ist.
3. Steuervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Zusammenhang zwischen der Änderung des Sollwerts und der Länge des Steuerzeitraums entsprechend einer Regel vordefiniert ist.
4. Steuervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei
- gemäß einer Regel jeweils Änderungen des Sollwerts in Stufen erfassbar sind und jeweils eine Stufe einem bestimmten Steuerzeitraum entspricht; und wobei
 - der Steuerkolben (12a, 12b) entsprechend den Stufen jeweils zugeordnete Axialstellungen einnimmt.
5. Steuervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei gemäß einer Regel bei einer Änderung des Sollwerts und damit einem Vorgeben einer Zielstellung für den Steuerkolben der Steuerkolben (12a, 12b) derart ansteuerbar ist, dass er bis zum Erreichen dieser Zielstellung wenigstens eine diskrete Zwischen-Stellung einnimmt.
6. Steuervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei wenigstens eine der nachfolgenden Verstelleinrichtungen zum Verändern des Zusammenhangs zwischen der Änderung des Sollwerts und dem jeweils zugeordneten Steuerzeitraum vorgesehen ist, nämlich
- eine Global-Verstelleinrichtung zum gleichzeitigen Verändern des Zusammenhangs für alle voreingestellten Steuerzeiträume des Schwingungserregers; und/oder
 - eine Trimm-Verstelleinrichtung zum Verändern des Verhältnisses der Steuerzeiträume eines bezogen auf eine Hauptrichtung linken Teils des Schwingungserregers zu den Steuerzeiträumen eines rechten Teils des Schwingungserregers; und/oder
 - eine Individual-Verstelleinrichtung zum individuellen Verändern eines jeweiligen Zusammenhangs für einzelne Steuerzeiträume.
7. Steuervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei
- eine Temperaturerfassungseinrichtung vorgesehen, zum Erfassen einer Temperatur des Hydraulikfluids; und wobei
 - die Länge eines Steuerzeitraums in Abhängigkeit von der erfassten Temperatur veränderbar ist.
8. Steuervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei
- die Sollwert-Eingabeeinrichtung (31) wenigstens ein Bedienelement (32a, 32b) aufweist;
 - in Abhängigkeit von einer Änderung der Stellung des Bedienelements (32a, 32b) der Steuerzeitraum festgelegt ist, während dem Hydraulikfluid zu dem Steuerkolben (12a, 12b) zugeführt oder von diesem abgeführt wird.
9. Steuervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei
- der Schwingungserreger wenigstens zwei Paare von einander zugeordneten Unwuchtmassen (4a, 10a; 4b, 10b) aufweist;
 - für jedes der beiden Paare eine Sollwert-Eingabeeinrichtung (32a, 32b) und ein Steuerkolben

ben (12a, 12b) vorgesehen ist, zum Einstellen der Phasenlage zwischen den beiden Unwuchtmassen des betreffenden Paares.

10. Steuervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Steuerkolben (12a, 12b) einseitig durch eine Federeinrichtung (23a, 23b) beaufschlagt ist, derart, dass dann, wenn kein unter Druck stehendes Hydraulikfluid an dem Steuerkolben (12a, 12b) anliegt, der Steuerkolben (12a, 12b) in eine erste Endstellung gezwungen wird. 5
11. Steuervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei 10
 - die Sollwert-Eingabeeinrichtung (31) ein Standrüttel-Bedienelement zum Vorgeben einer Standrüttelungs-Stellung aufweist; und wobei
 - in der Standrüttelungs-Stellung der Schwingungserreger derart angesteuert ist, dass er lediglich Schwingungen mit Komponenten in Vertikalrichtung, jedoch nicht in Horizontalrichtung bewirkt. 20
12. Schwingungserreger (1) für eine Bodenverdichtungs- 25
 - einer Steuervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche;
 - einer ersten Unwuchtwelle (3), an der wenigstens eine erste Unwuchtmasse (4a, 4b) angeordnet ist; 30
 - einer zu der ersten Unwuchtwelle (3) achsparallel angeordneten, mit der ersten Unwuchtwelle (3) formschlüssig gegenläufig drehbar gekoppelten zweiten Unwuchtwelle (7), an der wenigstens eine zweite Unwuchtmasse (10a) angeordnet ist; 35
 - einer Antriebsvorrichtung (2) zum drehenden Antreiben einer der Unwuchtwellen (3, 7); und 40
 - einer durch eine Betätigungseinrichtung (12a, 22a, 12b, 22b) betätigbaren Verdrehvorrichtung (11a, 11b) zum Verdrehen der zweiten Unwuchtmasse (10a) relativ zu der ersten Unwuchtmasse (4a, 4b); wobei 45
 - die zweite Unwuchtwelle (7) wenigstens einen Hohlraum aufweist; und wobei
 - die Betätigungseinrichtung (12a, 22a, 12b, 22b) wenigstens teilweise innerhalb des Hohlraums angeordnet ist. 50
13. Verfahren zum Einstellen der Phasenlage zwischen zwei zueinander gegenläufig drehbar gekoppelten Unwuchtmassen (4a, 4b, 10a, 10b) eines Schwingungserregers (1), insbesondere eines Schwingungserregers gemäß Anspruch 12, wobei die Phasenlage in Abhängigkeit von einer Axi-

alstellung eines Steuerkolbens (12a, 12b) einstellbar ist, mit den Schritten

- Verändern eines Sollwerts für die Phasenlage durch einen Bediener;
- Bestimmen der Länge eines Steuerzeitraums in Abhängigkeit von der Veränderung des Sollwerts;
- Öffnen eines Hydraulikventils (39, 40a, 40b) und Zuführen von unter Druck stehendem Hydraulikfluid zu dem Steuerkolben (12a, 12b) oder Abführen des Hydraulikfluids von dem Steuerkolben (12a, 12b) während des bestimmten Steuerzeitraums;
- Verändern der Phasenlage durch axiales Verschieben des Steuerkolbens (12a, 12b) mithilfe des Hydraulikfluids.

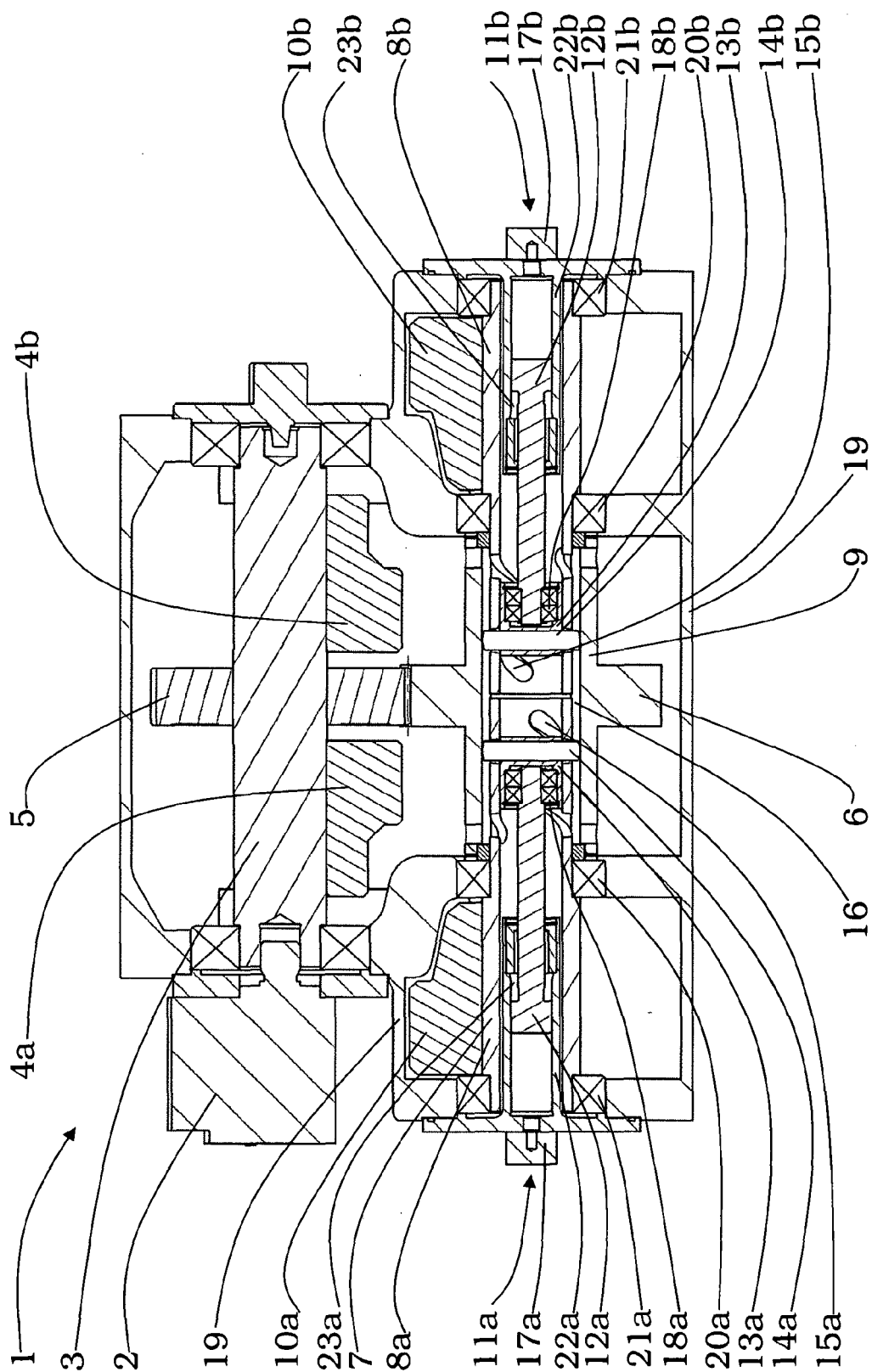


Fig. 1

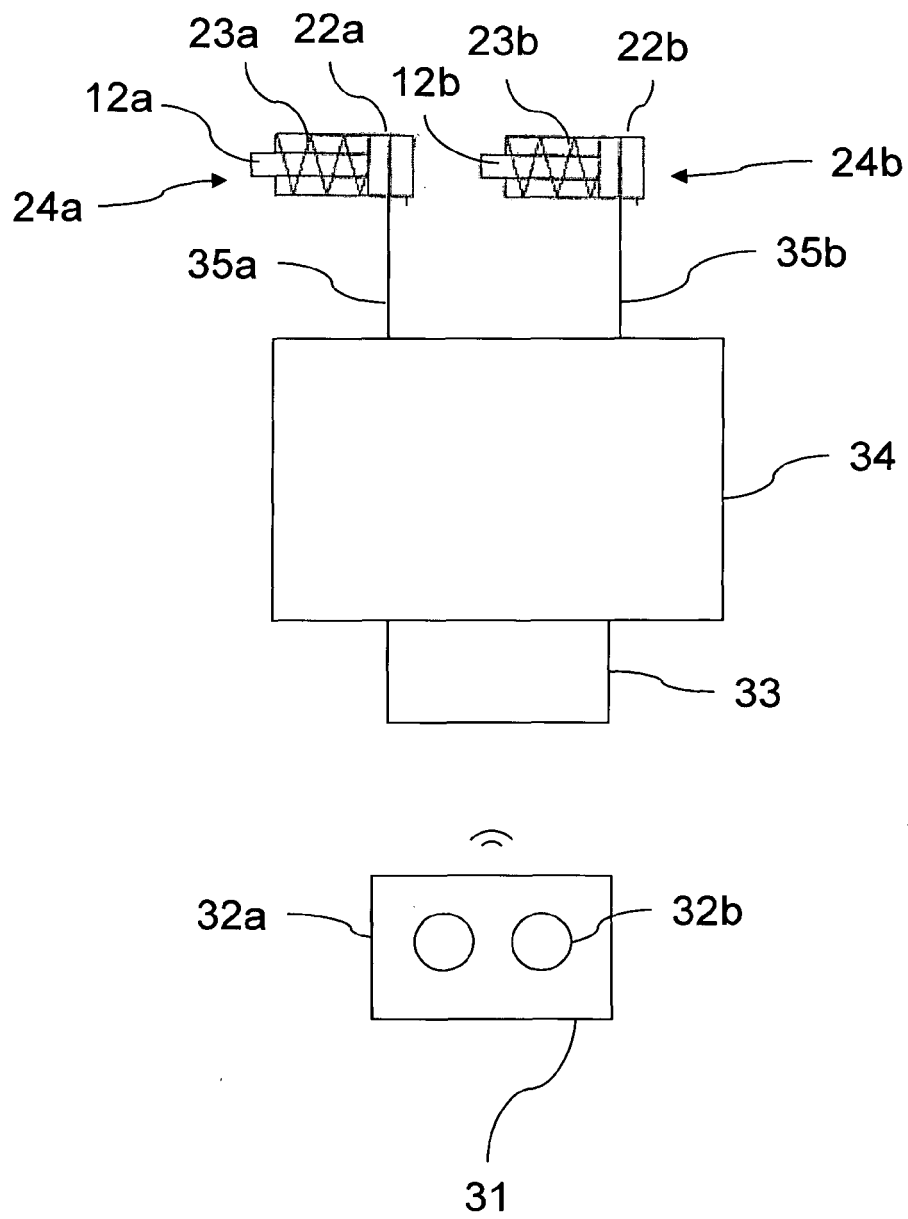


Fig. 2

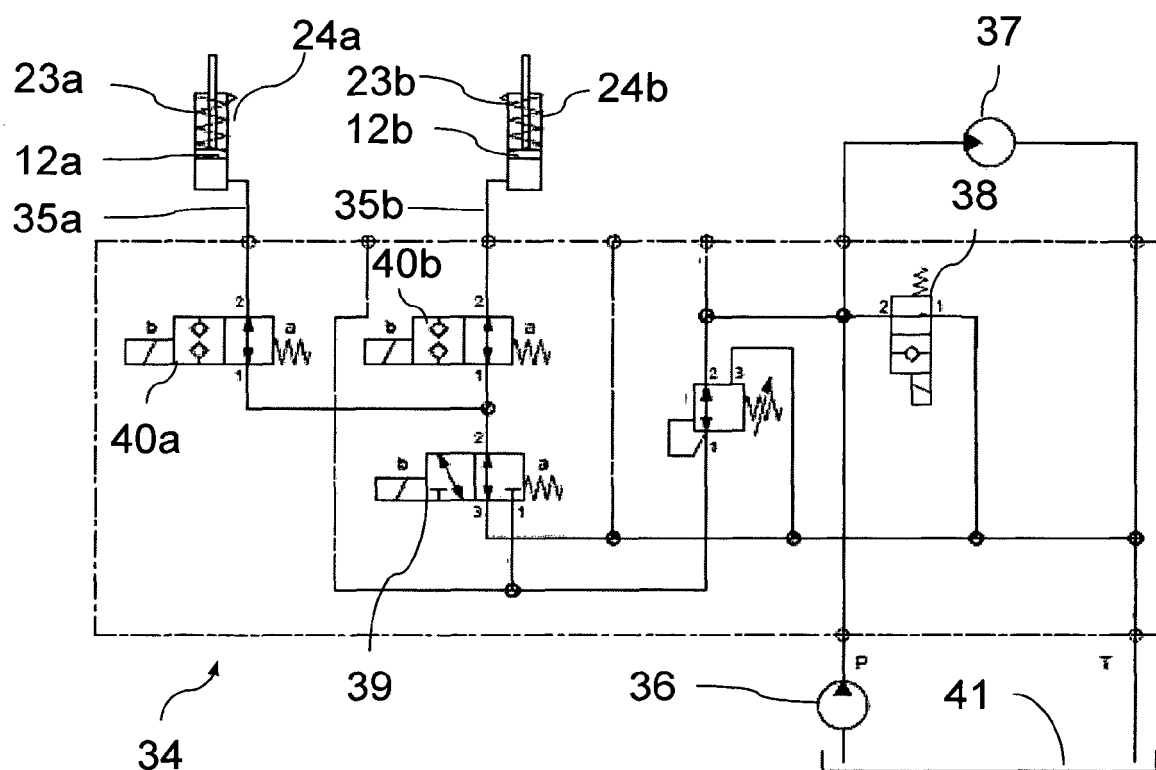


Fig. 3

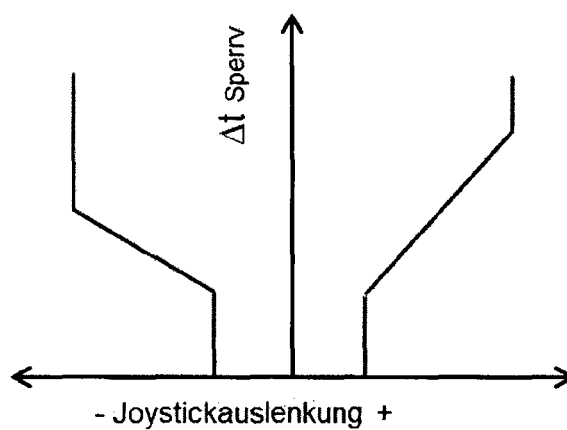


Fig. 4

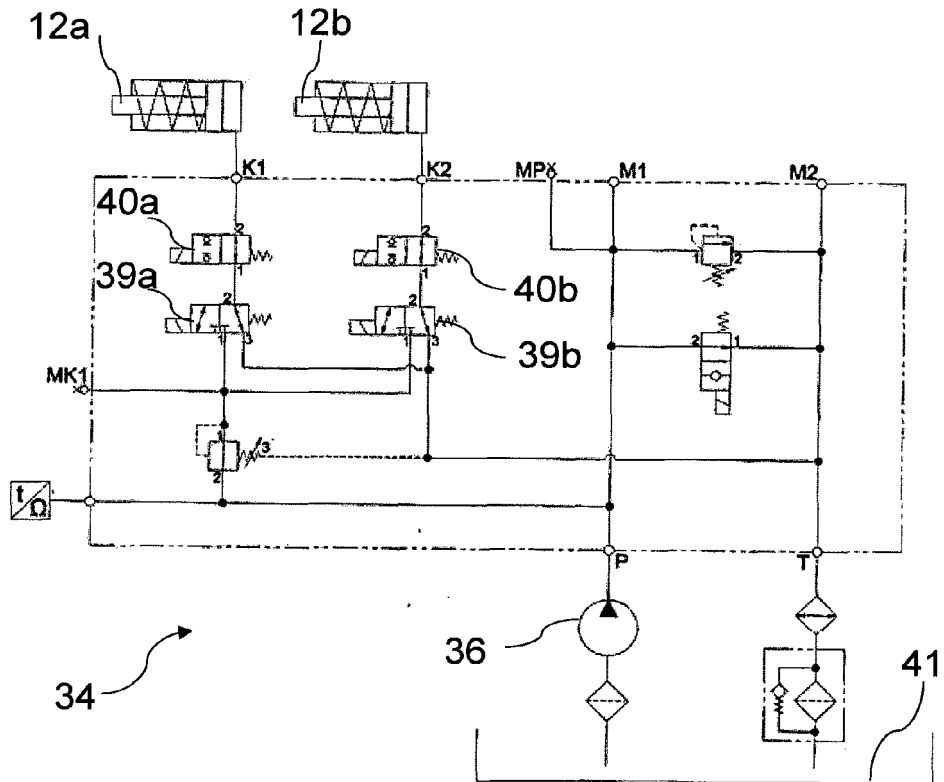


Fig. 5

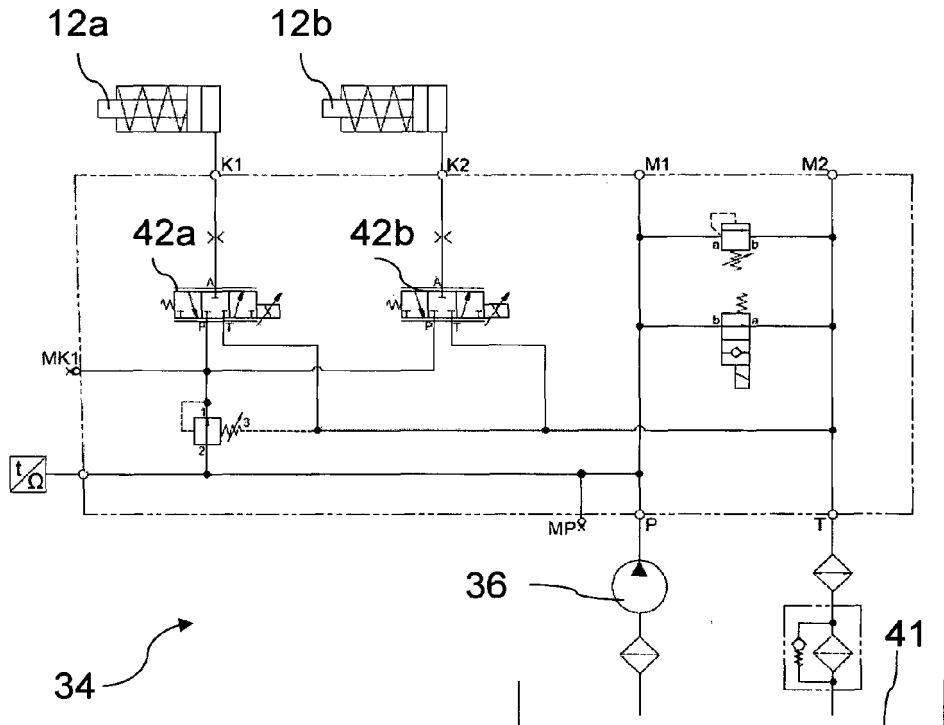


Fig. 6

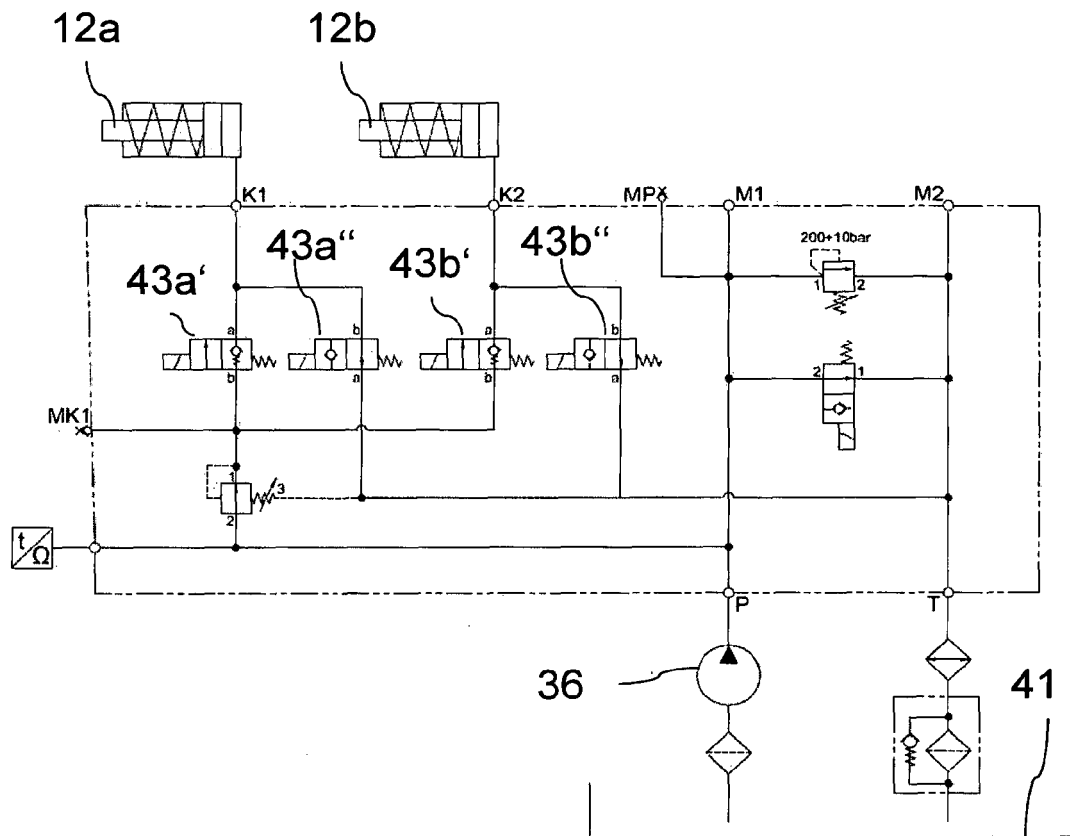


Fig. 7

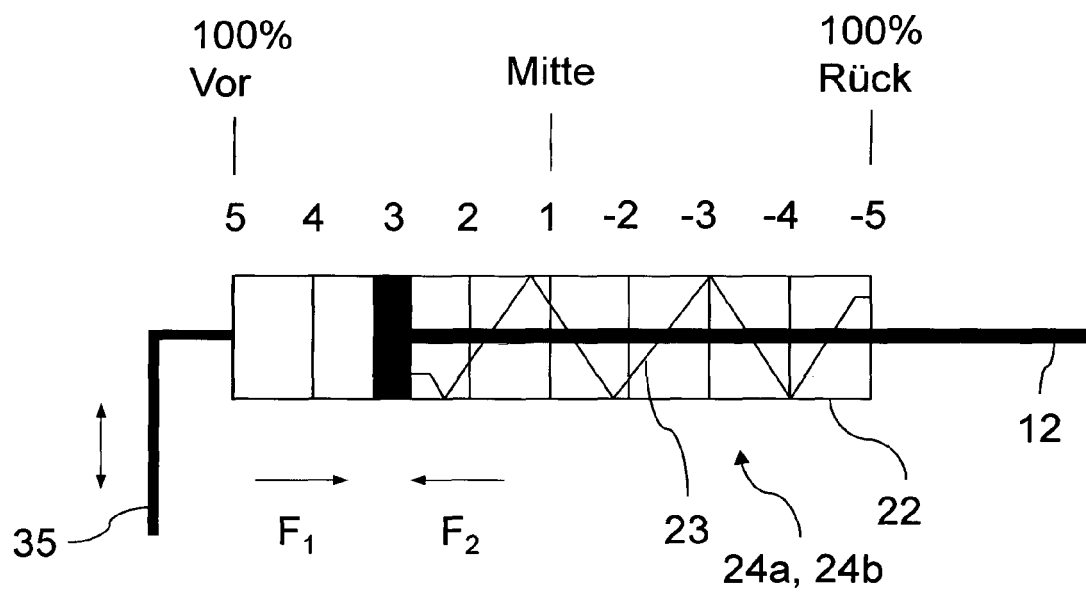


Fig. 8

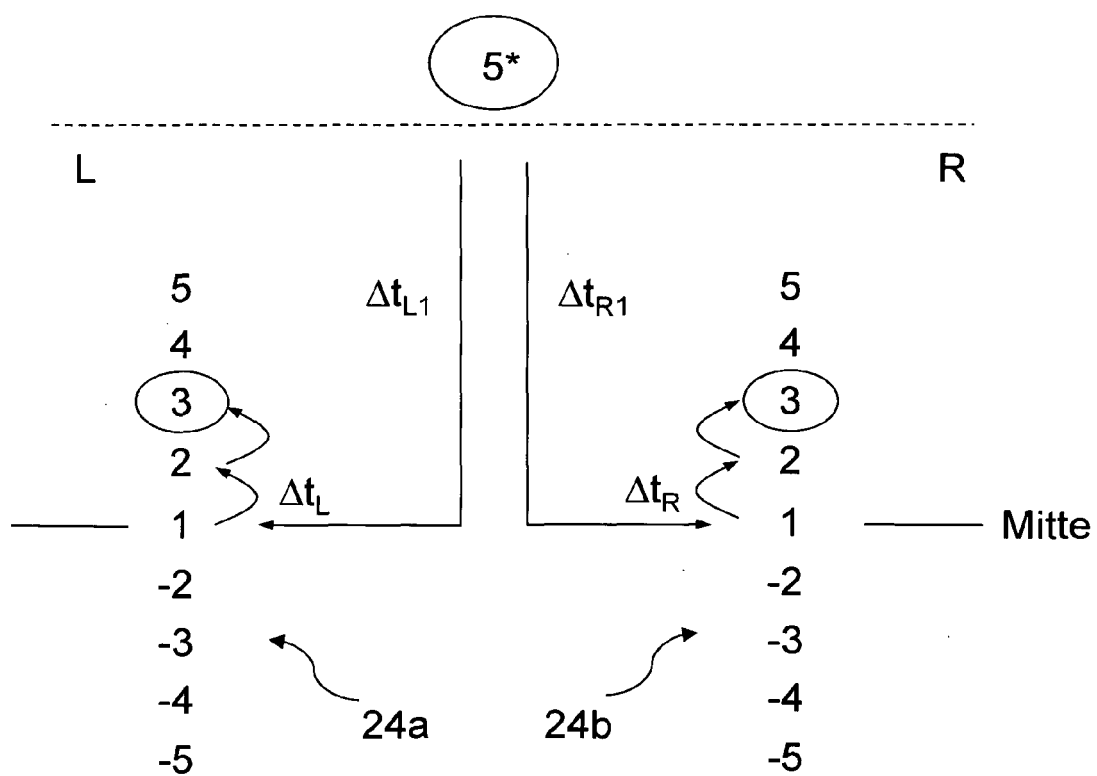


Fig. 9

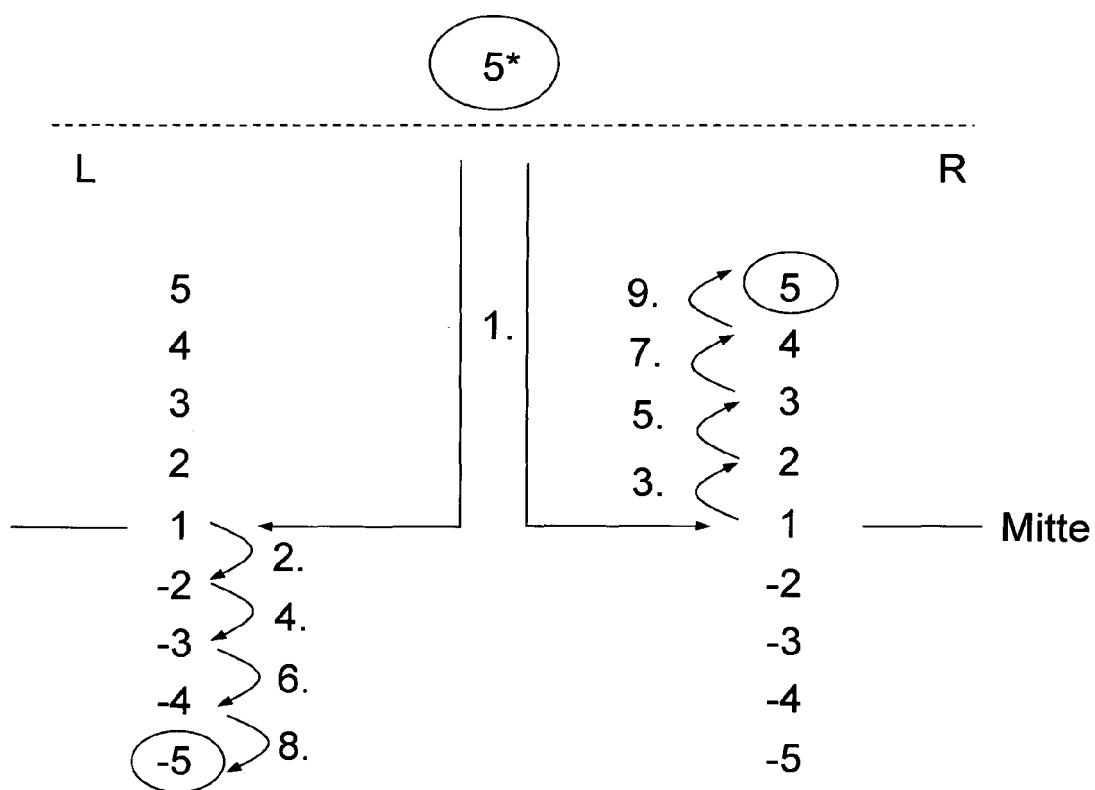


Fig. 10



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 00 0796

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 20 2007 019293 U1 (WACKER NEUSON PROD GMBH & CO [DE]) 22. November 2011 (2011-11-22)	1-5,8, 11,13	INV. B06B1/16 E01C19/38
Y	* Absatz [0002] - Absatz [0003] * * Absatz [0006] * * Absatz [0009] * * Absatz [0011] - Absatz [0012] * * Absatz [0047] - Absatz [0048] * * Absatz [0053] - Absatz [0055] * * Absatz [0058] *	7,9,10, 12	
Y	DE 199 13 074 A1 (WACKER WERKE KG [DE]) 19. Oktober 2000 (2000-10-19)	10	
A	* Spalte 3, Zeile 66 - Spalte 4, Zeile 2 *	1-9, 11-13	
Y,D	DE 10 2012 025376 A1 (WACKER NEUSON PROD GMBH & CO [DE]) 3. Juli 2014 (2014-07-03) * Absatz [0029] *	12	
Y	DE 20 2006 004707 U1 (AMMANN VERDICHUNG GMBH [DE]) 22. Juni 2006 (2006-06-22)	9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	* Absatz [0019] * * Abbildung 1 *	1-8, 10-13	E01C B06B
Y	DE 10 2013 000121 A1 (HYDAC DRIVE CT GMBH [DE]) 10. Juli 2014 (2014-07-10) * Absatz [0006] * * Absatz [0001] *	7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 31. August 2015	Prüfer Hippchen, Sabine
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument * : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 00 0796

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

31-08-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 202007019293 U1	22-11-2011	KEINE	
DE 19913074 A1	19-10-2000	DE 19913074 A1	19-10-2000
		EP 1163396 A1	19-12-2001
		JP 2003524714 A	19-08-2003
		US 8123432 B1	28-02-2012
		WO 0056984 A1	28-09-2000
DE 102012025376 A1	03-07-2014	DE 102012025376 A1	03-07-2014
		WO 2014101976 A1	03-07-2014
DE 202006004707 U1	22-06-2006	KEINE	
DE 102013000121 A1	10-07-2014	AU 2013372034 A1	28-05-2015
		CA 2893301 A1	10-07-2014
		DE 102013000121 A1	10-07-2014
		WO 2014106535 A1	10-07-2014

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10105687 A1 [0003]
- DE 102012025376 A1 [0006]
- DE 102012025378 A1 [0006] [0008] [0031] [0037]