

(19)



(11)

EP 3 862 487 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.08.2021 Patentblatt 2021/32

(51) Int Cl.:
E01C 19/38 ^(2006.01) **E01C 19/35** ^(2006.01)
E02D 3/046 ^(2006.01) **E02D 3/074** ^(2006.01)
B06B 1/16 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21153873.1**

(22) Anmeldetag: **27.01.2021**

(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:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Wacker Neuson Produktion GmbH & Co. KG**
85084 Reichertshofen (DE)

(72) Erfinder: **Unverdorben, Walter**
85229 Markt Indersdorf (DE)

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

(30) Priorität: **05.02.2020 DE 102020102949**

(54) VIBRATIONSPLATTE MIT ELEKTROANTRIEB

(57) Es wird eine Bodenverdichtungsvorrichtung angegeben, mit einer Obermasse (1), einer relativ zu der Obermasse (1) bewegbaren Untermasse (2), mit einer Bodenkontaktplatte (9) zur Bodenverdichtung, einer zwischen der Obermasse (1) und der Untermasse (2) wirkenden Schwingungsentkopplungsvorrichtung (3), we-

nigstens einem zu der Untermasse (2) gehörenden Unwuchterreger (10) zum Beaufschlagen der Bodenkontaktplatte (9) mit einer Unwuchtkraft und mit einem an der Untermasse (2) vorgesehenen Elektromotor (27) zum Antreiben des Unwuchterregers (10). Dabei ist der Elektromotor (27) in den Unwuchterreger (10) integriert.

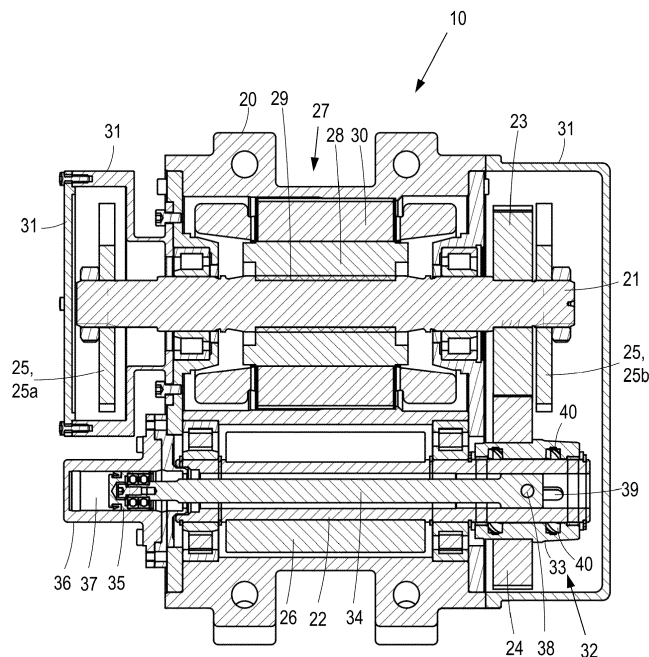


Fig. 2

EP 3 862 487 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Bodenverdichtungs-
vorrichtung, insbesondere eine Vibrationsplatte bzw.
Rüttelplatte.

[0002] Derartige Bodenverdichtungsrichtungen
bzw. Vibrationsplatten sind bekannt und weisen typi-
scherweise eine Obermasse und eine Untermasse auf,
die üblicherweise durch als Schwingungsentkopplungs-
vorrichtung dienende Gummipuffer miteinander verbun-
den sind.

[0003] Bei bekannten Vibrationsplatten ist auf der
Obermasse ein Antrieb in Form eines Verbrennungsmo-
tors vorgesehen. Zudem kann eine Deichsel mit einem
Führungsbügel an der Obermasse befestigt sein, mit de-
ren Hilfe der Bediener die Vibrationsplatte steuert. Auf
der Untermasse ist ein Unwuchterreger vorgesehen, der
zur Erzeugung von Schwingungen dient, die über eine
ebenfalls an der Untermasse vorgesehene Bodenkon-
taktplatte in den zu verdichtenden Boden eingeleitet wer-
den.

[0004] Vor allem bei kleinen und mittelgroßen Vibri-
ationsplatten wird die Leistung des Antriebsmotors mit Hil-
fe eines Riementriebs auf den Unwuchterreger an der
Unwuchtmasse übertragen. Zudem kann an dem als An-
triebsmotor dienenden Verbrennungsmotor eine Flieh-
kraftkupplung angeflanscht sein, damit der Unwuchter-
reger bei niedrigen Motordrehzahlen noch von dem Mo-
tor entkoppelt ist.

[0005] Der Unwuchterreger selbst weist häufig zwei
parallel zueinander angeordnete, gegenläufig drehbare
Unwuchtwellen auf, die jeweils exzentrisch angeordnete
Gewichte (Unwuchtmassen) tragen, um bei Rotation der
Unwuchtwellen die gewünschten Schwingungen erzie-
len zu können.

[0006] Durch Veränderung der Phasenlage der Un-
wuchtwellen zueinander, insbesondere durch Verände-
rung der Winkelstellung der Unwuchtwellen und damit
der jeweiligen Unwuchtmassen zueinander, kann die
Richtung eines resultierenden Kraftvektors verändert
werden. Auf diese Weise ist eine Reversibilität der Vibri-
ationsplatte möglich, so dass die Vibrationsplatte vor-
wärts und rückwärts verfahren werden kann. Zudem
kann auch eine Standrüttelung erreicht werden.

[0007] Beispiele für derart aufgebaute Unwuchterre-
ger finden sich in der DE 24 09 417 A und der DE 30 43
719 A1.

[0008] Im Betrieb einer derartigen Vibrationsplatte wird
der Riementrieb stark belastet. Dies liegt insbesondere
daran, dass sich die Relativstellung der beiden Riemen-
scheiben an der Obermasse und an der Untermasse auf-
grund der starken Schwingungen ständig ändert. Insbe-
sondere der Abstand der Riemenscheiben und auch ihre
Parallelität können schwanken, was die Belastung auf
den Antriebsriemen erhöht. Zudem kann durch die Deh-
nung des Riemens im Betrieb ein Schlupf entstehen, der
zu Drehzahlschwankungen am Unwuchterreger führt.
Durch den erhöhten Verschleiß am Antriebsriemen er-

höht sich auch der Wartungsaufwand.

[0009] Die Lager- und Zahnräder eines derartigen Un-
wuchterregers werden üblicherweise mittels Öl ge-
schmiert. Beim Betrieb des Unwuchterregers müssen
dann nicht nur die Unwuchtwellen in Drehung versetzt
werden. Zudem wird Antriebsenergie auch zur Überwin-
dung von Reibungsverlusten benötigt, die vor allem
durch die Unwuchtmassen verursacht werden, die das
zur Schmierung im Unwuchterreger vorgesehene Öl um-
wälzen.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine
verbesserte Bodenverdichtungsrichtung anzugeben,
bei der sich die im Stand der Technik vorhandenen Nach-
teile vermeiden lassen.

[0011] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine
Bodenverdichtungsrichtung mit den Merkmalen von
Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in
den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0012] Es wird eine Bodenverdichtungsrichtung ange-
geben, mit einer Obermasse, mit einer relativ zu der
Obermasse bewegbaren Untermasse, mit einer Boden-
kontaktplatte zur Bodenverdichtung, mit einer zwischen
der Obermasse und der Untermasse wirkenden Schwin-
gungsentkopplungsvorrichtung und mit wenigstens ei-
nem zu der Untermasse gehörenden Unwuchterreger
zum Beaufschlagen der Bodenkontaktplatte mit einer
Unwuchtkraft. An der Untermasse ist ein Elektromotor
zum Antreiben des Unwuchterregers vorgesehen, wobei
der Elektromotor in den Unwuchterreger integriert ist.

[0013] Bei einer derartigen Bodenverdichtungs-
richtung kann es sich insbesondere um eine Vibrations-
platte oder Rüttelplatte handeln, mit der in effektiver Wei-
se Boden verdichtet bzw. Steine in einen Boden einge-
rüttelt werden können.

[0014] Der prinzipielle Aufbau einer derartigen Boden-
verdichtungsrichtung mit Obermasse und relativ dazu
bewegbarer Untermasse ist bekannt. Erfindungsgemäß
wird dabei jedoch der als Antriebsmotor dienende Elek-
tromotor direkt in den an der Untermasse befindlichen
Unwuchterreger integriert, um keine Kraftübertragungs-
wege vom Elektromotor zum Unwuchterreger zu benö-
tigen. Auf diese Weise ist es zum Beispiel nicht erforder-
lich, einen zusätzlichen Riementrieb bereitzustellen, der
die oben erläuterten Nachteile aufweist.

[0015] Die vom Unwuchterreger erzeugte Unwucht-
kraft kann insbesondere als oszillierender, gerichteter
Kraftvektor erzeugt werden.

[0016] Zu diesem Zweck kann der Unwuchterreger
zwei parallel zueinander angeordnete und zueinander
gegenläufig drehbar gekoppelte Unwuchtwellen aufwei-
sen, die jeweils eine Unwuchtmasse tragen. Die Kopp-
lung der beiden Unwuchtwellen kann z.B. mithilfe eines
von den Unwuchtwellen getragenen Zahnradpaares er-
folgen.

[0017] Ein derartiger Aufbau ist für Unwuchterreger an
sich bekannt und hat sich in der Praxis vielfältig bewährt.
Im Unterschied zu aus dem Stand der Technik bekannten
Unwuchterregern ist jedoch erfindungsgemäß der An-

triebsmotor (Elektromotor) in den Unwuchterreger integriert.

[0018] Durch die zueinander gegenläufig drehenden Unwuchtwellen wird ein resultierender Kraftvektor erzeugt, dessen Ausrichtung je nach relativer Drehstellung der Unwuchtmassen bzw. Exzenter zueinander bestimmt wird. Der oszillierende Kraftvektor ändert mit der Rotation der Unwuchtwellen Betrag und Vorzeichen bzw. Richtung und bewirkt somit eine Kraft, die je nach Schwingungsphase nach oben gerichtet ist und die Bodenkontaktplatte vom Boden etwas abhebt oder - nach Drehung um 180° - nach unten gerichtet ist und über die Bodenkontaktplatte in den zu verdichtenden Boden eingebracht werden kann.

[0019] Eine der Unwuchtwellen kann als Antriebs-Unwuchtwellen ausgebildet sein und einen Bereich aufweisen, der einen Teil des Elektromotors bildet, derart, dass die Antriebs-Unwuchtwellen auch Motorwellen des Elektromotors ist. In dieser Weise lässt sich der Elektromotor besonders effizient in den Unwuchterreger integrieren.

[0020] Die Antriebs-Unwuchtwellen kann insoweit auch als erste Unwuchtwellen der beiden Unwuchtwellen des Unwuchterregers bezeichnet werden. Sie kann besonders vorteilhaft einstückig ausgebildet sein, so dass sie Bereiche aufweist, die die Unwuchtmassen bzw. Exzenter tragen, und Bereiche aufweist, die Teil des Elektromotors sind.

[0021] Die weitere Unwuchtwellen des Unwuchterregers wird nachfolgend auch als zweite Unwuchtwellen bezeichnet. Darüber hinaus ist es auch möglich, dass der Unwuchterreger weitere Unwuchtwellen (dritte Unwuchtwellen, vierte Unwuchtwellen etc.) aufweist.

[0022] Wirkungsmäßig kann zwischen den beiden Unwuchtwellen eine Phasenverstelleinrichtung vorgesehen sein, zum Verstellen der Phasenlage der beiden Unwuchtwellen zueinander. Durch das Verstellen der Phasenlage der beiden Unwuchtwellen und damit auch der von den Unwuchtwellen getragenen Unwuchtmassen kann die Ausrichtung des resultierenden Kraftvektors eingestellt werden.

[0023] Die Phasenverstelleinrichtung kann dabei insbesondere in die Drehkopplung der beiden Unwuchtwellen miteinander integriert und in an sich bekannter Weise aufgebaut sein. Zum Beispiel kann sie eine Verstellhülse aufweisen, die durch die axiale Verstellung eines Schaltbolzens verdreht werden kann.

[0024] Zur Drehkopplung der beiden Unwuchtwellen miteinander und damit Bewirkung der gegenläufigen Drehung der beiden Unwuchtwellen können zwischen den beiden Unwuchtwellen zwei miteinander kämmende Zahnräder vorgesehen sein, wobei die Drehstellung eines der Zahnräder durch die diesem Zahnrad zugeordnete Verstellhülse relativ zu der dieses Zahnrad tragenden Unwuchtwellen verändert werden kann, um die Phasenverstellung zu bewirken.

[0025] Die Funktionsweise einer derartigen Phasenverstelleinrichtung ist aus dem Stand der Technik, z.B. aus den oben erwähnten Veröffentlichungen DE 24 09

417 A und der DE 30 43 719 A1, bekannt und muss daher an dieser Stelle nicht näher erläutert werden.

[0026] Mit Hilfe der Phasenverstelleinrichtung ist es somit möglich, die Ausrichtung des resultierenden Kraftvektors zu verändern und zum Beispiel eine Richtungs-umkehr (Reversierung) zu bewirken.

[0027] Der Elektromotor im Unwuchterreger kann einen Rotor aufweisen, der auf der Antriebs-Unwuchtwellen angeordnet ist. Dementsprechend ist die Antriebs-Unwuchtwellen in diesem Fall auch die Motorwellen des Elektromotors. Der Rotor wird von der Antriebs-Unwuchtwellen getragen.

[0028] Weiterhin kann der Elektromotor einen Stator aufweisen, der den auf der Antriebs-Unwuchtwellen angeordneten Rotor wenigstens teilweise umschließt. Der Stator kann dementsprechend direkt in dem Gehäuse des Unwuchterregers angeordnet sein und von dem Unwuchterregergehäuse getragen werden.

[0029] Als Elektromotor eignen sich alle Bauarten von Elektromotoren, wie z.B. Synchronmaschinen, Asynchronmaschinen oder auch BLDC-Motoren.

[0030] Die Antriebs-Unwuchtwellen kann zwei axial zueinander beabstandete Unwuchtmassen tragen, wobei der Elektromotor axial zwischen den beiden Unwuchtmassen angeordnet ist. In diesem Fall kann insbesondere der Rotor axial zwischen den beiden Unwuchtmassen angeordnet sein.

[0031] Bei einer Ausführungsform können die axial zueinander beabstandeten Unwuchtmassen an den stirnseitigen Enden der Antriebs-Unwuchtwellen angeordnet sein. Auf diese Weise lässt sich ein sehr kompakter Aufbau der Unwuchtwellen verwirklichen. Zudem kann durch das Anordnen der beiden Unwuchtmassen an den beiden stirnseitigen Enden erreicht werden, dass der dazwischen befindliche Bauraum vollständig für den Elektromotor, mit Stator und Rotor, zur Verfügung steht.

[0032] Bei einer Ausführungsform ist es möglich, dass der Rotor des Elektromotors in einer Ebene bzw. einer axialen Höhe rotiert, die in etwa einer Rotationsebene bzw. axialen Höhe entspricht, in der die Unwuchtmassen der anderen Unwuchtwellen rotiert. Der Rotor einerseits und diese Unwuchtmassen andererseits rotieren dann folglich in einer Höhe gegeneinander.

[0033] An der Untermaße kann eine Rädereinrichtung vorgesehen sein, zum bedarfsweisen Transport der Bodenverdichtungsvorrichtung. Das Räderpaar kann auf diese Weise an der Untermaße, insbesondere an der Bodenkontaktplatte, angebracht sein. Die Räder können im Arbeitsbetrieb vom Boden gelöst sein und sozusagen oberhalb des Bodens schweben. Durch Kippen der Bodenverdichtungsvorrichtung können die Räder in Kontakt mit dem Boden gebracht werden, um die Bodenverdichtungsvorrichtung mit Hilfe der Rädereinrichtung zu verschieben.

[0034] Eine derartige Rädereinrichtung ist z.B. aus der DE 102 26 920 B4 bekannt.

[0035] An der Obermaße kann ein Energiespeicher vorgesehen sein, zum Versorgen des Elektromotors mit

elektrischer Energie. Der Energiespeicher kann insbesondere ein elektrischer Akku sein. Der Akku kann entweder fest eingebaut oder wechselbar sein. Dementsprechend ist es möglich, den Akku entweder direkt im Gerät, zum Beispiel mit Hilfe eines entsprechenden Netz-
5 teils, zu laden, oder auch außerhalb in einer entsprechend dafür bereitzustellenden Ladestation oder ebenfalls über ein Netzteil.

[0036] Wenn der Akku wechselbar ist, ist es vorteilhaft, wenn der Akku leicht ausgewechselt werden kann, zum Beispiel mit Hilfe einer Steckverbindung.

[0037] An der Obermasse kann eine Umformereinrichtung vorgesehen sein, zum Umformen eines von dem Energiespeicher bereitgestellten elektrischen Stroms in einen für den Elektromotor geeigneten Strom. Zum Erreichen von für die Bodenverdichtung vorteilhaften Schwingungen und Schwingungsfrequenzen ist es erforderlich, dass der Elektromotor eine entsprechende Drehzahl erreicht. Zum Erreichen dieser Drehzahl ist es vorteilhaft, wenn der zum Beispiel als Asynchronmaschine ausgebildete Motor eine Stromversorgung mit einer entsprechenden Frequenz erhält, die aber von der Frequenz des öffentlichen Netzes (50 Hz) abweicht. Dementsprechend ist der Umformer vorgesehen, um einen Strom mit höherer Frequenz bereitzustellen. Zudem kann aber auch die Spannung auf ein für den Motor geeignetes Maß angepasst werden.

[0038] Die Umformereinrichtung kann ein Gehäuse aufweisen, an dem eine Steckverbindung zum Einstecken des Energiespeichers vorgesehen ist. Dementsprechend ist es einfach möglich, den Energiespeicher in die Steckverbindung einzustecken oder - nach Gebrauch - von der Steckverbindung abzuziehen. Dabei ist es auch möglich, dass an dem Gehäuse der Umformereinrichtung eine entsprechende Halterung bzw. Abstützung vorgesehen ist, damit der Energiespeicher zuverlässig am Gehäuse der Umformereinrichtung gelagert werden kann.

[0039] Der somit angegebene Unwuchterreger kann dementsprechend sehr kompakt aufgebaut sein. Insbesondere weist er den Elektromotor mit der Antriebs-Unwuchtwellen als erste Unwuchtwellen auf, sowie die zweite Unwuchtwellen, in die die Phasenverstelleinrichtung integriert sein kann.

[0040] Der Unwuchterreger bildet mit dem Elektromotor eine integrale Einheit und benötigt keinen weiteren Antrieb von außen.

[0041] Der im Stand der Technik bekannte Antriebsmotor wird somit durch einen Elektromotor ersetzt, der direkt auf einer der Unwuchtwellen sitzt. Die Unwuchtmassen auf der zweiten Unwuchtwellen werden über ein Getriebe mit einer zwischengeschalteten Phasenverstelleinrichtung mitgenommen. Auf der Obermasse oder gegebenenfalls auch einer Zwischenmasse zwischen Obermasse und Untermasse ist der Akku als Energiespeicher vorgesehen. Zur Übertragung des elektrischen Stroms kann ein entsprechendes Kabel vorgesehen sein.

[0042] Dadurch, dass zum Antrieb kein Verbrennungsmotor erforderlich ist, können Lärm und Abgasemissionen reduziert bzw. ausgeschlossen werden. Damit eröffnen sich zusätzliche Einsatzgebiete, zum Beispiel in geschlossenen Räumen, Tunneln und Tiefgaragen. Der erfindungsgemäße Aufbau erlaubt die Reduzierung der Anzahl der Bauteile, die für den Antrieb notwendig sind, zum Beispiel Kupplung, Keilriemen, Riemenscheibe, Abdichtungen und Schutzgehäuse für den Antriebsriemen.

10 **[0043]** Das Laufverhalten des Unwuchterregers kann stabilisiert werden, da die direkte Anbindung des Elektromotors Drehzahlschwankungen infolge eines Riemetriebes eliminiert.

15 **[0044]** Diese und weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden nachfolgend anhand eines Beispiels unter Zuhilfenahme der begleitenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Bodenverdichtungsvorrichtung in Seitenansicht;

Fig. 2 einen Unwuchterreger der Bodenverdichtungsvorrichtung von Fig. 1 in Schnittdarstellung; und

Fig. 3 den Unwuchterreger in perspektivischer Schnittdarstellung.

30 **[0045]** Fig. 1 zeigt ein Beispiel für eine als Bodenverdichtungsvorrichtung dienende Vibrationsplatte.

[0046] Die Vibrationsplatte weist eine Obermasse 1 und eine relativ zu der Obermasse 1 bewegliche Unter-
35 masse 2 auf. Die Untermasse 2 ist über als Schwingungsentkopplungsvorrichtung dienende Gummipuffer 3 mit der Obermasse 1 gekoppelt. Auf diese Weise werden die an der Untermasse 2 entstehenden, starken Schwingungen nur gedämpft auf die Obermasse 1 übertragen.

[0047] Die Obermasse 1 weist einen Tragrahmen 4 auf, auf dem ein Akku 5 und ein Umformer 6 angebracht sind, die ebenfalls der Obermasse 1 zugerechnet werden. Der Akku 5 und der Umformer 6 sind von einem Schutzrahmen 7 umschlossen.

40 **[0048]** Der Akku 5 ist auswechselbar und kann im Bedarfsfall durch einen anderen Akku ersetzt werden. Zu diesem Zweck ist an dem Umformer 6 bzw. an dem zu dem Umformer 6 gehörenden Umformergehäuse ein Steckverbinder vorgesehen, an dem der Akku 5 eingesteckt werden kann.

45 **[0049]** Die Untermasse 2 weist eine Bodenkontaktplatte 9 auf, mit deren Hilfe der darunter befindliche Boden verdichtet werden kann. Auf der Oberseite der Bodenkontaktplatte 9 ist ein ebenfalls zur Untermasse 2 gehörender Schwingungserreger bzw. Unwuchterreger 10 angeordnet.

50 **[0050]** Im Stand der Technik werden derartige Unwuchterreger meist von Motoren, insbesondere von Verbrennungsmotoren drehend angetrieben, die an der Obermasse angeordnet sind. Gemäß der Erfindung ist

jedoch ein in Fig. 1 nicht dargestellter Elektromotor direkt in den Unwuchterreger 10 integriert, wie nachfolgend noch erläutert wird.

[0051] Zum Führen der Vibrationsplatte ist zudem eine Führungsdeichsel 11 an der Obermasse 2 bzw. dem Tragrahmen 4 befestigt. An der Führungsdeichsel 11 kann ein nicht dargestellter Drehzahlhebel zum Beeinflussen der Motordrehzahl des als Antriebsmotor dienenden Elektromotors vorgesehen sein. Je nach Ausführungsform genügt aber auch ein Ein-/Aus-Schalter zum Einschalten des später noch erläuterten Elektromotors.

[0052] Zudem ist am oberen Ende der Führungsdeichsel 11 ein Führungsbügel bzw. Steuergriff 12 angeordnet, über den die relative Drehstellung der Unwuchtwellen im Unwuchterreger 10, insbesondere deren Phasenlage zueinander, verstellt werden kann, wie später noch erläutert wird. Auf diese Weise kann eine Vorwärts- und Rückwärtsfahrt der Vibrationsplatte in an sich bekannter Weise erreicht werden.

[0053] An der Untermasse 2 bzw. der Bodenkontaktplatte 9 ist eine Rädereinrichtung mit zwei axial zueinander stehenden Rädern 13 vorgesehen. In dem in Fig. 1 gezeigten Normalzustand schweben die Räder 13 über dem Boden. Durch Kippen der Vibrationsplatte ist es jedoch möglich, die Räder 13 in Kontakt mit dem Boden zu bringen, so dass die Bodenkontaktplatte 9 vollständig vom Boden abhebt. In diesem Kipp- bzw. Transportzustand kann die Vibrationsplatte leicht mithilfe der Räder 13 verschoben und transportiert werden.

[0054] Die Fig. 2 und 3 zeigen den Unwuchterreger 10 in einer geschnittenen Draufsicht (Fig. 2) und in einer perspektivischen Schnittdarstellung (Fig. 3). Die Figuren werden dementsprechend gemeinsam erläutert.

[0055] Der Unwuchterreger 10 weist ein Erregergehäuse 20 auf, das, wie Fig. 1 zeigt, direkt auf der Bodenkontaktplatte 9 aufgebracht ist, um die durch den Unwuchterreger 10 erzeugten Schwingungen optimal in die Bodenkontaktplatte 9 und damit dem zu verdichtenden Boden einleiten zu können.

[0056] Im Inneren des Erregergehäuses 20 sind zwei Unwuchtwellen drehbar gelagert, nämlich eine als erste Unwuchtwelle dienende Antriebs-Unwuchtwelle 21 und eine zweite Unwuchtwelle 22.

[0057] Die beiden Unwuchtwellen 21, 22 sind zueinander gegenläufig drehbar gekoppelt. Zu diesem Zweck ist ein Zahnradpaar vorgesehen, mit einem auf der Antriebs-Unwuchtwelle 21 gelagerten ersten Zahnrad 23 und einem auf der zweiten Unwuchtwelle 22 gelagerten zweiten Zahnrad 24. Die beiden Zahnräder 23, 24 kämmen miteinander, wie Fig. 2 zeigt. Auf diese Weise wird eine Drehung der Antriebs-Unwuchtwelle 21 direkt in eine gegenläufige Drehung der zweiten Unwuchtwelle 22 übertragen.

[0058] Die erste Unwuchtwelle bzw. Antriebs-Unwuchtwelle 21 trägt eine erste Unwuchtmasse 25, die in zwei Teilmassenelemente 25a, 25b aufgeteilt ist. Die beiden Teilmassenelemente 25a, 25b sind axial zueinander beabstandet und an den stirnseitigen Enden der An-

triebs-Unwuchtwelle 21 angeordnet.

[0059] Die zweite Unwuchtwelle 22 trägt ihrerseits eine zweite Unwuchtmasse 26, die als ein einzelnes Massenelement etwa in der Mitte der zweiten Unwuchtwelle 22 angeordnet ist. Auch die zweite Unwuchtmasse 26 kann jedoch gegebenenfalls in mehrere Teilmassenelemente aufgeteilt werden, wenn dies aus Bauraumgründen sinnvoll ist.

[0060] Im mittleren Bereich der Antriebs-Unwuchtwelle 21 ist axial zwischen den beiden Teilmassenelementen 25a, 25b ein als Antriebsmotor dienender Elektromotor 27 angeordnet. Der Elektromotor 27 weist einen Rotor 28 auf, der direkt auf der Antriebs-Unwuchtwelle 21 montiert ist. Dazu ist auf der Antriebs-Unwuchtwelle 21 ein entsprechender Rotorsitz 29 vorgesehen. Dementsprechend fungiert die Antriebs-Unwuchtwelle auch als Motorwelle des Elektromotors 27.

[0061] Zur Montage und Halterung des Rotors 28 können selbstverständlich auch noch zusätzliche Bauelemente, wie z.B. ein Hülsenträger o.ä. vorgesehen sein.

[0062] Der Rotor 28 ist von einem ebenfalls zum Elektromotor 27 gehörenden Stator 30 umschlossen, der in geeigneter Weise in dem Erregergehäuse 20 gelagert ist.

[0063] Durch die Anordnung des Elektromotors 27 direkt auf der ersten Unwuchtwelle, die dadurch die Funktion der Antriebs-Unwuchtwelle 21 erfüllt, ist der Elektromotor 27 direkt und vollständig in den Unwuchterreger 10 integriert. Ein Antrieb des Unwuchterregers 10 von außen, wie aus dem Stand der Technik bekannt, ist somit nicht erforderlich. Der Unwuchterreger 10 bildet mit dem Elektromotor 27 eine integrale Einheit und benötigt keinen weiteren Antrieb von außen.

[0064] Der kompakte Aufbau des Unwuchterregers 10 wird auch dadurch erreicht, dass der Rotor 28 des Elektromotors 27 in einer Ebene bzw. einer axialen Höhe rotiert, die in etwa einer Rotationsebene bzw. axialen Höhe entspricht, in der die Unwuchtmasse 26 der zweiten Unwuchtwelle 22 rotiert. Der Rotor 28 einerseits und diese Unwuchtmasse 26 andererseits rotieren dann folglich in einer Höhe gegeneinander, wie Fig. 2 zeigt.

[0065] Die Unwuchtwellen 21, 22 sowie die weiteren, insbesondere auch rotierenden Komponenten sind durch Abdeckungen 31 gegen Einwirkungen von außen geschützt. Die Abdeckungen 31 können dementsprechend auch als Teil des Erregergehäuses 20 verstanden werden.

[0066] In der Drehmomentkopplung zwischen der Antriebs-Unwuchtwelle 21 und der zweiten Unwuchtwelle 22 ist zusätzlich zu der Drehmomentübertragung über die beiden Zahnräder 23, 24 eine Phasenverstelleinrichtung 32 vorgesehen. Die Phasenverstelleinrichtung 32 weist eine radial im Inneren des zweiten Zahnrads 24 angeordnete Verstellhülse 33 auf, die auf der zweiten Unwuchtwelle 22 sitzt. Die zweite Unwuchtwelle 22 kann dementsprechend auch als Verstellwelle bezeichnet werden, da sie zur Änderung der Phasenlage relativ zu der ersten Unwuchtwelle bzw. Antriebs-Unwuchtwelle 21 mit Hilfe der Phasenverstelleinrichtung 32 verstellt wird.

[0067] Zwischen der Verstellhülse 33 und der zweiten Unwuchtwellen 22 ist eine Gleitlagerung vorgesehen, um eine möglichst zuverlässige und leichte Verdrehung der Verstellhülse 33 relativ zu der zweiten Unwuchtwellen 22 zu gewährleisten.

[0068] Die zweite Unwuchtwellen 22 (Verstellwellen) ist als Hohlwellen ausgeführt. In ihrem Inneren ist ein Schaltbolzen 34 axial hin und her verschiebbar. Die Verschiebbarkeit wird mit Hilfe eines Kolbens 35 bewirkt, der in einem Zylinderschaft 36 geführt ist. Der vom Kolben 35 und Zylinderschaft 36 umschlossene Kolbenraum 37 kann bedarfsweise durch ein Hydraulikfluid befüllt oder entleert werden, um die axiale Bewegung des Kolbens 35 und damit des Schaltbolzens 34 zu bewirken.

[0069] Axial gegenüberliegend von dem Kolben 35 ist ein Zylinderstift 38 vorgesehen, der sich radial durch den Schaltbolzen 34 erstreckt. Der Zylinderstift 38 erstreckt sich zudem durch wenigstens eine Längsnut 39, die in der als Hohlwellen ausgeführten zweiten Unwuchtwellen 22 ausgeführt ist. Sinnvollerweise sind zwei Längsnuten 39 gegenüberliegend in der Hohlwandung der zweiten Unwuchtwellen 22 vorgesehen, durch die sich der Zylinderstift 38 erstrecken kann.

[0070] Die Stirnseiten des Zylinderstifts 38 greifen jeweils in eine spiralförmige Nut (Spiralnuten 40), die am Innenumfang der Verstellhülse 33 ausgebildet ist. Die Spiralnuten 40 sind ineinander verschränkt und erstrecken sich jeweils gegenüberliegend an der radialen Innenseite der Verstellhülse 33.

[0071] Bei einer axialen Verschiebung des Schaltbolzens 34 bewirkt der sich ebenfalls axial bewegende und aufgrund der Längsnuten 39 gegen Verdrehung relativ zu der zweiten Unwuchtwellen 22 gesicherte Zylinderstift 38 eine Verdrehung der Verstellhülse 33. Dementsprechend wird auch das zweite Zahnrad 24 relativ zu der zweiten Unwuchtwellen 22 verdreht, so dass die sich auf der zweiten Unwuchtwellen 22 befindende zweite Unwuchtmassen 26 hinsichtlich ihrer Drehstellung relativ zu der ersten Unwuchtmassen 25 bzw. den Teilmassenelementen 25a, 25b der ersten Unwuchtwellen (Antriebs-Unwuchtwellen 21) verdreht. Auf diese Weise kann die Phasenlage der Unwuchtwellen 21, 22 und damit der Unwuchtmassen 25, 26 zueinander verändert werden. Die axiale Bewegung des Zylinderstifts 38 muss dabei nur einige Millimeter betragen, um die gewünschte Änderung der Phasenlage zu bewirken.

[0072] Die beschriebene Phasenverstelleinrichtung 32 kann selbstverständlich auch auf der ersten Unwuchtwellen bzw. Antriebs-Unwuchtwellen 21 verwirklicht werden, um die gewünschte Änderungsmöglichkeit der Phasenlage der Unwuchtmassen zueinander erreichen zu können.

[0073] Zur Verstellung der Phasenlage wird insbesondere Öl in den Zylinderschaft 36 und damit in den Kolbenraum 37 gepumpt und dabei der Kolben 35 bis zu seinem Anschlag nach rechts gedrückt. Die Pumpwirkung wird zum Beispiel durch eine Verstellung des Steuergriffs 12 im Deichselkopf erzeugt.

[0074] Die Rückstellung des Systems ist lediglich während des Maschinenbetriebs möglich, da sich bei einer Betätigung des Steuergriffs 12 bzw. Führungsbügels in die entgegengesetzte Richtung der Druck im Hydrauliksystem löst und eine Rückbewegung des Kolbens 35 in seine Ausgangsposition erfolgt, indem die Unwuchtwellen 22, 23 gegeneinander rotieren und dabei aufgrund der Trägheit der Verstellwellen (zweite Unwuchtwellen 22) eine Rückstellkraft bewirkt wird, die über die Stellhülse 34 auf den Kolben 35 übertragen wird und den Kolben 35 zurückdrückt.

[0075] Bei Rotation der beiden Unwuchtwellen 21, 22 ergibt sich durch die Wirkung der Unwuchtmassen ein resultierender Kraftvektor, dessen Richtung durch die Phasenlage der Unwuchtmassen bestimmt ist. Auf diese Weise kann eine Richtungswirkung des Unwuchterregers 10 erzielt werden, um die Vibrationsplatte zu lenken bzw. vorwärts und rückwärts zu fahren.

Patentansprüche

1. Bodenverdichtungsvorrichtung, mit

- einer Obermasse (1);
- einer relativ zu der Obermasse (1) bewegbaren Untermasse (2), mit einer Bodenkontaktplatte (9) zur Bodenverdichtung;
- einer zwischen der Obermasse (1) und der Untermasse (2) wirkenden Schwingungsentkopplungsvorrichtung (3);
- wenigstens einem zu der Untermasse (2) gehörenden Unwuchterreger (10) zum Beaufschlagen der Bodenkontaktplatte (9) mit einer Unwuchtkraft; und mit
- einem an der Untermasse (2) vorgesehenen Elektromotor (27) zum Antreiben des Unwuchterregers (10); wobei
- der Elektromotor (27) in den Unwuchterreger (10) integriert ist.

2. Bodenverdichtungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Unwuchterreger (10) zwei parallel zueinander angeordnete und zueinander gegenläufig drehbar gekoppelte Unwuchtwellen (21, 22) aufweist, die jeweils eine Unwuchtmassen (25, 26) tragen.

3. Bodenverdichtungsvorrichtung nach Anspruch 2, wobei eine der Unwuchtwellen eine Antriebs-Unwuchtwellen (21) ist und einen Bereich aufweist, der einen Teil des Elektromotors (27) bildet, derart, dass die Antriebs-Unwuchtwellen (21) auch Motorwellen des Elektromotors (27) ist.

4. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei wirkungsmäßig zwischen den beiden Unwuchtwellen (21, 22) eine Pha-

senverstelleinrichtung (32) vorgesehen ist, zum Verstellen der Phasenlage der beiden Unwuchtwellen (21, 22) zueinander.

5. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Elektromotor (27) einen Rotor (28) aufweist, der auf der Antriebs-Unwuchtwellen (21) angeordnet ist. 5

6. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Elektromotor (27) einen Stator (30) aufweist, der den auf der Antriebs-Unwuchtwellen (21) angeordneten Rotor (28) wenigstens teilweise umschließt. 10

7. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei 15
 - die Antriebs-Unwuchtwellen (21) zwei axial zueinander beabstandete Unwuchtmassen (25a, 25b) trägt; und wobei 20
 - der Elektromotor (27) axial zwischen den beiden Unwuchtmassen (25a, 25b) angeordnet ist.

8. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die axial zueinander beabstandeten Unwuchtmassen (25a, 25b) an den stirnseitigen Enden der Antriebs-Unwuchtwellen (21) angeordnet sind. 25

9. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei an der Untermasse (2) eine Rädereinrichtung (13) vorgesehen ist, zum bedarfsweisen Transport der Bodenverdichtungsvorrichtung. 30

10. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei an der Obermasse (1) ein Energiespeicher (5) vorgesehen ist, zum Versorgen des Elektromotors (27) mit elektrischer Energie. 35

11. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei an der Obermasse (1) eine Umformereinrichtung (6) vorgesehen ist, zum Umformen eines von dem Energiespeicher (5) bereitgestellten elektrischen Stroms in einen für den Elektromotor (27) geeigneten Strom. 40

12. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Umformereinrichtung (6) ein Gehäuse aufweist, an dem eine Steckverbindung zum Einstecken des Energiespeichers (5) vorgesehen ist. 45

55

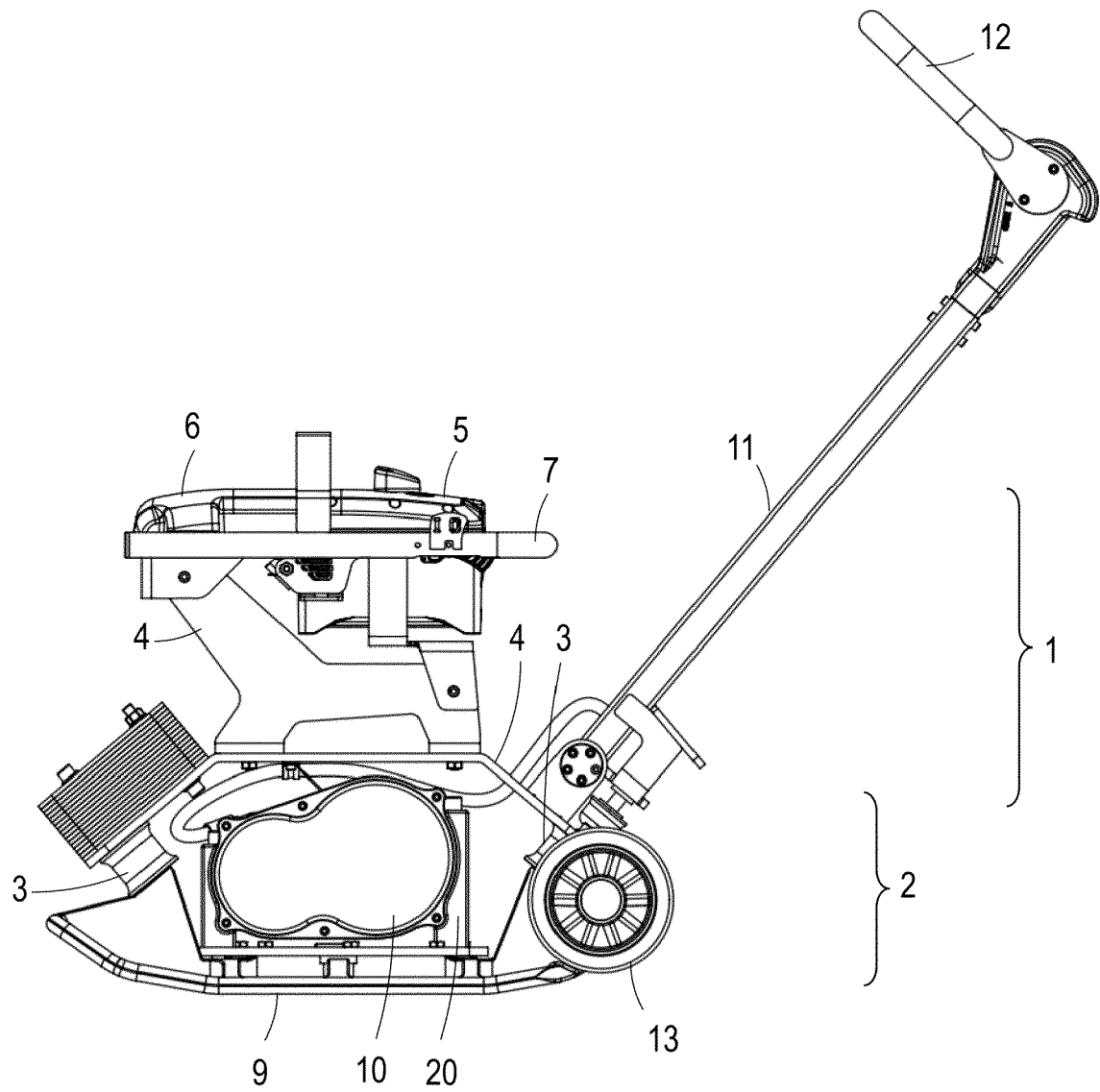


Fig. 1

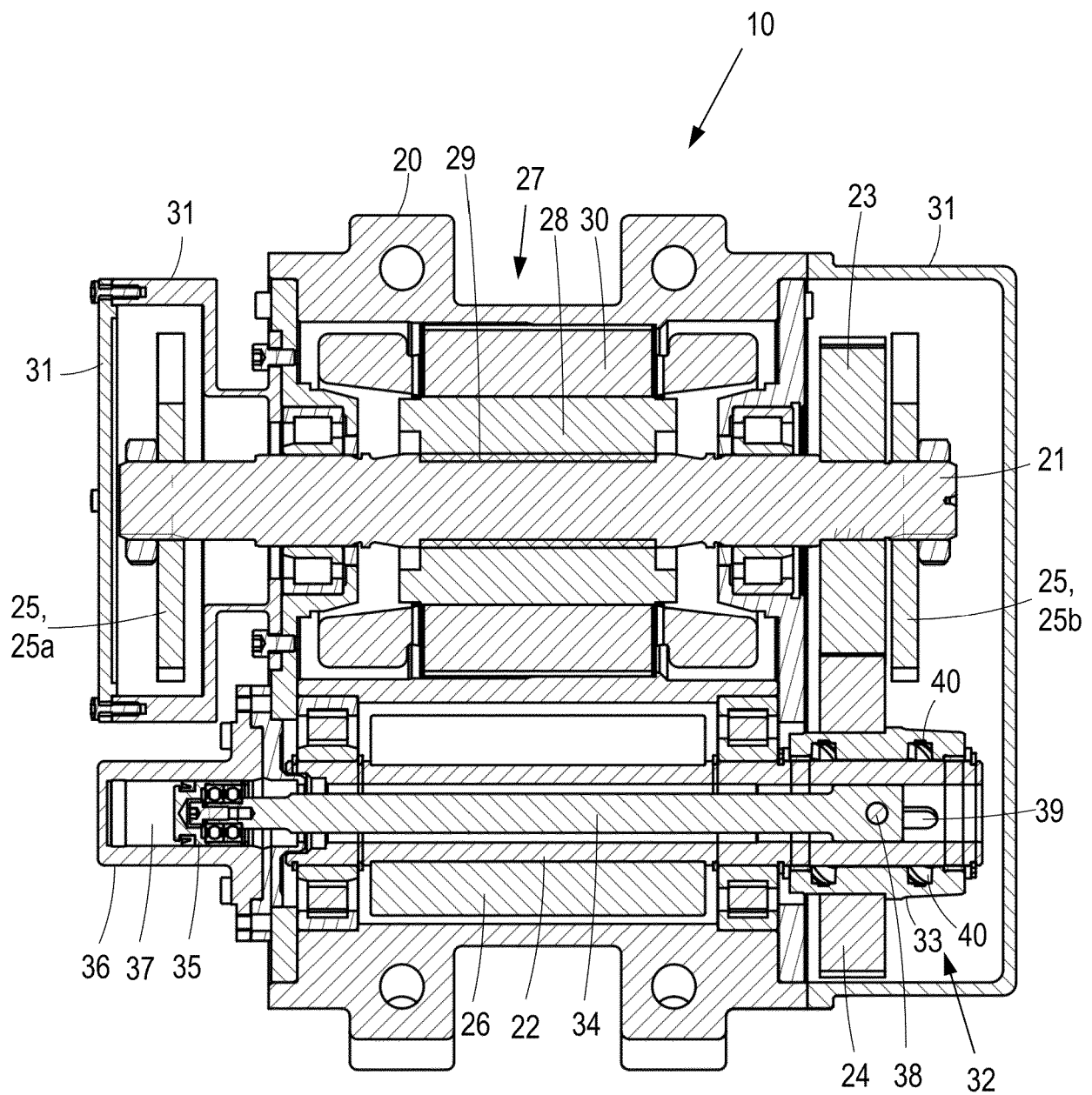


Fig. 2

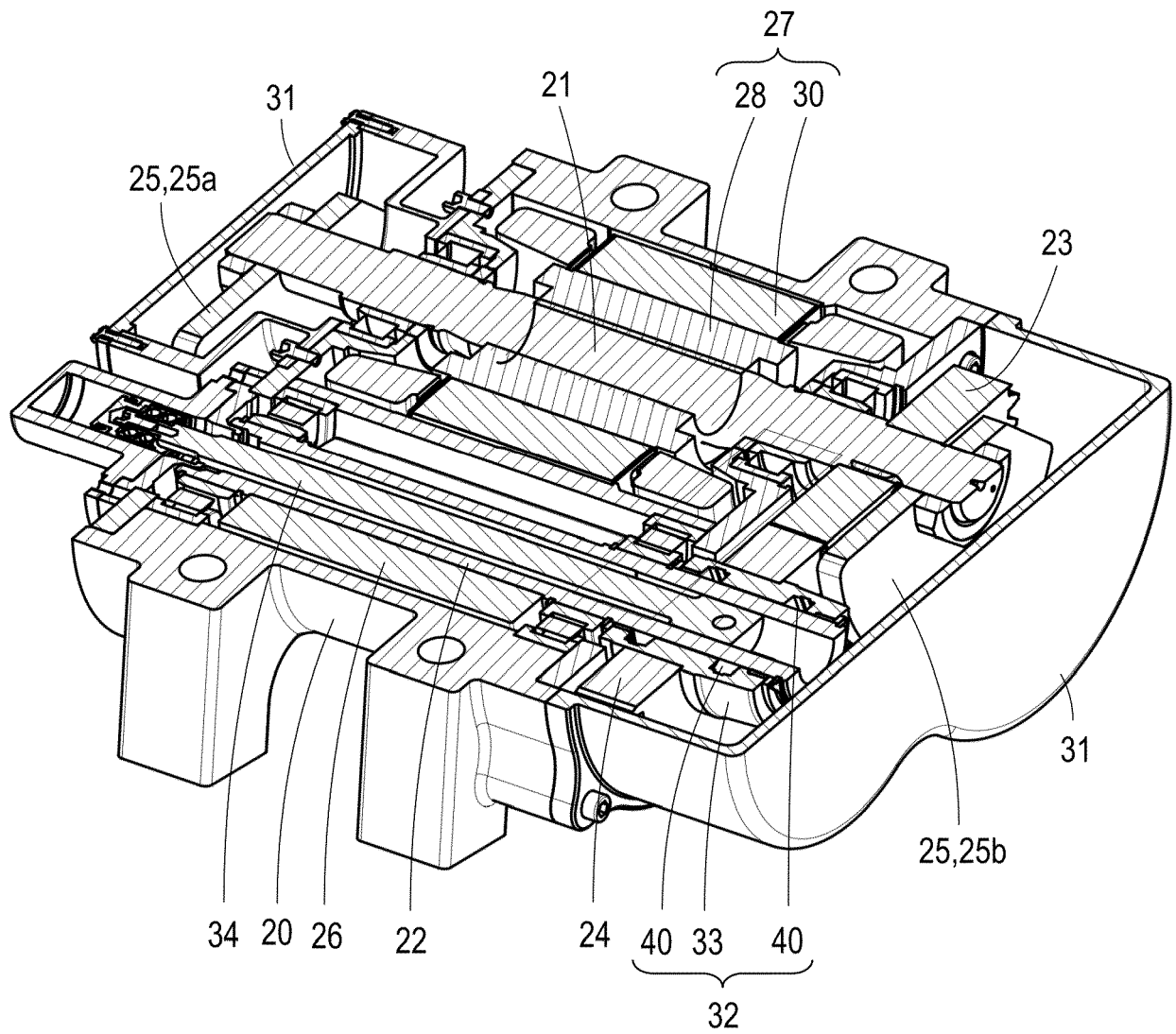


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 21 15 3873

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 10 2017 121177 A1 (WACKER NEUSON PROD GMBH & CO [DE]) 28. März 2019 (2019-03-28)	1-3,5-8, 10-12	INV. E01C19/38 E01C19/35 E02D3/046 E02D3/074 B06B1/16
Y	* Abbildungen 1-4 * * Absätze [0011], [0019], [0022], [0025], [0028] * * das ganze Dokument *	4,9	
X	DE 11 2016 000636 T5 (DYNAPAC COMPACTION EQUIPMENT AB [SE]) 4. Januar 2018 (2018-01-04) * Abbildungen 1,2 * * Absatz [0009] * * Seite 1; Anspruch 1 * * das ganze Dokument *	1,5	
Y,D	DE 24 09 417 A1 (WACKER WERKE KG) 4. September 1975 (1975-09-04) * Abbildungen 1-3 * * Seite 4, Zeile 18 - Zeile 29 * * das ganze Dokument *	4	
Y,D	DE 102 26 920 B4 (WACKER CONSTRUCTION EQUIPMENT [DE]) 23. August 2007 (2007-08-23) * Abbildungen 1,2 * * Absätze [0022], [0024] * * das ganze Dokument *	9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) E01C E02D B06B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Mai 2021	Prüfer Klein, A
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 21 15 3873

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.

28-05-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 102017121177 A1	28-03-2019	CN 109487779 A DE 102017121177 A1 EP 3456879 A1 US 2019078282 A1	19-03-2019 28-03-2019 20-03-2019 14-03-2019
20	DE 112016000636 T5	04-01-2018	CN 107347251 A DE 112016000636 T5 SE 1500069 A1 US 2018236490 A1 WO 2016125007 A1	14-11-2017 04-01-2018 07-08-2016 23-08-2018 11-08-2016
25	DE 2409417 A1	04-09-1975	KEINE	
30	DE 10226920 B4	23-08-2007	CN 1662711 A DE 10226920 A1 EP 1513985 A1 HK 1081610 A1 JP 4262677 B2 JP 2005535802 A US 2006083590 A1 WO 03106771 A1	31-08-2005 08-01-2004 16-03-2005 19-05-2006 13-05-2009 24-11-2005 20-04-2006 24-12-2003
35				
40				
45				
50				
55				

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 2409417 A [0007] [0025]
- DE 3043719 A1 [0007] [0025]
- DE 10226920 B4 [0034]