



(11)

EP 4 180 579 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.05.2023 Patentblatt 2023/20

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E01C 19/35 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 22204511.4

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E01C 19/35

(22) Anmeldetag: 28.10.2022

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:
BA

Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: 11.11.2021 DE 102021129422

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

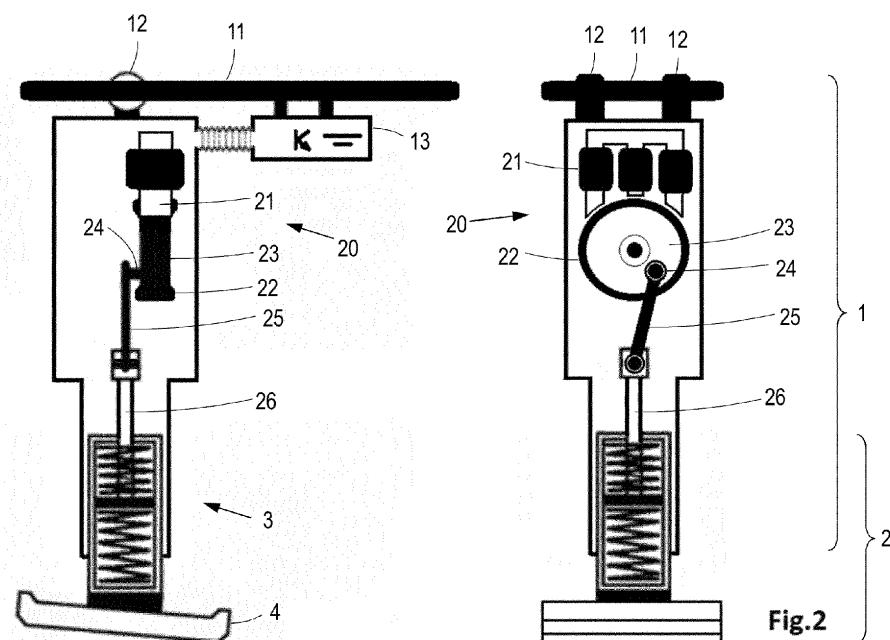
(72) Erfinder: **STEFFEN, Michael
80796 München (DE)**

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

(54) BODENVERDICHTUNGSVORRICHTUNG MIT ELEKTROANTRIEB

(57) Es wird eine Bodenverdichtungsvorrichtung angegeben, mit einer Obermasse (1) und mit einer relativ zu der Obermasse (1) beweglichen und mit der Obermasse (1) über eine Federeinrichtung (3) gekoppelten Untermasse (2) mit einem Bodenkontaktelement (4) zur Bodenverdichtung, wobei an der Obermasse (1) ein Antrieb zum Erzeugen einer Arbeitsbewegung des Bodenkontaktelements vorgesehen ist, der Antrieb eine Stampfvorrichtung und einen Elektromotor (20) zum Antrieben der Stampfvorrichtung aufweist und die Stampf-

vorrichtung aufweist: ein durch den Elektromotor (20) drehend antreibbares Kurbelrad (23), ein mit dem Kurbelrad (23) gekoppeltes Pleuel (25) sowie einen mit dem Pleuel (25) gekoppelten, hin und her bewegbaren Stampfkolben (26), der mit der Federeinrichtung (3) zusammenwirkt. Der Elektromotor (20) weist einen Stator (21) und einen Rotor (22) auf, wobei der Rotor (22) starr oder elastisch mit dem Kurbelrad (23) gekoppelt ist. Insbesondere ist der Rotor (22) am Umfang des Kurbelrads (23) ausgebildet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Bodenverdichtungsvorrichtung mit Elektroantrieb.

[0002] Eine derartige Bodenverdichtungsvorrichtung, insbesondere ein sogenannter Vibrationsstampfer oder Rüttelstampfer, ist vielfältig bekannt und wird zum Verdichten von Böden sowie Asphaltenschichten eingesetzt. Dabei werden die Stampfer vielfältig durch Verbrennungsmotoren, z.B. Zweitaktmotoren, angetrieben. Ebenso ist es bekannt, elektrische Antriebsmotoren vorzusehen.

[0003] Bei einem Elektroantrieb wird üblicherweise der Elektromotor mit einer höheren Drehzahl betrieben und treibt über ein Reduktionsgetriebe ein Feder-MasseSystem an, das als Stampfsystem dient. Dabei wird der elektrische Antriebsmotor entweder aus dem elektrischen Stromnetz oder aus mitgeführten Akkus gespeist.

[0004] Die elektrischen Antriebsmotoren weisen einen Stator und einen Rotor auf. Dabei haben sich Asynchronmaschinen mit Kurzschlussläufern und bürstenlose Gleichstrommotoren (BLDC-Motoren) als geeignet erwiesen.

[0005] Bedingt durch die Bauform der Antriebsmotoren und die Arbeitsweise eines Vibrationsstampfers ist zur Anpassung der vom Stampfsystem geforderten Drehzahlen (Stampffrequenz) ein Reduktionsgetriebe erforderlich. Ein derartiges Getriebe erfordert Bauraum und zusätzliche Komponenten. Zudem reduziert es den Wirkungsgrad des Antriebs, was sich vor allem aufgrund der begrenzten elektrischen Kapazität der einsetzbaren Akkus nachteilig auswirkt.

[0006] Fig. 1 zeigt ein Beispiel für einen aus dem Stand der Technik bekannten Vibrationsstampfer, mit einer Obermasse 1 und einer relativ zu der Obermasse 1 beweglichen Untermasse 2, die über eine Federeinrichtung 3 mit der Obermasse 1 gekoppelt ist. Die Federeinrichtung 3 unterstützt ein Feder-Massesystem, bei dem eine über die Obermasse 1 eingeleitete Zwangsbewegung eine federnde Stampfbewegung einer an der Untermasse 2 vorgesehenen Bodenkontakteplatte 4 bewirkt.

[0007] An der Obermasse 1 ist ein Elektromotor 5 vorgesehen, der über ein Reduktionsgetriebe 6 ein Kurbelrad 7 drehend antreibt. An dem Kurbelrad 7 ist ein Kurbelzapfen 8 vorgesehen, der mit einem Pleuel 9 gekoppelt ist. Das Pleuel 9 wiederum ist mit einem Stampfkolben 10 gekoppelt, dessen Ende mit der Federeinrichtung 3 in an sich bekannter Weise zusammenwirkt.

[0008] Eine Griffeinrichtung 11, z.B. ein Griffbügel, ist über eine Schwingungsentkopplungseinrichtung 12, z.B. Gummipuffer, an der Obermasse 1 befestigt. Ein Bediener kann den Vibrationsstampfer mit den Händen an der Griffeinrichtung 11 führen.

[0009] An der Griffeinrichtung 11 ist eine Energiespeichereinrichtung in Form eines Ackus 13 angebracht.

[0010] Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform eines herkömmlichen Vibrationsstampfers ist der Akku 13 mit dem Elektromotor 5 gekoppelt, nicht nur, um die elek-

trischen Zuleitungen zu dem Elektromotor 5 zu führen, sondern auch, um einen Kühlstrom über den Akku 13 und den Elektromotor 5 zu führen. Der Kühlstrom kann durch ein nicht dargestelltes Gebläse erzeugt werden, z.B. durch einen an dem Elektromotor 5 vorgesehenen Lüfter.

[0011] Um die verschiedenen Bauteile am Stampfer unterbringen zu können, muss der Antriebsmotor in der Regel außerhalb der Stampfachse angeordnet werden, so dass es in der Folge beim Betrieb des Stampfers zu Kippmomenten kommt, die die Wirkung des Stampfers verringern und die Führbarkeit verschlechtern.

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine als Vibrationsstampfer dienende Bodenverdichtungsvorrichtung anzugeben, die einen besonders kompakten Aufbau mit einer möglichst geringen Anzahl von Komponenten ermöglicht.

[0013] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Bodenverdichtungsvorrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 1 angegeben. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0014] Es wird eine Bodenverdichtungsvorrichtung angegeben, mit einer Obermasse und mit einer relativ zu der Obermasse beweglichen und mit der Obermasse über eine Federeinrichtung gekoppelten Untermasse mit einem Bodenkontaktelement zur Bodenverdichtung, wobei an der Obermasse ein Antrieb zum Erzeugen einer Arbeitsbewegung des Bodenkontaktelements vorgesehen ist. Der Antrieb weist eine Stampfvorrichtung und einen Elektromotor zum Antreiben der Stampfvorrichtung auf, wobei die Stampfvorrichtung aufweist: ein durch den Elektromotor drehend antreibbares Kurbelrad, ein mit dem Kurbelrad gekoppeltes Pleuel, sowie einen mit dem Pleuel gekoppelten, hin und her bewegbaren Stampfkolben, der mit der Federeinrichtung zusammenwirkt. Dabei weist der Elektromotor einen Stator und einen Rotor auf, wobei der Rotor starr oder elastisch mit dem Kurbelrad gekoppelt ist.

[0015] Der Rotor und das Kurbelrad bilden somit quasi eine Einheit. Eine Relativdrehung zwischen Rotor und Kurbelrad ist - abgesehen von zulässigen Elastizitäten, z.B. bei einer elastischen Kopplung - nicht möglich. Auch ist zwischen Rotor und Kurbelrad kein Getriebe, insbesondere kein Reduktionsgetriebe zwischengeschaltet, wie dies beim Stand der Technik erforderlich ist.

[0016] Der Elektromotor kann eine Reluktanzmaschine sein, insbesondere eine Synchron-Reluktanzmaschine. Dabei hat sich eine Synchron-Reluktanzmaschine mit einem segmentierten Stator als besonders geeignet erwiesen, bei dem der Stator sich nur über einen bestimmten Winkelbereich erstreckt (Statorblock).

[0017] Durch die direkte Kopplung von Rotor und Kurbelrad erübrigts sich das sonst zwischengeschaltete Reduktionsgetriebe, so dass eine erhebliche Anzahl von Bauteilen gespart werden kann. Mit entsprechender Gestaltung des Elektromotors ist es möglich, den Elektromotor mit einer niedrigen Drehzahl zu betreiben, die bereits für den Stampfvorgang und die gewünschte Stampf-

frequenz geeignet ist. Dementsprechend muss der Elektromotor bei dieser niedrigen Drehzahl ein ausreichendes Drehmoment bereitstellen, um den Stampfvorgang kraftvoll durchführen zu können. Hier eignet sich eine Reluktanzmaschine in besonderer Weise.

[0018] Das Weglassen des Reduktionsgetriebes ermöglicht einen besonders kompakten Aufbau der Bodenverdichtungsvorrichtung, die zudem eine günstige Gewichts- bzw. Massenverteilung der Komponenten erlaubt. Bei entsprechender Gestaltung des Elektromotors und der Stampfvorrichtung ist es nämlich möglich, dass der Schwerpunkt des Elektromotors auf der Stampfachse, also auf der Längsachse der Bewegung der Untermasse und des Stampfkolbens angeordnet ist. Zwischen der Bewegung der Untermasse und dem Schwerpunkt des Elektromotors existiert dann keine Hebelwirkung. Dadurch können unerwünschte Kippmomente beim Betrieb des Stampfers vermieden werden.

[0019] Der Rotor kann am Umfang des Kurbelrads ausgebildet sein. Bei dieser Ausführungsform wird der Rotor quasi durch das Kurbelrad ersetzt bzw. er wird Teil des Kurbelrads. Rotor und Kurbelrad können auf diese Weise in ein Teil integriert werden. Dabei kann der Rotor radial an der Außenseite am Umfang des Kurbelrads angeordnet sein. Kurbelrad und Rotor bilden eine Einheit, so dass der Rotor die Funktion des Kurbelrads übernehmen kann, also insbesondere das Antrieben bzw. Bewegen des Pleuels. Eine klassische Motorwelle zur Verbindung von Rotor und Kurbelrad erübrigts sich damit.

[0020] Der Außenumfang des Kurbelrads muss in geeigneter Weise gestaltet sein, um als Rotor dienen zu können.

[0021] So kann der Rotor mehrere Rotorpole aufweisen, die am Umfang des Kurbelrads angeordnet sein können.

[0022] Die Rotorpole können geblecht sein, also in Form von übereinander geschichteten Blechen ein Blechpaket bilden. Aus elektromagnetischen Gründen sind für den Rotor geblechte Strukturen vorzusehen, so dass die Rotorpole bzw. das dadurch gebildete Polrad durch geschichtete Bleche gebildet werden sollen.

[0023] Die Rotorpole können zusammen mit dem Kurbelrad geblecht sein. Das bedeutet, dass die Rotorpole und das Kurbelrad gemeinsam aus übereinander geschichteten Blechen bestehen. Ein Blech kann z.B. die Kontur der Rotorpole am Umfang sowie des Kurbelrads im Inneren umfassen. Durch das Übereinanderschichten und den Zusammenbau der Bleche wird der Rotor mit den Rotorpolen sowie das Kurbelrad gebildet. Die Bleche können in geeigneter Weise zusammengehalten werden, z.B. durch Stiftverbindungen (Pressverbände) oder Schraubverbindungen.

[0024] Bei einer Variante kann das Kurbelrad ungeblecht ausgeführt sein und an seinem Umfang die geblechten Rotorpole, also das geblechte Polrad, tragen. Das Kurbelrad kann dementsprechend massiv ausgeführt sein, z.B. als Drehteil (Stahldrehteil oder Gussdrehteil). Es dient als Träger für den Rotor mit den Rotorble-

chen und trägt am Umfang die geschichteten Bleche für die Rotorpole. Dementsprechend wird der Blechpaket-Ring am Umfang des Kurbelrads befestigt.

[0025] Der Stator kann den Rotor über einen Winkel von weniger als 360° umschließen. Damit kann bei dieser Variante der Motorstator nicht mehr als geschlossenes Rotationsteil bzw. als geschlossener Ring ausgeführt sein, sondern sich nur noch über einen bestimmten Winkelbereich erstrecken. Der Stator kann dementsprechend als Statorsegment oder Statorblock ausgeführt sein und sich über einen Winkel von z.B. 270° oder weniger, 180° oder weniger, 120° oder weniger oder 90° oder weniger erstrecken.

[0026] Dementsprechend ist es auch möglich, mehrere Statorsegmente bzw. Statorblöcke am Umfang des Rotors zu verteilen, wodurch die Leistungsfähigkeit des Motors und insbesondere das Drehmoment des Motors vergrößert werden kann.

[0027] Der Stator kann bei einer bestimmungsgemäßen Arbeitsstellung der Bodenverdichtungsvorrichtung oberhalb von dem Rotor angeordnet sein. Z.B. kann der Stator im Motordeckel bzw. im Deckel des Antriebsgehäuses bzw. Kurbelgehäuses gehalten sein. Er muss dabei keine bauliche Einheit mit dem Rotor aufweisen. Insbesondere müssen Stator und Rotor nicht in einem gemeinsamen Elektromotorgehäuse getrennt von dem Kurbelrad untergebracht sein. Vielmehr können Stator, Rotor und Kurbelrad in einem gemeinsamen Gehäuse oder separat voneinander angeordnet sein.

[0028] Bei einer Variante können wenigstens zwei Kurbelräder vorgesehen sein, an deren Umfang jeweils ein Rotor vorgesehen ist, wobei das Pleuel gemeinsam durch die beiden Kurbelräder angetrieben ist. Dementsprechend können bei dieser Ausführungsform auch mehrere Rotoren und Statoren vorgesehen sein, wodurch ein besonders kraftvoller Antrieb der Stampfvorrichtung möglich ist.

[0029] Insbesondere können die beiden Kurbelräder und die dazugehörigen Rotoren koaxial zueinander ausgerichtet sein, um das Pleuel in der gewünschten Weise antreiben zu können.

[0030] Wenigstens ein Teil des Antriebs kann durch ein Antriebsgehäuse umschlossen sein, wobei eine Luftstromerzeugungsvorrichtung vorgesehen sein kann, zum Erzeugen eines Kühlstroms innerhalb des Antriebsgehäuses zum Kühlen des Rotors und des Stators. Das Antriebsgehäuse kann dementsprechend auch als Kurbelgehäuse oder als Motorgehäuse verstanden werden, wobei im Inneren des Antriebsgehäuses insbesondere der Stator, der Rotor, das Kurbelrad und wenigstens ein Teil des Pleuels und gegebenenfalls auch ein Teil des Stampfkolbens untergebracht sind.

[0031] Mit Hilfe der Luftstromerzeugungsvorrichtung ist es möglich, einen Kühlstrom im Inneren des Antriebsgehäuses zu erzeugen und somit Wärme von Rotor und Stator, gegebenenfalls aber auch von der Stampfvorrichtung abzuführen.

[0032] Die Luftstromerzeugungsvorrichtung kann we-

nigstens eines der folgenden Wirkprinzipien aufweisen: Durch die Bewegung des Stampfkolbens ist eine Luftpumpenwirkung erzeugbar, zum Erzeugen des Kühlstroms, oder: an dem Rotor kann wenigstens ein Lüfterflügel vorgesehen sein, zum Erzeugen des Kühlstroms. Der Stampfkolben einerseits und der Rotor andererseits weisen somit wirksame Flächen auf, die gezielt eine Luftbewegung erzeugen, die den gewünschten Kühlstrom bilden bzw. unterstützen kann.

[0033] An dem Antriebsgehäuse kann ein Lufteinlass zum Einströmen von Luft aus der Umgebung und ein Luftauslass zum Auslassen von Luft in die Umgebung vorgesehen sein, wobei im Lufteinlass ein Rückschlagventil vorgesehen sein kann, zum Vorgeben einer Luftströmungsrichtung aus der Umgebung in das Antriebsgehäuse, und wobei im Luftauslass ein Rückschlagventil vorgesehen sein kann, zum Vorgeben einer Luftströmungsrichtung aus dem Antriebsgehäuse in die Umgebung.

[0034] Bei dem Rückschlagventil handelt es sich somit um ein Richtungsventil, das eine Luftströmung nur in eine Richtung, nämlich entweder in das Antriebsgehäuse über den Lufteinlass oder aus dem Antriebsgehäuse über den Luftauslass zulässt. Das Rückschlagventil kann z.B. ein gummilappenartiges Element aufweisen, das je nach Luftströmungsrichtung eine betreffende Öffnung freigibt oder verschließt.

[0035] In Verbindung mit der Pumpwirkung bei einer Bewegung des Stampfkolbens und damit einer Änderung des Luftvolumens im Inneren des Antriebsgehäuses kann somit frische Luft aus der Umgebung über den Lufteinlass in das Antriebsgehäuse eingesaugt und bei einer komprimierenden Wirkung des Stampfkolbens über den Luftauslass ausgetrieben werden. Dadurch kann ein ständiger Luftaustausch im Inneren des Antriebsgehäuses und damit eine Kühlwirkung erzielt werden.

[0036] Es kann eine Motorsteuerungseinrichtung vorgesehen sein, zum Ansteuern des Elektromotors derart, dass die Drehzahl des Rotors und damit des Kurbelrads über eine oder mehrere Umdrehungen des Rotors veränderbar ist. Die Motorsteuerungseinrichtung dient somit zu einer gezielten Veränderung der Drehzahl und damit des Drehmoments. Diese Veränderung beruht somit nicht nur auf einer Rückwirkung des Stampfsystems und damit des zu verdichtenden Bodens, sondern auf einer gezielten Ansteuerung durch die Motorsteuerungseinrichtung.

[0037] Auf diese Weise ist eine Variation der Bewegung des Stampfußes möglich, die z.B. zur Dynamisierung des Stampfprozesses, aber auch zur Beruhigung der Maschine genutzt werden kann. Z.B. können in Fällen, in denen die Stampfvorrichtung auf einem harten Boden springt, die Antriebsenergie des Motors verringert und die Stampfvorrichtung dadurch beruhigt werden.

[0038] Ebenso ist es möglich, durch kurzfristiges Erhöhen der Drehzahl einen Doppelschlag der Stampfvorrichtung auf den zu verdichtenden Boden auszuüben.

Dies kann auch zur Folge haben, dass die auf dem die Stampfvorrichtung führenden Bedienerwirkenden Rückstoßkräfte verringert werden können, bei gleichzeitig hoher Stampfenergie.

5 [0039] Mithilfe der Motorsteuerungseinrichtung kann auch das Drehmoment skaliert werden, um unterschiedlich kräftige Stöße auf den Boden aufzubringen.

[0040] Diese und weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden nachfolgend anhand von Beispielen 10 unter Zuhilfenahme der begleitenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen aus dem Stand der Technik bekannten 15 Vibrationsstampfer als Bodenverdichtungsvorrichtung;

Fig. 2 einen Vibrationsstampfer als erfindungsgemäß 20 Bodenverdichtungsvorrichtung in geschnittener Seitenansicht und Vorderansicht;

Fig. 3 verschiedene Varianten eines erfindungsgemäß 25 Vibrationsstampfers in geschnittener Vorderansicht;

Fig. 4 weitere Varianten eines erfindungsgemäß 30 Vibrationsstampfers;

Fig. 5 eine Variante eines Vibrationsstampfers mit 35 einer starren Kopplung von Rotor und Kurbelrad;

Fig. 6 einen Vibrationsstampfer mit Luftstromerzeugungsvorrichtung;

Fig. 7 eine Variante einer Luftstromerzeugungsvorrichtung;

Fig. 8 eine andere Ausführungsform einer Luftstromerzeugungsvorrichtung;

Fig. 9 einen Vibrationsstampfer mit anlegbarer Griff 40 einrichtung; und

Fig. 10 eine Variante eines erfindungsgemäß 45 Vibrationsstampfers.

[0041] Fig. 2 zeigt einen Vibrationsstampfer als erfindungsgemäß Bodenverdichtungsvorrichtung, im linken Bildteil in seitlicher Schnittdarstellung und im rechten Bildteil in Schnittdarstellung von vorn. Soweit Komponenten funktional den Komponenten des der oben in Zusammenhang mit dem Stand der Technik erläuterten Vibrationsstampfers von Fig. 1 entsprechen, werden gleiche Bezugszeichen verwendet.

55 [0042] Dementsprechend weist der Vibrationsstampfer eine Obermasse 1 und eine relativ zu der Obermasse 1 bewegliche Untermasse 2 auf, die über eine Federeinrichtung 3 mit der Obermasse 1 gekoppelt ist. Die Fe-

dereinrichtung 3 unterstützt ein Feder-Massesystem, bei dem eine über die Obermasse 1 eingeleitete Zwangsbe-
wegung (lineare hin- und Herbewegung des Stampfkol-
bens) eine federnde Stampfbewegung einer an der Unter-
masse 2 vorgesehenen Bodenkontaktplatte 4 bewirkt.

[0043] Eine Griffleinrichtung 11, z.B. ein Griffbügel, ist über eine Schwingungsentkopplungseinrichtung 12, z.B. Gummipuffer, an der Obermasse 1 befestigt. Ein Bedie-
ner kann den Vibrationsstampfer mit den Händen an der Griffleinrichtung 11 führen. An der Griffleinrichtung 11 ist eine Energiespeichereinrichtung in Form eines Akkus 13 angebracht.

[0044] Im Inneren der Obermasse 1 ist ein Elektromotor 20 vorgesehen, mit einem Stator 21 und einem Rotor 22. Der Elektromotor 20 ist als Synchron-Reluktanzma-
schine ausgeführt, wobei der Stator 21 ein segmentierter
Stator ist, der sich lediglich über einen Bereich von ca.
90° erstreckt, wie im rechten Bildteil von Fig. 2 erkennbar.

[0045] Der Rotor 22 ist am Außenumfang eines Kurbelrads 23 angeordnet. Auf diese Weise ist das Kurbel-
rad 23 integraler Bestandteil des Elektromotors 20 und wird von diesem unmittelbar angetrieben, ohne dass ein Getriebe zwischengeschaltet ist.

[0046] Dabei kann der Rotor 22 etwas breiter ausge-
bildet sein als die Dicke des Kurbelrads 23, wie im linken
Bildteil von Fig. 2 erkennbar, wo der Rotor 22 das Kurbelrad 23 etwas überwölbt.

[0047] Das Kurbelrad 23 treibt über einen Kurbelzap-
fen 24 ein Pleuel 25 an, das wiederum einen Stampfkol-
ben 26 in an sich bekannter Weise in eine lineare Hin-
und Herbewegung versetzt. Der Stampfkolben 26 wirkt mit der Federeinrichtung 3 zusammen, um aus der geführten Hin- und Herbewegung des Stampfkolbens 26 eine federnde Stampfbewegung der Bodenkontaktplatte 4 zu erreichen.

[0048] An der Obermasse 1 ist auch der Akku 13 an der Griffleinrichtung 11 vorgesehen, die über die Schwingungsentkopplungseinrichtung 12 mit der Obermasse 1 verbunden ist. Der Akku 13 dient zur Energieversorgung des Elektromotors 20.

[0049] Der Rotor 22 ist geblecht ausgeführt und weist dementsprechend Blehpaket auf, das auf dem z.B. als Drehteil oder Schmiedeteil ausgeführten Kurbelrad 23 befestigt ist bzw. von diesem getragen wird. Bei einer Variante ist es möglich, dass der Rotor 22 und das Kurbelrad 23 gemeinsam durch geschichtete Bleche gebil-
det werden, also geblecht ausgeführt sind.

[0050] Fig. 3 zeigt verschiedene Varianten des Stampf-
fers von Fig. 2 mit jeweils unterschiedlich gestalteten Ro-
toren 22 mit unterschiedlich gestalteten Rotorpolen. Ins-
besondere ist bei den verschiedenen Varianten a bis f von Fig. 3 erkennbar, dass die Rotoren unterschiedliche Anzahlen von Rotorpolen aufweisen.

[0051] Im Einzelnen weisen die verschiedenen Varianten folgende Besonderheiten auf:

- a: Kombination Kurbelrad mit Synchron-Reluktanz-
Ringmotor

b: Synchron-Reluktanz-Rotor als Kurbelrad
c: Kurbelrad mit am Umfang angeordneten Magne-
ten

d: Kurbelrad mit am Umfang und/oder innen ange-
ordneten Magneten

e: Kurbelrad als Asynchronmotor-Rotor; auch als
Kombination möglich

f: ausgeprägte Pole bei Asynchron-, Magnet-oder
Synchron-Reluktanz-Motoren

5

10

[0052] Fig. 4 zeigt im linken Bildteil a eine Variante, bei der zwei Kurbelräder 23 durch am Umfang angeordnete Rotoren 22 angetrieben werden. Dementsprechend sind zwei koaxial zueinander angeordnete Elektromotoren 20 vorgesehen. Die Kurbelräder 23 treiben gemeinsam das Pleuel 25 an. Durch die doppelte Motoranordnung kann ein besonders kompakter und kraftvoller Antrieb realisiert werden.

[0053] Bei der Variante von Fig. 4b ist der Rotor 22 axial versetzt zu dem Kurbelrad 23 angeordnet. Damit kann die Gewichtsverteilung entlang der Stampfachse optimal gestaltet werden.

[0054] Fig. 5 zeigt eine andere Ausführungsform als Variante zu der von Fig. 4b. Hierbei sind der Rotor 22 und das Kurbelrad 23 auf einer gemeinsamen Welle 27 koaxial zueinander angeordnet und durch eine Wellen-Naben-Verbindung (hier: Passfederverbindung) zumindest in Umfangsrichtung formschlüssig miteinander gekoppelt.

[0055] Fig. 6 zeigt einen Vibrationsstampfer ähnlich zu dem von Fig. 2.

[0056] Zudem ist verdeutlicht, dass der Stampfkolben 26 zusammen mit der Federeinrichtung 3 eine Art Luftpumpe bildet, die die Luft im Inneren eines den Elektromotor 20, das Kurbelrad 23 und Teile der Stampfvorrich-
tung umschließenden Antriebsgehäuse 28 intervallmäß-
ig verdichtet und dekomprimiert.

[0057] Durch die wechselweise Verdichtung und Ent-
lastung wird die Luft im Inneren des Antriebsgehäuses 28 bewegt, wodurch ein Kühlstrom entsteht, der die Komponenten des Elektromotors 20 kühlt.

[0058] Fig. 7 zeigt eine andere Ausführungsform mit einer Luftstromerzeugungsvorrichtung, die Lüfterflügel 29 aufweist, die an dem Rotor 23 bzw. dem Kurbelrad 23 angeordnet sind. Durch die Drehung des Rotors 22 und des Kurbelrads 23 wird die Luft im Inneren des An-
triebsgehäuses 28 umgewälzt, wodurch eine Kühlwirkung entsteht.

[0059] Fig. 8 zeigt eine weitere Variante der Luftstrom-
erzeugungsvorrichtung.

[0060] Das Prinzip beruht auf der Darstellung von Fig. 6, so dass durch die lineare Bewegung der Untermasse 2 mit der Federeinrichtung 3 eine Pumpwirkung im In-
nen des Antriebsgehäuses 28 erzielt wird. Das Antriebs-
gehäuse 28 weist einen Lufteinlass 30 und einen Luftaus-
lass 31 auf. Der Lufteinlass 30 steht über einen Luft-
kanal 30a in Verbindung mit einem ersten Rückschlag-
ventil 32 (Einlass-Rückschlagventil 32). An dem Luftaus-

lass 31 ist ein Auslass-Rückschlagventil 33 vorgesehen.

[0061] In Fig. 8 ist zudem gezeigt, dass über den sich zwischen dem Einlass-Rückschlagventil 32 und dem Lufteinlass 30 erstreckenden Luftkanal 30a Luft über den Akku 13 geführt wird und so die Luft zunächst den Akku 13 kühlst, bis die Luft in das Innere des Antriebsgehäuses 28 gelangt.

[0062] Durch die während der Stampfbewegung der Untermasse 2 wechselnden Über- und Unterdrücke im Inneren des Antriebsgehäuses 28 wird wechselweise Luft über das Einlass-Rückschlagventil 32 und den Lufteinlass 30 in das Antriebsgehäuse 28 eingesaugt und über den Luftauslass 31 und das Auslass-Rückschlagventil 33 ausgetrieben. Durch die Pumpbewegung der Untermasse 2 kann somit ein steter Kühlluftstrom im Inneren des Antriebsgehäuses 28 bewirkt werden.

[0063] Fig. 9 zeigt ein Beispiel für eine erfundungsähnliche Stampfvorrichtung mit einem abklappbaren Griffbügel 34, wobei im linken Bildteil von Fig. 9 der Griffbügel 34 in abgeklappter Stellung, z.B. einer besonders kompakten Transportstellung, dargestellt ist, während er im rechten Bildteil in aufgeklappter Stellung, nämlich der Betriebs- bzw. Arbeitsstellung, gezeigt ist.

[0064] Der Akku 13 kann über einen als Luftkanal 30a dienenden elastischen Schlauch 35 mit dem Antriebsgehäuse 28 verbunden sein, um die Kühlluftführung in der oben beschriebenen Weise zu ermöglichen und um das Abklappen des Griffbügels 34 zu erlauben.

[0065] Fig. 10 zeigt eine Variante zu dem Vibrationsstampfer von Fig. 2. Dabei ist der Stator 21 um 90° in Richtung der Drehachse des Rotors 22 verschwenkt, also relativ zu dem Rotor 22 und damit auch zu dem Kurbelrad 23. Auf diese Weise kann die Bauhöhe des Antriebsgehäuses 28 und damit des gesamten Stampfers verringert werden.

[0066] Der sich zumindest zwischen dem Gehäuse des Akkus 30 und dem Antriebsgehäuse 28 erstreckende Luftkanal 30a sollte bei allen gezeigten Varianten, insbesondere auch bei den Varianten der Fig. 2, 4, 8 und 10, eine gewisse Elastizität aufweisen, um eine Relativbewegung der den Akku 13 tragenden Griffleinrichtung 11 relativ zu dem Antriebsgehäuse 28 der Obermasse 1 ausgleichen zu können.

Patentansprüche

1. Bodenverdichtungsvorrichtung, mit

- einer Obermasse (1); und mit
- einer relativ zu der Obermasse (1) beweglichen und mit der Obermasse (1) über eine Federeinrichtung (3) gekoppelten Untermasse (2) mit einem Bodenkontaktelement (4) zur Bodenverdichtung;

wobei

- an der Obermasse (1) ein Antrieb zum Erzeugen einer Arbeitsbewegung des Bodenkontaktelements vorgesehen ist;

- der Antrieb eine Stampfvorrichtung und einen Elektromotor (20) zum Antreiben der Stampfvorrichtung aufweist;

- die Stampfvorrichtung aufweist: ein durch den Elektromotor (20) drehend antreibbares Kurbelrad (23), ein mit dem Kurbelrad (23) gekoppeltes Pleuel (25) sowie einen mit dem Pleuel (25) gekoppelten, hin und her bewegbaren Stampfkolben (26), der mit der Federeinrichtung (3) zusammenwirkt;

- der Elektromotor (20) einen Stator (21) und einen Rotor (22) aufweist; und wobei

- der Rotor (22) starr oder elastisch mit dem Kurbelrad (23) gekoppelt ist.

2. Bodenverdichtungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Rotor (22) am Umfang des Kurbelrads (23) ausgebildet ist.

3. Bodenverdichtungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Rotor (22) mehrere Rotorpole aufweist, die am Umfang des Kurbelrads (23) angeordnet sind.

4. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Rotorpole geblecht sind.

5. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Rotorpole zusammen mit dem Kurbelrad (23) geblecht sind.

6. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Kurbelrad (23) ungeblich ausgeführt ist und an seinem Umfang die geblechten Rotorpole trägt.

7. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Stator (21) den Rotor (22) über einen Winkel von weniger als 360 Grad umschließt.

8. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Stator (21) bei einer bestimmungsgemäßen Arbeitsstellung der Bodenverdichtungsvorrichtung oberhalb von dem Rotor (22) angeordnet ist.

9. Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei

- wenigstens zwei Kurbelräder (23) vorgesehen sind, an deren Umfang jeweils ein Rotor (22) vorgesehen ist; und wobei

- das Pleuel (25) gemeinsam durch die beiden

Kurbelräder (23) angetrieben ist.

- 10.** Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei

5

- wenigstens ein Teil des Antriebs durch ein Antriebsgehäuse (28) umschlossen ist; und wobei
- eine Luftstromerzeugungsvorrichtung vorgesehen ist, zum Erzeugen eines Kühlstroms innerhalb des Antriebsgehäuses (28) zum Kühlen des Rotors (22) und des Stators (21). 10

- 11.** Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Luftstromerzeugungsvorrichtung wenigstens eines der folgenden Wirkprinzipien aufweist:

- durch die Bewegung des Stampfkolbens (26) ist eine Luftpumpenwirkung erzeugbar, zum Erzeugen des Kühlstroms; 20
- an dem Rotor (22) ist wenigstens ein Lüfterflügel (29) vorgesehen, zum Erzeugen des Kühlstroms.

- 12.** Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei

- an dem Antriebsgehäuse (28) ein Lufteinlass (30) zum Einströmen von Luft aus der Umgebung und ein Luftauslass (31) zum Auslassen von Luft in die Umgebung vorgesehen sind; 30
- im Lufteinlass (30) ein Rückschlagventil (32) vorgesehen ist, zum Vorgeben einer Luftströmungsrichtung aus der Umgebung in das Antriebsgehäuse (28); und wobei 35
- im Luftauslass (31) ein Rückschlagventil (33) vorgesehen ist, zum Vorgeben einer Luftströmungsrichtung aus dem Antriebsgehäuse (28) in die Umgebung.

40

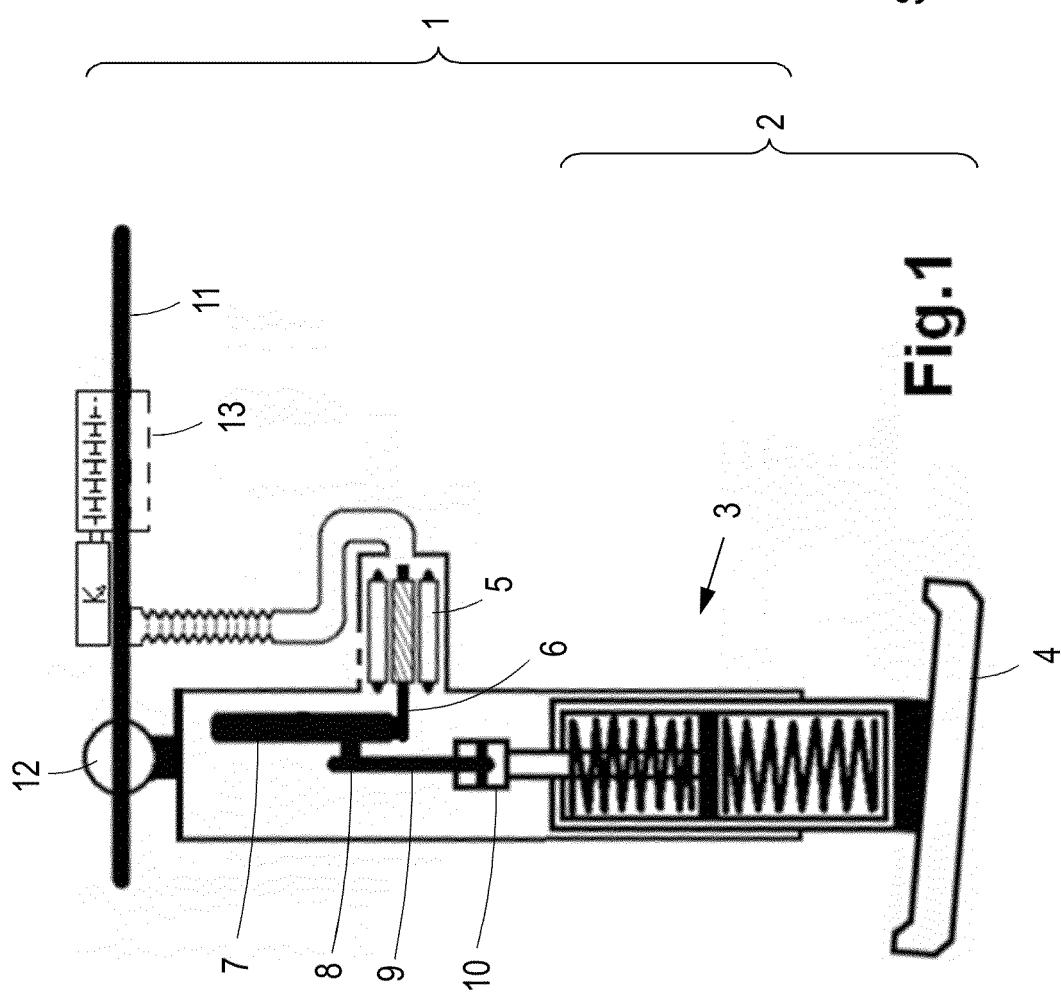
- 13.** Bodenverdichtungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei eine Motorsteuerungseinrichtung vorgesehen ist, zum Ansteuern des Elektromotors derart, dass die Drehzahl des Rotors (22) und damit des Kurbelrads (23) über eine oder mehrere Umdrehungen des Rotors (22) veränderbar ist.

45

50

Stand der Technik

Fig.1



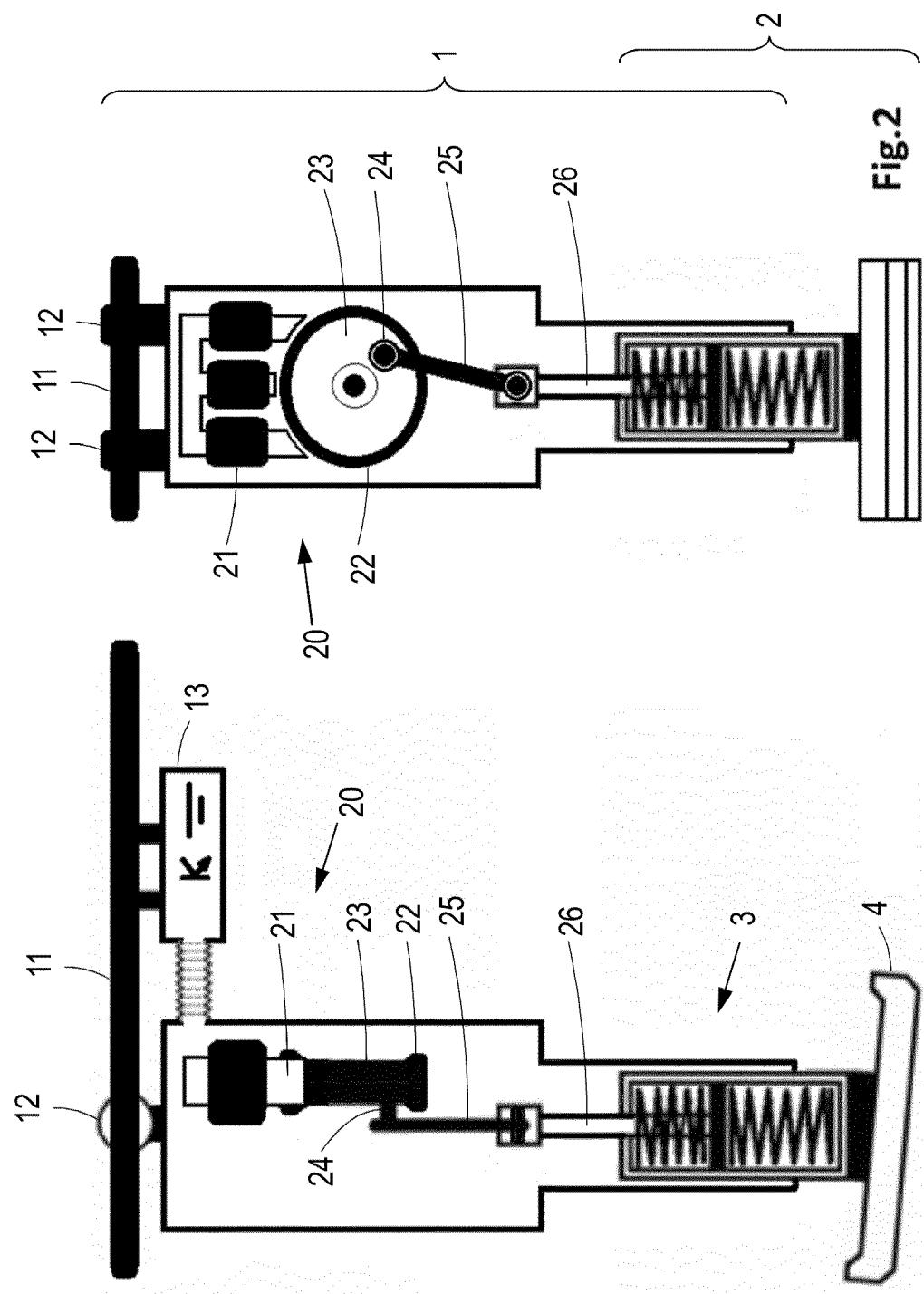


Fig.3

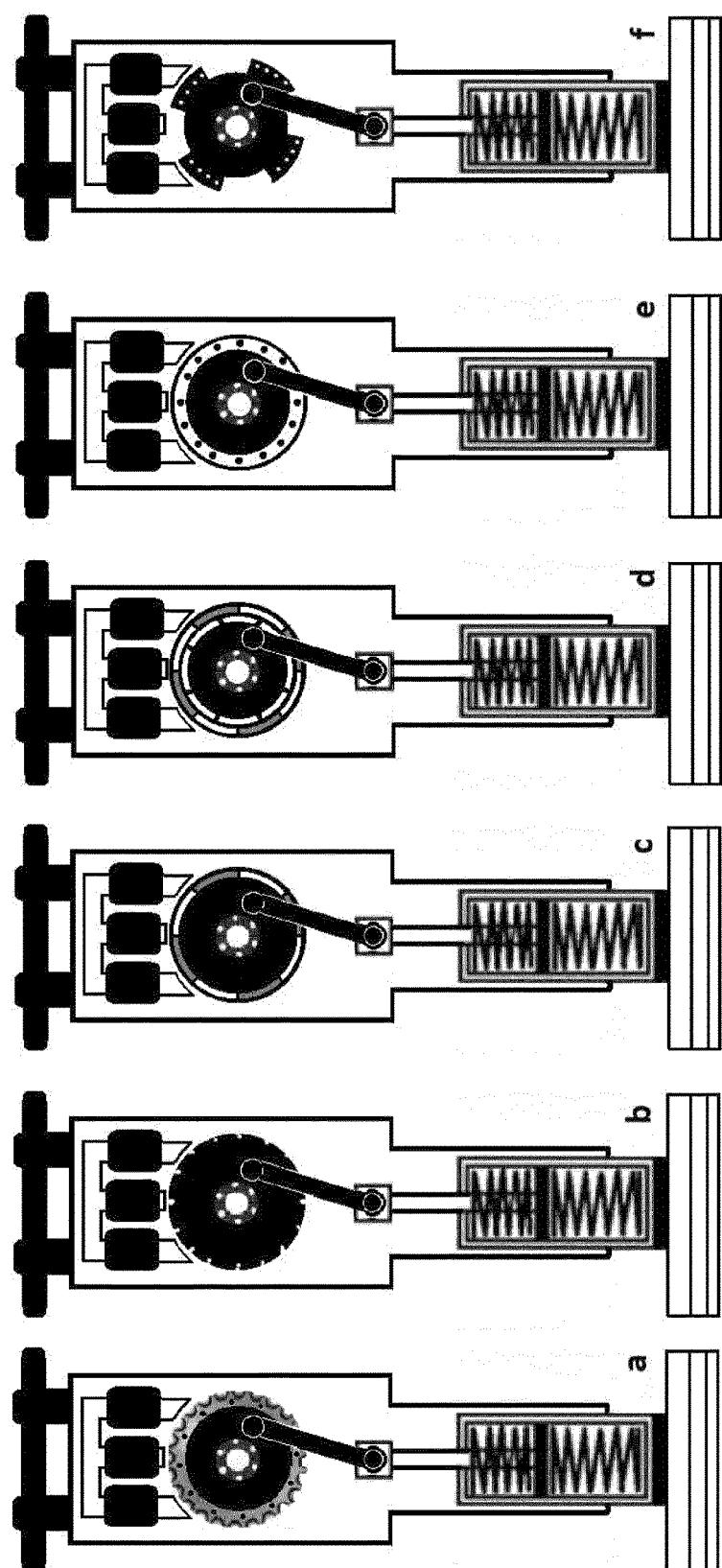
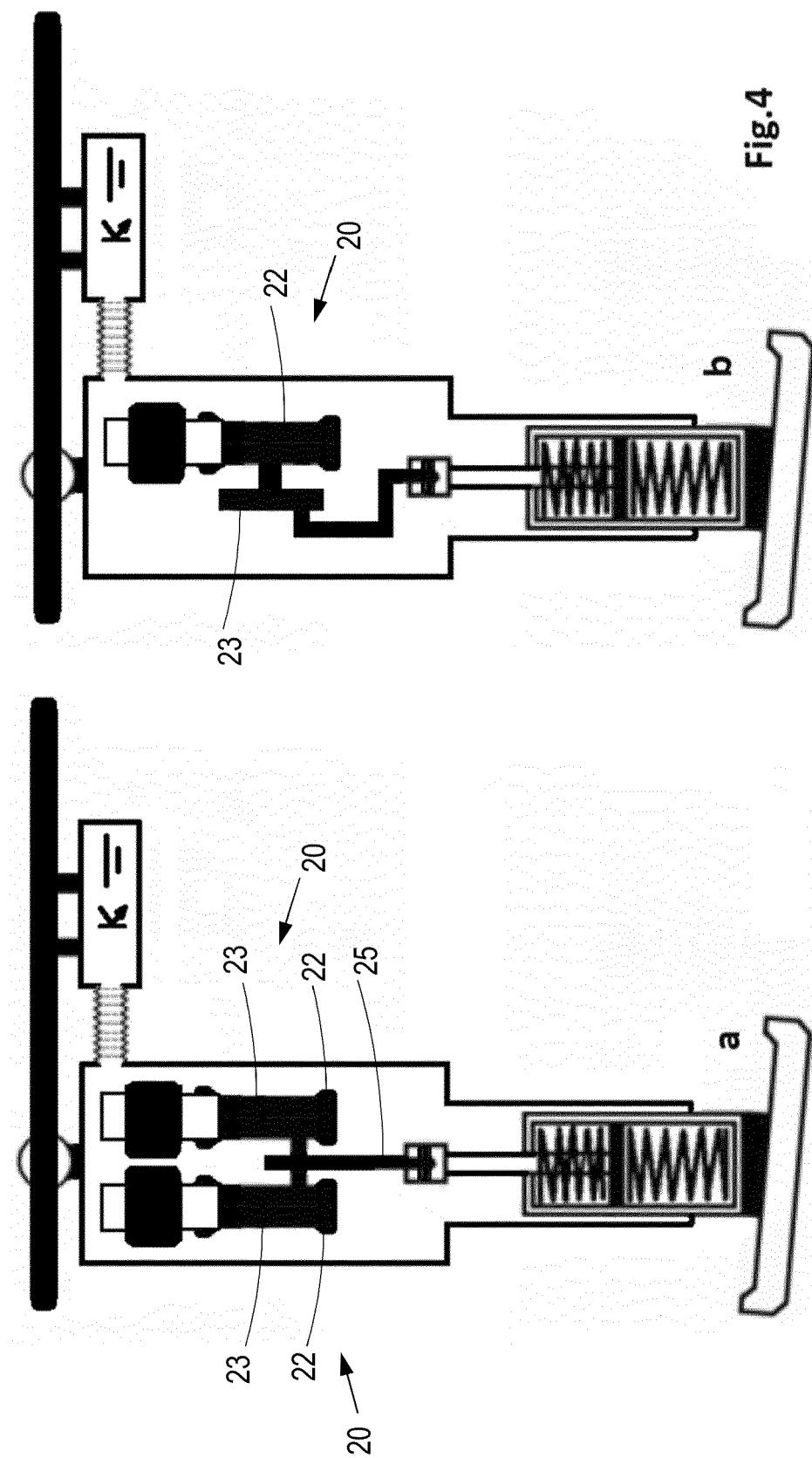
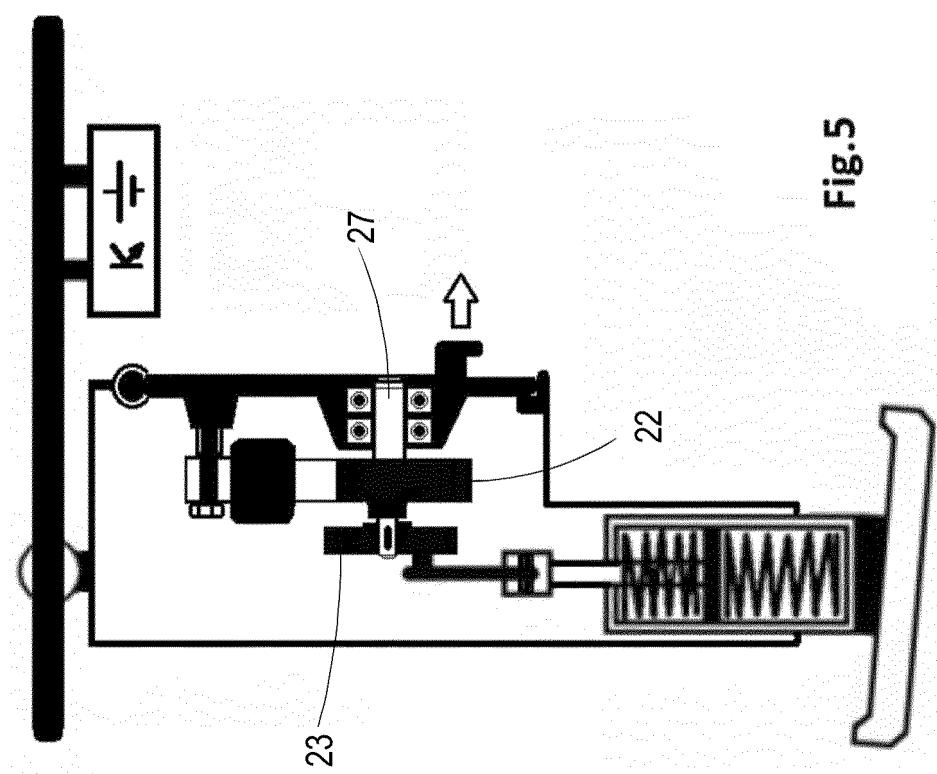
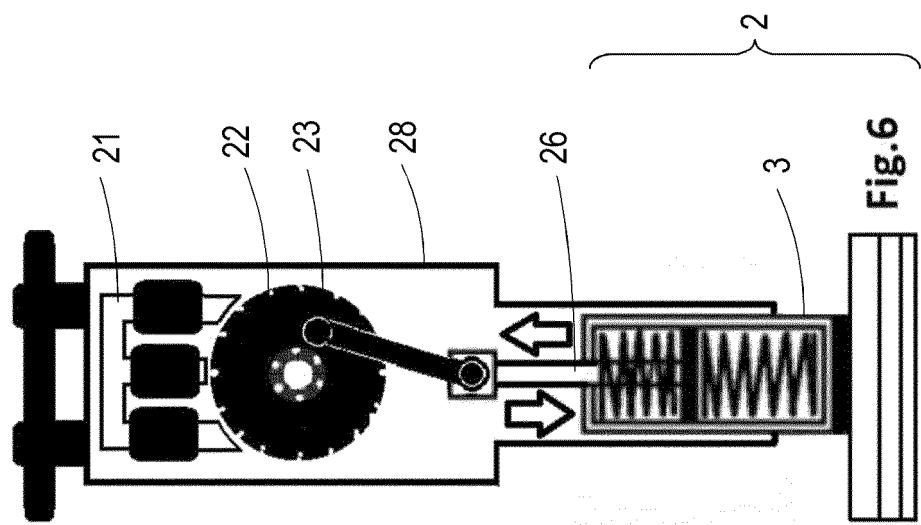


Fig.4





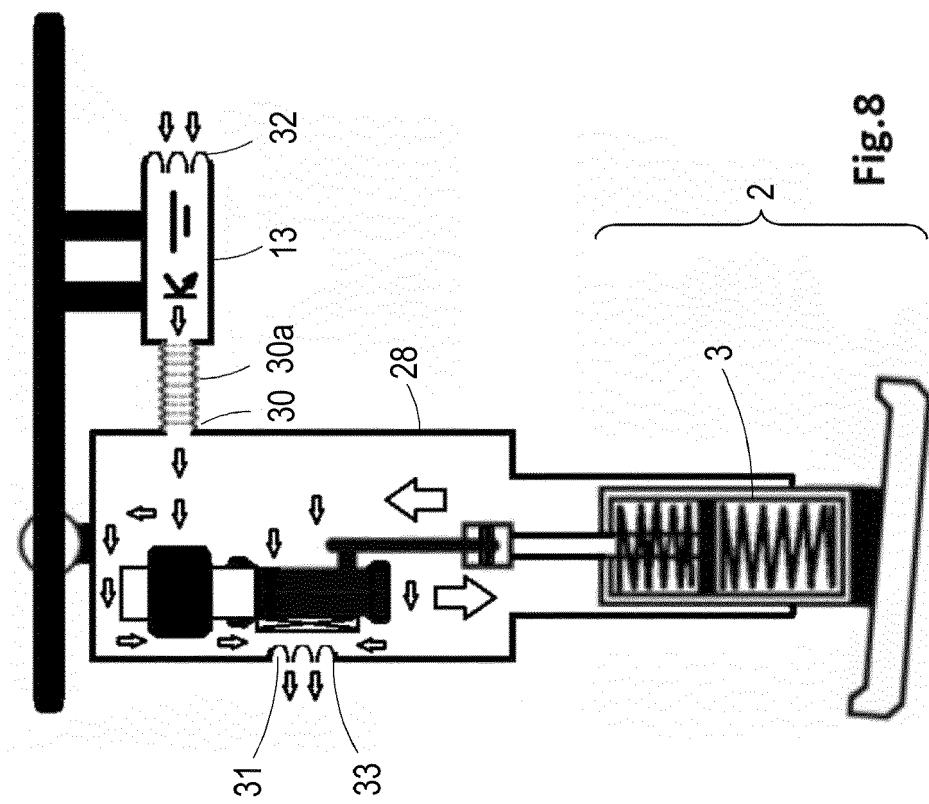


Fig.8

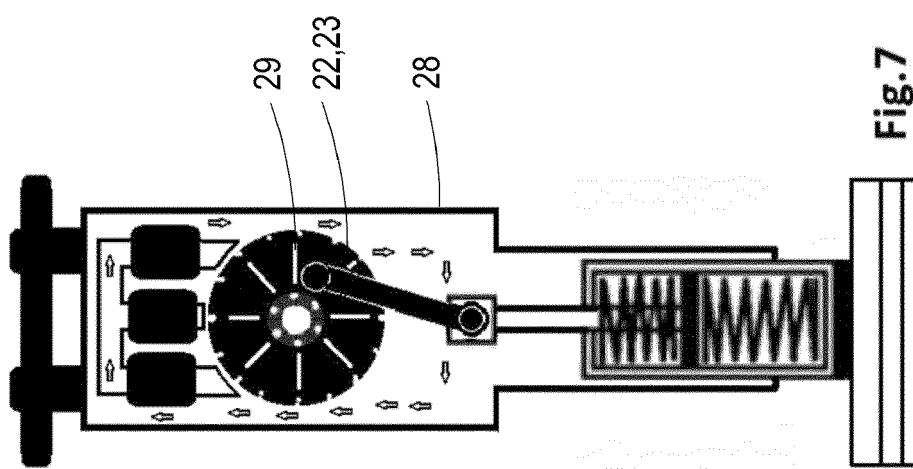


Fig.7

Fig.9

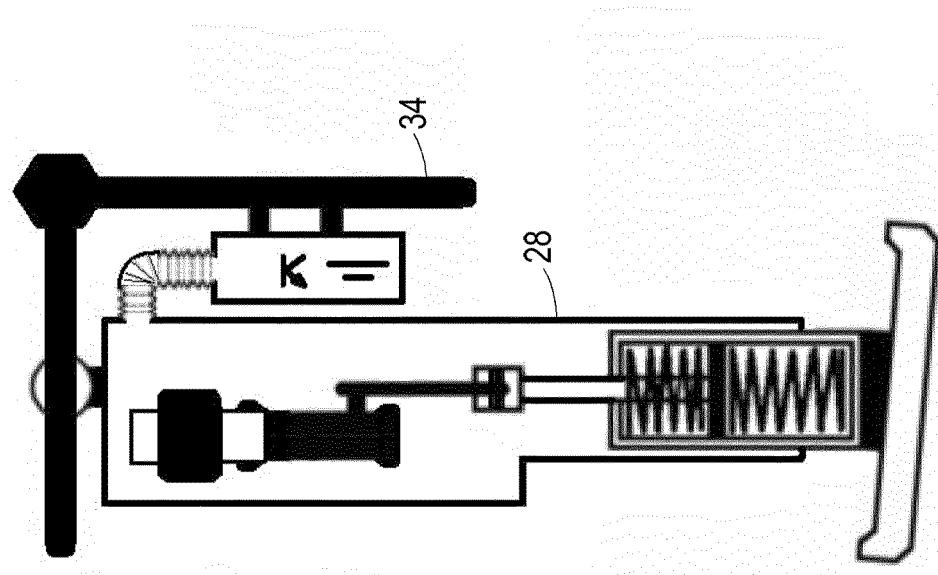
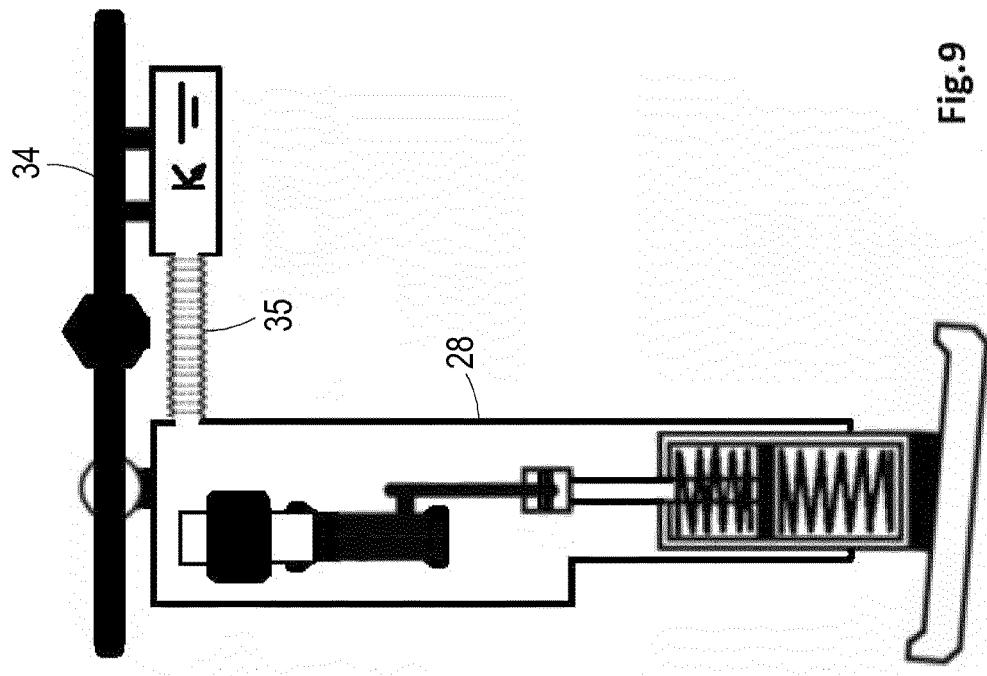
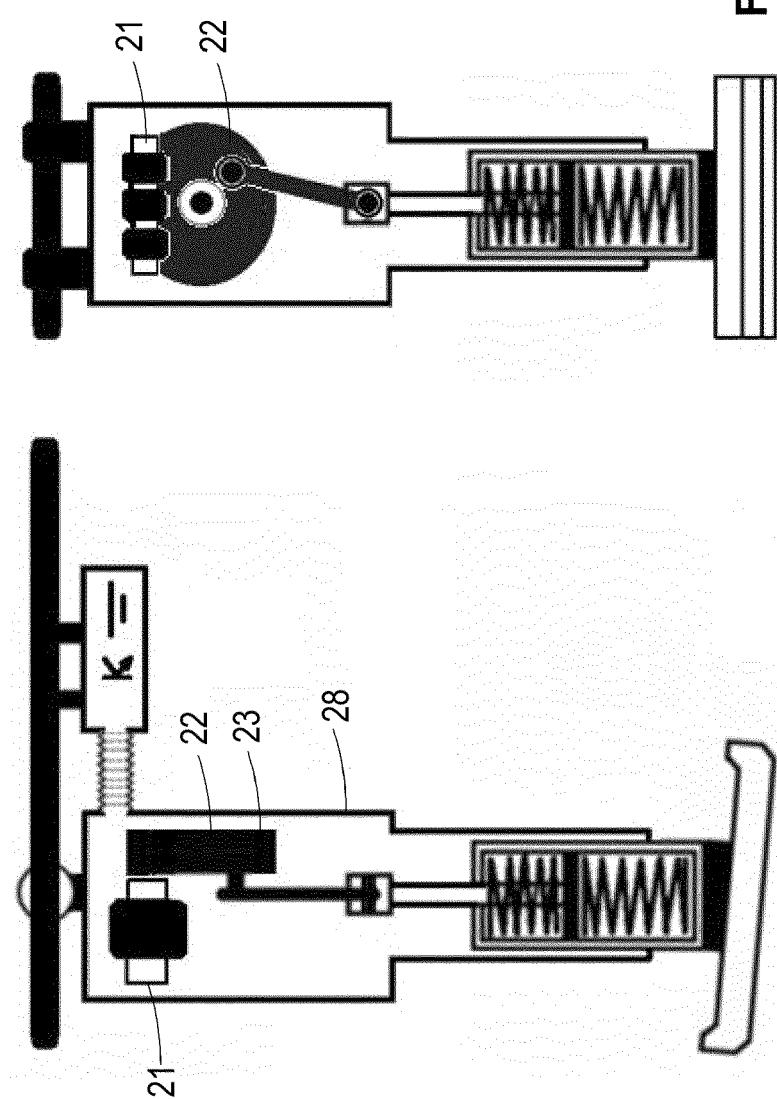


Fig. 10





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 20 4511

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	X DE 10 2013 020857 A1 (WACKER NEUSON PROD GMBH & CO [DE]) 18. Juni 2015 (2015-06-18) Y * das ganze Dokument * -----	1-9, 13 10-12	INV. E01C19/35
15	Y DE 10 2010 055632 A9 (WACKER NEUSON PROD GMBH & CO [DE]) 6. September 2012 (2012-09-06) * das ganze Dokument * -----	10-12	
20	A DE 20 2013 005536 U1 (WACKER NEUSON PROD GMBH & CO [DE]) 26. Juni 2013 (2013-06-26) * das ganze Dokument * -----	1-13	
25			
30			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
35			E01C
40			
45			
50	1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 2. März 2023	Prüfer Beucher, Stefan
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldeatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

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

EP 22 20 4511

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

02-03-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 102013020857 A1	18-06-2015	CN 104711920 A DE 102013020857 A1 EP 2884005 A1 US 2015167259 A1	17-06-2015 18-06-2015 17-06-2015 18-06-2015
20	DE 102010055632 A9	06-09-2012	CN 103403260 A DE 102010055632 A1 EP 2655746 A1 EP 2857587 A1 US 2013279980 A1 WO 2012084074 A1	20-11-2013 28-06-2012 30-10-2013 08-04-2015 24-10-2013 28-06-2012
25	DE 202013005536 U1	26-06-2013	KEINE	
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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