

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 3 165 290 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.05.2017 Patentblatt 2017/19

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

(21) Anmeldenummer: **15193440.3**

(22) Anmeldetag: **06.11.2015**

(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 MD

(71) Anmelder: **BAUER Maschinen GmbH
86529 Schrattenhausen (DE)**

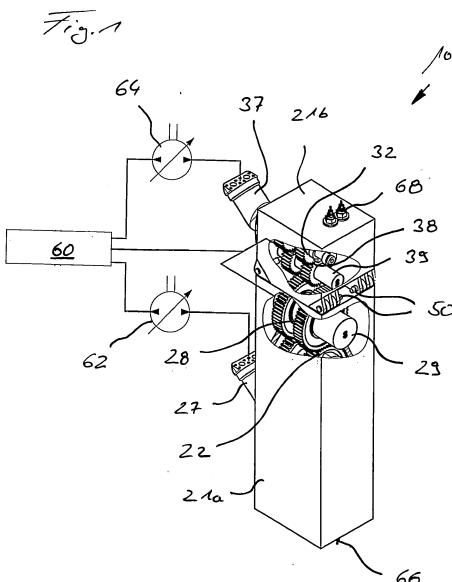
(72) Erfinder: **Prof. Dr. -Ing. Bauer, Sebastian
86529 Schrattenhausen (DE)**

(74) Vertreter: **Wunderlich, Rainer et al
Weber & Heim
Patentanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Irmgardstrasse 3
81479 München (DE)**

(54) SCHWINGUNGSERZEUGER UND VERFAHREN ZUM EINBRINGEN EINES RAMMGUTES IN EINEN BODEN

(57) Die Erfindung betrifft einen Schwingungserzeuger zum Erzeugen einer gerichteten Schwingung sowie ein Verfahren zum Einbringen eines Rammgutes in einen Boden. Der Schwingungserzeuger weist eine Schwingungseinheit auf, welche ein erstes Paar drehbar gelagerte erste Unwuchtelemente, welche mittels eines ersten Drehantriebes mit einer ersten Drehzahl drehend antreibbar sind. Gemäß der Erfindung weist die Schwingungseinheit mindestens ein zweites Paar drehbar ge-

lagerter zweiter Unwuchtelemente auf, welches von der ersten Schwingungseinheit mechanisch entkoppelt ist. Das zweite Paar von Unwuchtelementen ist von einem zweiten Drehantrieb, mit einer zweiten Drehzahl drehend, welche unterschiedlich zu der ersten Drehzahl der ersten Unwuchtelemente ist, antreibbar. Weiterhin ist eine Steuereinheit vorgesehen, mit welcher die Drehzahlen der beiden Drehantriebe elektrisch und/oder hydraulisch zueinander veränderbar und abstimmbare sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schwingungserzeuger zum Erzeugen einer gerichteten Schwingung, mit mindestens einer Schwingungseinheit, welche mindestens ein erstes Paar drehbar gelagerte erste Unwuchtelelemente aufweist, welche mittels eines ersten Drehantriebes mit einer ersten Drehzahl antreibbar sind, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Einbringen eines Rammgutes in einen Boden, bei dem das Rammgut an einer Halteeinrichtung eines Schwingungserzeugers gehalten wird, welche Schwingungen erzeugt, durch welche das Rammgut in den Boden eingetrieben wird, gemäß dem Oberbegriffs des Anspruchs 14.

[0003] Schwingungserzeuger sind seit Langem im Grundbau bekannt, etwa zum Einbringen von Spundwandbohlen in einen Boden. Derartige Schwingungserzeuger, welche auch Vibrationsbären genannt werden, weisen rotierend angetriebene Unwuchtelelemente auf. Diese sind üblicherweise paarweise gegenläufig angetrieben. Hierdurch können vertikal gerichtete Kraftwirkungen erzielt werden, während sich durch das gegenläufige Antreiben Querkräfte gegeneinander aufheben. Bei diesen herkömmlichen Schwingungserzeugern ist zum Eintreiben eines Rammgutes in den Boden eine zusätzliche statische Auflast notwendig.

[0004] Aus der EP 2 105 214 A1 und der EP 2 158 976 B1 sind Schwingungserzeuger bekannt, welche für ein gerichtetes Schwingen ausgebildet sind und keine zusätzliche Auflast benötigen. Diese bekannten Schwingungserzeuger für eine gerichtete Schwingung weisen dabei Unwuchtelelemente mit unterschiedlichen Unwuchten auf. Dabei werden die Unwuchtelelemente mit kleinen Unwuchten um ein Mehrfaches schneller rotierend angetrieben, wie die Unwuchtelelemente mit den größeren Unwuchten. Durch die Überlagerung der jeweils sinusförmigen Schwingungsverläufe, welche eine unterschiedliche Periode aufweisen, kann eine ausgeprägte Kraftwirkung vorzugsweise nach unten erzeugt werden. Die unterschiedlichen Drehzahlen werden dadurch erreicht, dass die Unwuchtelelemente über Zahnräder mit unterschiedlicher Zähnezahl miteinander kämmen und drehend von einem Drehantrieb angetrieben sind.

[0005] Insbesondere beim Einbringen von Rammgut in bindigen Böden besteht das Problem, dass der Baugrund an dem Rammgut bei bestimmten relativ kleinen Schwingungsfrequenzen am Rammgut anhaften kann. Damit verändert und vergrößert sich die anztreibende schwingende Masse. Hierdurch sinkt die Amplitude der Rammgutschwingung und kann zu einem Erliegen führen. In diesem Fall würde die gesamte Energie ohne Vortrieb in Bodenschwingung umgesetzt werden. Ein Durchfahren dieser Schwingungsbereiche ist problematisch und wird dadurch zu umgehen versucht, möglichst leistungsstarke Schwingungserzeuger vorzusehen. Diese sind jedoch in der Anschaffung und im Betrieb kosten-

aufwändig und sind zudem mit einer erhöhten Lärmabstrahlung verbunden.

[0006] Ein weiteres bekanntes Problem bei Schwingungserzeugern ist ein Durchfahren eines Resonanzfrequenzbereiches. Hierbei können sich erhebliche vergrößerte Amplituden ergeben, welche zu Schäden an den Lagern des Schwingungserzeugers oder der Konstruktion insgesamt führen. Insbesondere beim Einsatz eines Schwingungserzeugers in Innenstadtbereichen können Resonanzschwingungen zu Beschädigungen an angrenzenden Bauwerken führen.

[0007] Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, einen Schwingungserzeuger und ein Verfahren zum Einbringen eines Rammgutes in einen Boden anzugeben, mit welchen ein besonders effizienter und schonender Betrieb ermöglicht wird.

[0008] Die Aufgabe wird zum einen durch einen Schwingungserzeuger mit dem Merkmal des Anspruchs 1 und zum anderen durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Der erfindungsgemäße Schwingungserzeuger ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingungseinheit mindestens ein zweites Paar drehbar gelagerter zweiter Unwuchtelelemente aufweist, welche von dem ersten mechanisch entkoppelt ist, dass das zweite Paar von zweiten Unwuchtelelementen von einem zweiten Drehantrieb mit einer zweiten Drehzahl drehend antreibbar ist, welche unterschiedlich zu der ersten Drehzahl der ersten Unwuchtelelemente ist, und dass eine Steuereinheit vorgesehen ist, mit welcher die Drehzahlen der beiden Drehantriebe elektrisch und/oder hydraulisch zueinander veränderbar und abstimmbare sind.

[0010] Ein Grundgedanke der Erfindung besteht darin, bei einem Schwingungserzeuger zum Erzeugen einer gerichteten Schwingung mindestens zwei zueinander mechanisch entkoppelte Paare von Unwuchtelelementen vorzusehen. Diese werden dabei jeweils von mindestens einem eigenen Drehantrieb drehend angetrieben. Eine mechanische Kopplung durch miteinander kämmende Zahnräder zwischen den beiden Unwuchtpaaren ist nicht vorgesehen. Vielmehr erfolgt eine Abstimmung der Drehzahlen zueinander auf elektrisch und/oder hydraulischen Wege über eine Steuereinheit. Der Begriff einer elektrischen Steuereinheit ist dabei weit auszulegen und umfasst auch elektronische Steuerungskomponenten. Mit dieser Steuereinheit und der antriebsmäßigen Entkopplung der mindestens zwei Paare von Unwuchtelelementen können die jeweiligen Drehzahlen unterschiedlich eingestellt werden. Auf diese Weise kann ein Durchfahren kritischer Frequenzbereiche vermieden werden oder zumindest erheblich verkürzt werden. Dabei weisen die Paare von Unwuchtelelementen, mindestens zwei, drei oder mehr Unwuchtelelemente mit jeweils einer Unwucht auf. Die Unwuchtelelemente eines Paares rotieren dabei in entgegengesetzter Drehrichtung.

[0011] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfin-

dung besteht darin, dass die zweite Drehzahl der zweiten Unwuchtelemente ein Vielfaches der ersten Drehzahl der ersten Unwuchtelemente beträgt. Auf diese Weise können die beiden Sinusverläufe der umlaufenden Unwuchtelemente überlagert werden, wobei die Periode des Sinusverlaufes der ersten Unwuchtelemente ein Vielfaches der Periode des Sinusverlaufes der zweiten Unwuchtelemente ist. Durch diese Überlagerung kann insbesondere eine gerichtete Schwingung erzeugt werden. Für das Eintreiben eines Rammgutes in den Boden ist das Maximum der überlagerten Schwingung nach unten gerichtet. Entsprechend kann bei einem Ziehen von Rammgut eine ausgeprägte Kraftwirkung nach oben erzeugt werden. Das Eintreiben von Rammgut kann dabei grundsätzlich ohne zusätzliche Auflast beziehungsweise Zugkraft durchgeführt werden. Nach der Erfindung ist es jedoch nicht ausgeschlossen, dass zusätzlich zu der gerichteten Schwingung über eine entsprechende Druck- und Zugeinrichtung eine zusätzliche Kraft auf den Schwingungserzeuger und damit auf das Rammgut ausgeübt wird.

[0012] Grundsätzlich kann der Schwingungserzeuger aus zwei oder mehr unterschiedlich aufgebauten Schwingungseinheiten ausgebildet sein. Insbesondere kann nur eine Schwingungseinheit mit ersten und zweiten Unwuchtelementen versehen sein, während eine zweite Schwingungseinheit nur mit gleich ausgebildeten Unwuchtelementen versehen ist. Vorzugsweise sind zwei oder mehr Schwingungseinheiten angeordnet, welche über eine gemeinsame Steuereinheit gesteuert sind.

[0013] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung kann darin bestehen, dass die erste Schwingungseinheit gleich ausgebildet ist wie die zweite Schwingungseinheit. Somit weisen die beiden oder mehr Schwingungseinheiten den gleichen Aufbau mit ersten und zweiten Unwuchtelementen auf. Die ersten Unwuchtelemente weisen eine erste Unwucht und somit ein erstes statisches Moment auf, welches sich von einer zweiten Unwucht und einem entsprechenden zweiten statischen Moment der zweiten Unwuchtelemente unterscheiden.

[0014] Eine besonders effiziente Steuerung wird nach einer Weiterbildung der Erfindung dadurch erreicht, dass die Steuereinheit mit mindestens einer ersten Sensoreinrichtung verbunden ist, durch welche die erste Drehzahl der ersten Unwuchtelemente und/oder die zweite Drehzahl der zweiten Unwuchtelemente ermittelbar ist. Der Begriff der Steuereinheit im Sinne der Erfindung ist dabei allgemein zu verstehen und kann auch ein Regeln umfassen. Die Sensoreinrichtung kann insbesondere ein optischer, induktiver, kapazitiver oder sonstiger Drehauflnehmer sein. Grundsätzlich kann jede Schwingungseinheit mit einer oder mehreren Sensoreinrichtungen versehen sein. Eine besonders einfache Ausführung ist dadurch gegeben, dass lediglich an einer Schwingungseinheit eine Sensoreinrichtung vorgesehen ist.

[0015] Eine effiziente Steuerung wird nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung dadurch erzielt,

dass die Steuereinheit mit dem ersten Drehantrieb und/oder dem zweiten Drehantrieb in Verbindung steht, wobei die Steuereinheit die erste Drehzahl und/oder die zweite Drehzahl einstellbar und veränderbar ist. Bei den

5 Drehantrieben kann es sich um Elektroantriebe oder vorzugsweise um Hydraulikantriebe handeln. Ein Bediener kann so eine geeignete Drehzahl an den Drehantrieben einstellen. Die Drehzahl kann auch durch eine Programmauswahl automatisch oder halbautomatisch erfolgen.

10 Die Steuereinheit kann hierzu eine entsprechende Datenbank aufweisen, in welcher entsprechende Steuerprogramme und Drehzahlvorgaben hinterlegt sind.

[0016] Grundsätzlich kann jede Schwingungseinheit mehr als zwei Drehantriebe aufweisen. Typischerweise

15 weist eine Schwingungseinheit zwei einzelne Drehantriebe auf. Dabei ist es nach einer Ausführungsform der Erfindung bevorzugt, dass mehrere Unwuchtelemente einer Schwingungseinheit über miteinander kämmenden Antriebszahnradern in Verbindung stehen und drehend angetrieben sind. Sofern die Unwuchtelemente eines Paars mit derselben Drehzahl angetrieben werden, weisen die Zahnräder eine gleiche Zähnezahl auf..

[0017] Zur Veränderung der Schwingung und insbesondere der Schwingungsamplitude ist es gemäß einer

25 Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dass mindestens eine Phasenverstelleinrichtung vorgesehen ist, mit welcher eine Drehposition der Unwuchtelemente zueinander veränderbar ist. Diese ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn mehrere Paare von Unwuchtelementen in

30 einer Schwingungseinheit vorgesehen sind.

[0018] Für eine umfassende Steuerung ist es dabei vorteilhaft, dass die Verstelleinrichtung einen Verstellmotor aufweist, welcher durch die Steuereinheit steuerbar ist. Die Steuereinheit kann ein Elektromotor oder ein

35 Hydraulikmotor sein.

[0019] Eine weitere Verbesserung der Steuerung wird nach einer Weiterbildung der Erfindung dadurch erreicht, dass die Steuereinheit mit mindestens einer zweiten Sensoreinrichtung verbunden ist, durch welche eine

40 Phasenlage der Unwuchtelemente einer Schwingungseinheit ermittelbar ist. Es können dabei ebenfalls optische, induktive, kapazitive oder sonstige Sensoren zur Bestimmung der jeweiligen Drehposition der Unwuchtelemente zueinander vorgesehen sein.

[0020] Grundsätzlich können Unwuchtelemente einer Schwingungseinheit gemeinsam in einem Gehäuse oder an einem Trägerelement angeordnet sein.

[0021] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorgesehen, dass das erste Paar 50 von ersten Unwuchtelementen in einem ersten Gehäuse und das zweite Paar von zweiten Unwuchtelementen in einem zweiten Gehäuse angeordnet sind. Die Gehäuse sind getrennt voneinander ausgebildet. Die Lagerungen einer oder mehrerer Gehäuse können dabei Dämpfungs-elemente aufweisen.

[0022] Für eine Kombination und eine Überlagerung der Schwingungen der beiden Paare von Unwuchtelementen, auch Schwingungspaare genannt, ist es nach

einer Ausführungsform der Erfindung bevorzugt, dass eine Verbindungseinrichtung vorgesehen ist, mit welcher das erste Gehäuse und das zweite Gehäuse miteinander verbindbar sind. So können etwa bei einem Hochlaufen des Schwingungserzeugers die beiden Paare getrennt sein. Dabei würde ein Schwingungspaar quasi frei schwingen oder lediglich über eine weiche Feder mit dem anderen Schwingungspaar verbunden sein. In einem verbundenen Fall, welcher durch die lösbare und betätigbare Verbindungseinrichtung etwa durch manuell oder hydraulisch betätigbare Riegelbolzen, erreicht werden kann, werden die Gehäuse oder Schwingungspaare starr miteinander verbunden. Neben einer Verbindung mittels Hydraulikzylindern kann auch eine Verbindung durch einen Kniehebelmechanismus vorgesehen sein. In einer kurzen Übergangszeit zwischen dem verbundenen und dem getrennten Zustand kann ein elastisches Dämpfungselement zwischen den beiden Gehäusen zusammengepresst werden, so dass die beiden Gehäuse nicht aufeinanderschlagen. Ein derartiges, zwischen den Schwingungseinheiten angeordnetes Dämpfungselement würde so nur während einer kurzen Phase Energie aufnehmen. Im getrennten Zustand würden sich die Schwingungspaare noch nicht berühren, im verbundenen Zustand wäre das Dämpfungselement zusammengedrückt und die Gehäuse mit den darin angeordneten Paaren von Unwuchtelelementen wären im direkten Kontakt.

[0023] Ein besonders einfacher Aufbau wird gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung dadurch erreicht, dass zum Erzeugen einer gerichteten Schwingung die ersten Unwuchtelelemente unterschiedlich zu den zweiten Unwuchtelelementen ausgebildet sind. Dabei kann also die zweite Schwingungseinheit als eine einfache Einheit oder ein einfacher Rüttler ausgebildet, welcher keine gerichtete Schwingung erzeugen kann. Zum Erzeugen einer gerichteten Schwingung wäre in diesem Ausführungsfall ausschließlich die erste Schwingungseinheit mit ersten Unwuchtelelementen und zweiten Unwuchtelelementen ausgebildet. Die dritten Unwuchtelelemente in der zweiten Schwingungseinheit können gleich oder unterschiedlich zu den ersten Unwuchtelelementen ausgebildet sein.

[0024] Die Erfindung betrifft weiterhin eine Baumaschine mit einem Trägergerät und einem Mast, entlang welchen ein Schwingungserzeuger im Wesentlichen vertikal verfahrbar gelagert ist. Eine derartige erfindungsgemäße Baumaschine ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Schwingungserzeuger vorgesehen ist, wie er zuvor beschrieben wurde. Die Baumaschine ist insbesondere ein sogenannter Rüttler, wie er im Grundbau zum Einsatz kommt und grundsätzlich bekannt ist.

[0025] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Einbringen eines Rammgutes in einen Boden ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingungen mit einem Schwingungserzeuger erzeugt werden, wie er zuvor beschrieben wurde. Bei diesem Verfahren können insbesondere kritische Frequenzbereiche schnell durchfahren

oder weitgehend vermieden werden. Insbesondere kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren mittels einer Steuereinheit eine Veränderung der Drehzahlen der beiden Schwingungspaare zueinander durchgeführt und so die Drehzahlen aufeinander abgestimmt werden. Die Veränderung der Abstimmung kann dabei abhängig von der Bodenart und/oder von der jeweiligen Aufgabenstellung, etwa einem Eintreiben oder Ziehen des Rammgutes, erfolgen. Die Drehzahleneinstellung und Drehzahländerung kann, insbesondere bei einem Hochlaufen des Schwingungserzeugers, durch die Steuereinheit automatisch oder halbautomatisch gemäß hinterlegten Steuerprogrammen erfolgen.

[0026] Eine bevorzugte Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens kann darin gesehen werden, dass das Rammgut ein Pfahl, ein Träger oder eine Spundwandbohle ist.

[0027] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels weiter beschrieben, welches in den Zeichnungen schematisch dargestellt ist. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine erste teilgeschnittene Ansicht eines erfindungsgemäßen Schwingungserzeugers und

Fig. 2 eine zweite teilgeschnittene Ansicht des Schwingungserzeugers von Fig. 1.

[0028] In den Figuren 1 und 2 ist ein erfindungsgemäßer Schwingungserzeuger 10 mit einer Schwingungseinheit 20 gezeigt. Die Schwingungseinheit 20 weist ein unteres kastenförmiges erstes Gehäuse 21 a mit drei ersten Unwuchtelelementen 22 mit jeweils einer ersten Welle 23 auf. Jede erste Welle 23 der gleich aufgebauten, ersten Unwuchtelelemente 22 umfasst eine erste Unwucht 24, ein erstes Antriebszahnrad 25 und ein dazu beabstandet angeordnetes Phasenverstell-Zahnrad 26. Ein Drehmoment von einem unteren ersten Drehantrieb 27 wird von einem mittleren ersten Unwuchtelelement 22 auf die beiden weiteren angrenzenden ersten Unwuchtelelemente 22 mittels der miteinander kämmenden ersten Antriebszahnräder 25 übertragen.

[0029] In grundsätzlich bekannter Weise kann eine Drehposition der ersten Unwuchtelelemente 22 mittels einer ersten Phasenverstelleinrichtung 28 mit einem Verstellmotor 29 verändert werden. Die Veränderung der Drehlage wird über die miteinander kämmenden ersten Verstell-Zahnräder 26 bewirkt.

[0030] Zum Erzeugen einer gerichteten Schwingung mit der Schwingungseinheit 20 sind in einem oberen quaderförmigen zweiten Gehäuse 21 b zwei zweite Unwuchtelelemente 32 angeordnet. In ähnlicher Weise wie der Aufbau der ersten Unwuchtelelemente 22 weisen auch die zweiten Unwuchtelelemente 32 jeweils eine zweite Welle 33, eine zweite Unwucht 34, ein zweites Antriebszahnrad 35 sowie ein zweites Phasenverstell-Zahnrad 36 auf. Ein Antrieb erfolgt über einen oberen zweiten Drehantrieb 37 auf die zweiten Unwuchtelelemente 32. Eine Phasen-

verstellung wird über eine zweite Phasenverstelleinrichtung 38 mit einem zweiten Verstellmotor 39 erreicht.

[0031] Die ersten Unwuchtelemente 22 und die zweiten Unwuchtelemente 32 sind getrennt und hinsichtlich des Drehmomentantriebes mechanisch entkoppelt. Das untere erste Gehäuse 21 a und das obere zweite Gehäuse 21 b, welche jeweils kastenförmig ausgebildet sind, sind über eine lösbare Verbindungseinrichtung 50 miteinander gekoppelt. Die Verbindungseinrichtung 50 ist in der gezeigten Ausführungsform als eine Bolzenverbindung ausgebildet. 10

[0032] Eine Abstimmung und Veränderung der Drehzahlen der Unwuchtelemente in der Schwingungseinheit 20 erfolgt mittels einer zentralen Steuereinheit 60, welche insbesondere eine Rechnereinheit umfassen kann. 15

[0033] In einer einfachen Ausführung nimmt die Steuereinheit 60 über eine erste Sensoreinrichtung 66 eine Drehzahl und/oder eine Drehposition der ersten Unwuchtelemente 22 und über eine zweite Sensoreinrichtung 68 eine Drehzahl und/oder Drehposition der zweiten Unwuchtelemente 32 der Schwingungseinheit 20 auf und steuert deren Drehantriebe 27, 37. Abhängig von den ermittelten Daten steuert die Steuereinheit 60 entsprechend einer ersten Hydraulikpumpe 62, welche insbesondere den unteren zweiten Drehantrieb 47 versorgt, sowie eine zweite Hydraulikpumpe 64, welche insbesondere den oberen zweiten Drehantrieb betreibt. Die Steuerung kann insbesondere so erfolgen, dass gleiche oder geradzahlige-vielfache Drehzahlen der zweiten Unwuchtelemente 32 zu den Drehzahlen der ersten Unwuchtelemente 22 erreicht werden. Etwa für ein Durchlaufen kritischer Frequenzbereiche, wie sie beim Hochfahren des Schwingungserzeugers 10 vorkommen können, können jedoch gezielt, insbesondere durch ein vorgegebenes Steuerprogramm, Drehzahländerungen zwischen den unterschiedlichen Paaren von Unwuchtelementen der Schwingungseinheit 20 eingestellt werden. Hierdurch können insbesondere unerwünschte Resonanzfrequenzen vermieden oder zumindest besonders schnell durchlaufen werden. 25

[0034] In einer entsprechenden Weise kann über die Steuereinheit 60 über nicht dargestellte Steuerleitungen der erste Verstellmotor 29 und der zweite Verstellmotor 39 betätigt werden, wobei für die jeweiligen Unwuchtelemente 22, 32 eine definierte Drehposition eingestellt wird. 40

[0035] Vorzugsweise sind alle Antriebe und Stellelemente der Schwingungseinheit 20 mit der Steuereinheit 60 verbunden und können entsprechend gesteuert und eingestellt werden. 45

welche mindestens ein erstes Paar drehbar gelagerte erste Unwuchtelemente (22) aufweist, welche mittels eines ersten Drehantriebes (27) mit einer ersten Drehzahl drehend antreibbar sind,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Schwingungseinheit (20,) mindestens ein zweites Paar drehbar gelagerte zweite Unwuchtelemente (32) aufweist, welche von dem ersten Paar von Unwuchtelementen (22) mechanisch entkoppelt ist,

- **dass** das zweite Paar von zweiten Unwuchtelementen (32) von einem zweiten Drehantrieb (37) mit einer zweiten Drehzahl drehend antreibbar ist, welche unterschiedlich zu der ersten Drehzahl der ersten Unwuchtelemente (22) ist, und

- **dass** eine Steuereinheit (60) vorgesehen ist, mit welcher die Drehzahlen der beiden Drehantriebe (27, 37) elektrisch und/oder hydraulisch zueinander veränderbar und abstimmbare sind. 20

2. Schwingungserzeuger nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

dass die zweite Drehzahl der zweiten Unwuchtelemente (32) ein Vielfaches der ersten Drehzahl der ersten Unwuchtelemente (22) beträgt. 25

3. Schwingungserzeuger nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,

dass zwei oder mehr Schwingungseinheiten (20) angeordnet sind, welche über eine gemeinsame Steuereinheit (60) gesteuert sind. 30

4. Schwingungserzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Steuereinheit (60) mit mindestens einer ersten Sensoreinrichtung (66) verbunden ist, durch welche zumindest die erste Drehzahl der ersten Unwuchtelemente (22) und/oder die zweite Drehzahl der zweiten Unwuchtelemente (32) ermittelbar ist. 40

5. Schwingungserzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Steuereinheit (60) mit dem ersten Drehantrieb (27) und/oder dem zweiten Drehantrieb (37) in Verbindung steht, wobei durch die Steuereinheit (60) die Drehzahl der Drehantriebe 27, 37 einstellbar und veränderbar ist. 50

6. Schwingungserzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass mehrere Unwuchtelemente (22, 32) einer Schwingungseinheit (20) über miteinander kämmende Antriebszahnräder (25) in Verbindung ste-

Patentansprüche

1. Schwingungserzeuger zum Erzeugen einer gerichteten Schwingung, mit

- mindestens einer Schwingungseinheit (20), 55

- hen und drehend angetrieben sind.
7. Schwingungserzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens eine Phasenverstelleinrichtung (28, 38) vorgesehen ist, mit welcher eine Drehposition der Unwuchtelemente (22, 32) zueinander veränderbar ist. 5
8. Schwingungserzeuger nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Phasenverstelleinrichtung (28, 38) einen Verstellmotor (29, 39) aufweist, welcher durch die Steuereinheit (60) steuerbar ist. 10 15
9. Schwingungserzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuereinheit (60) mit mindestens einer zweiten Sensoreinrichtung (68) verbunden ist, durch welche mindestens eine Phasenlage der Unwuchtelemente (32) der Schwingungseinheit (20) ermittelbar ist. 20 25
10. Schwingungserzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das erste Paar von ersten Unwuchtelementen (22) in einem ersten Gehäuse (21 a) und das zweite Paar von zweiten Unwuchtelementen (32) in einem zweiten Gehäuse (21 b) angeordnet sind. 30
11. Schwingungserzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Verbindungseinrichtung (50) vorgesehen ist, mit welcher das erste Gehäuse (21 a) und das zweite Gehäuse (21 b) miteinander verbindbar sind. 35 40
12. Schwingungserzeuger nach einem der Ansprüche 1, 2 und 4 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass zum Erzeugen einer gerichteten Schwingung die ersten Unwuchtelemente (22) unterschiedlich zu den zweiten Unwuchtelementen (32) ausgebildet. 45
13. Baumaschine mit einem Trägergerät und einem Mast, entlang welchem ein Schwingungserzeuger (10) im Wesentlichen vertikal verfahrbar gelagert ist, 50
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Schwingungserzeuger (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 vorgesehen ist.
14. Verfahren zum Einbringen eines Rammgutes in einen Boden, bei dem das Rammgut an einer Halteinrichtung eines Schwingungserzeugers (10) gehalten wird, welcher Schwingungen erzeugt, durch welche das Rammgut in den Boden eingetrieben wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schwingungen mit einem Schwingungserzeuger (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 erzeugt werden. 55
15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Rammgut ein Pfahl, ein Träger oder eine Spundwandbohle ist.

Fig. 1

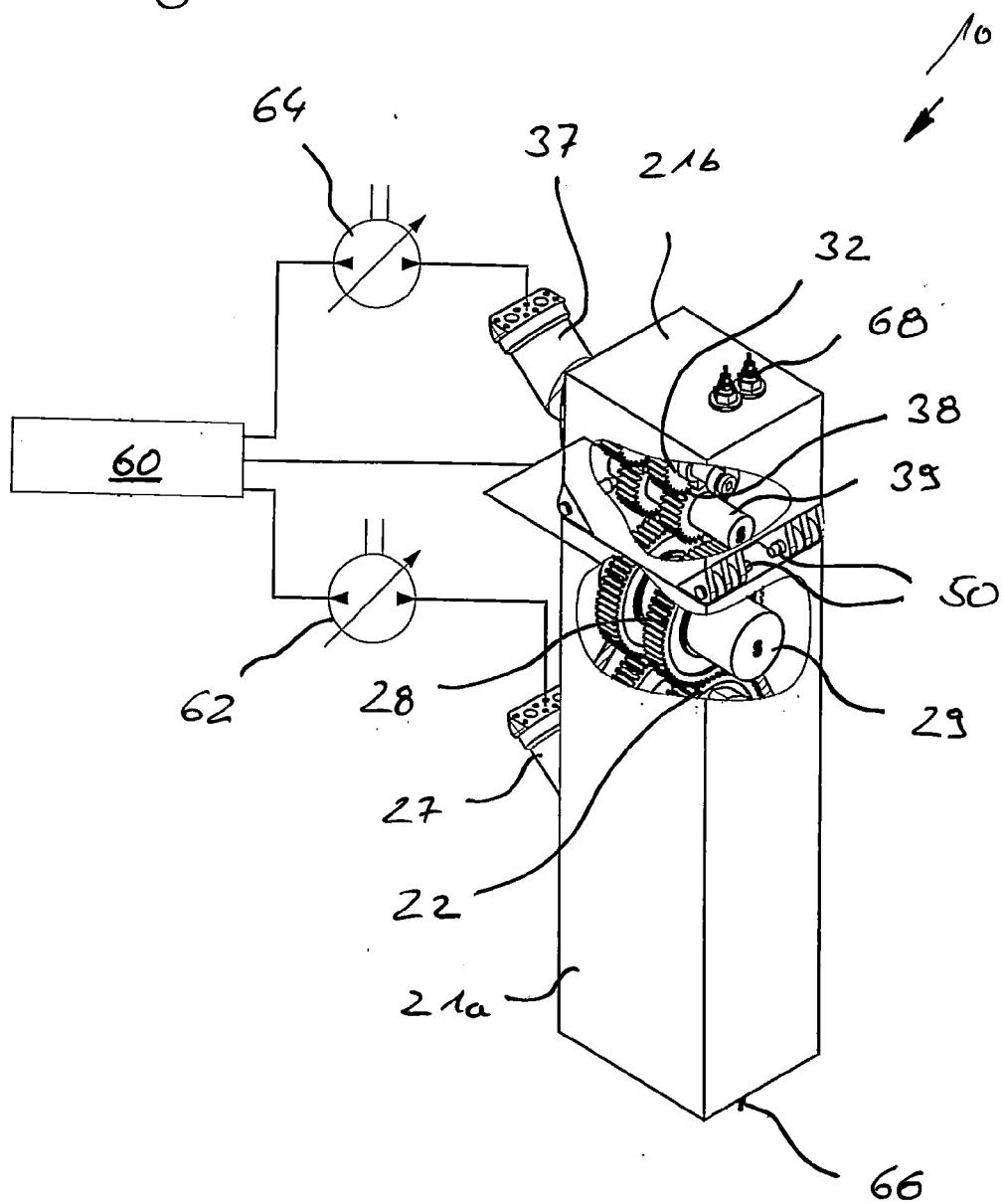
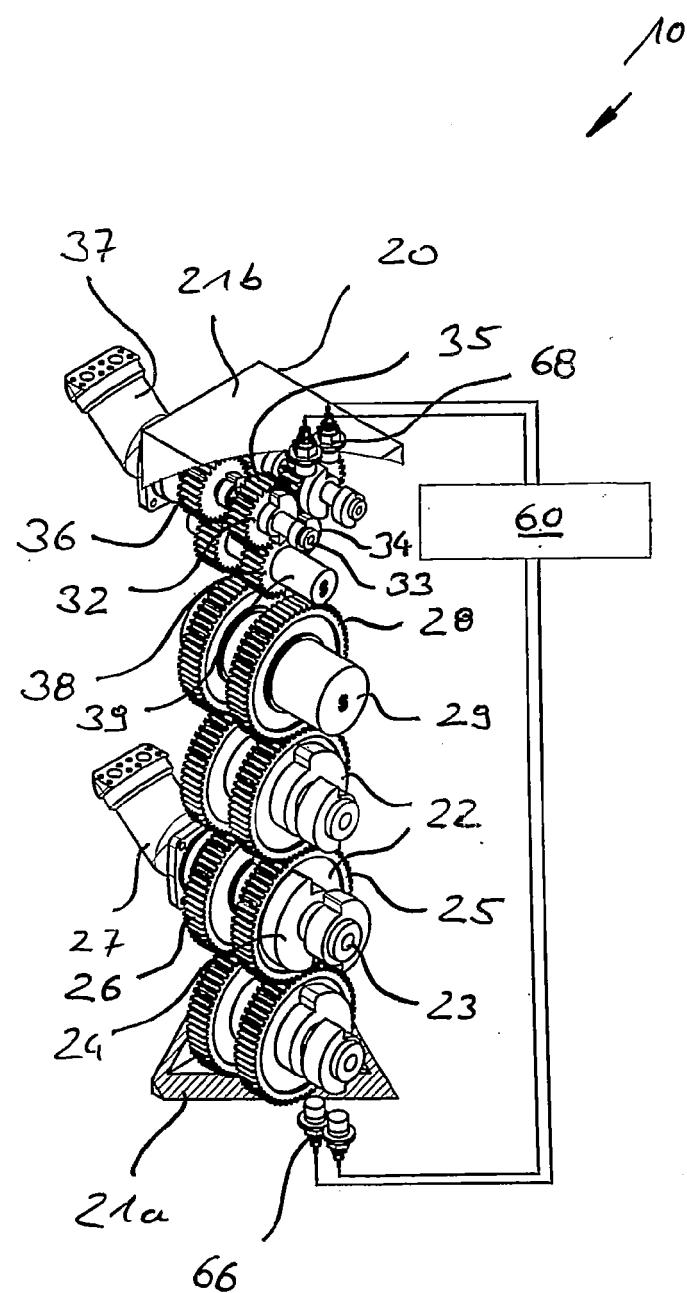


Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 15 19 3440

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betriefft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10 X	US 5 911 280 A (BALD HUBERT [DE]) 15. Juni 1999 (1999-06-15) * Spalte 1, Zeile 35 * * Spalte 3, Zeile 57 - Zeile 64 * * Spalte 4, Zeilen 10-12, 44-53 * * Spalte 5, Zeile 13 - Spalte 7, Zeile 40 * * Abbildung 1 * -----	1-6,10, 11,13-15 9,12	INV. B06B1/16
15 Y	US 5 984 107 A (BLEH KLAUS [DE]) 16. November 1999 (1999-11-16) * Spalte 3, Zeilen 23-54 * * Spalte 4, Zeilen 12-17 * * Abbildung 2 *	1	
20 X	EP 2 789 402 A1 (ANLAGENTECH BAUMASCH IND [DE]) 15. Oktober 2014 (2014-10-15) * Absätze [0003], [0005], [0006], [0017]; Abbildung 1 *	1,7,8	
25 X	EP 1 481 739 A1 (KANDT SPECIAL CRANE EQUIPMENT [NL]) 1. Dezember 2004 (2004-12-01) * Absätze [0001] - [0007], [0027] - [0031], [0036] - [0038]; Abbildungen 1, 6 *	1,2,14, 15	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
30 X	US 2009/241704 A1 (HEICHEL CHRISTIAN [DE] ET AL) 1. Oktober 2009 (2009-10-01) * Abbildung 3 *	12	B06B
35 Y	EP 2 105 214 A1 (ANLAGENTECH BAUMASCH IND [DE]) 30. September 2009 (2009-09-30) * Absätze [0001] - [0003], [0007] - [0012]; Abbildung 1 *	9	
40 Y,D	EP 2 158 976 B1 (ANLAGENTECH BAUMASCH IND [DE]) 14. August 2013 (2013-08-14) * Absätze [0007], [0008] - [0010] *	1-15	
45 A,D	-----		
50 1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 29. April 2016	Prüfer Naujoks, Marco
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE	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	
	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		

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

EP 15 19 3440

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.

29-04-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 5911280 A	15-06-1999	DE EP ES JP US WO	4425905 A1 0801596 A1 2131324 T3 H10502868 A 5911280 A 9603224 A1	25-01-1996 22-10-1997 16-07-1999 17-03-1998 15-06-1999 08-02-1996
20	US 5984107 A	16-11-1999	AT AU AU DE DE EP US	309055 T 719552 B2 3246897 A 19631849 C1 59712474 D1 0823291 A2 5984107 A	15-11-2005 11-05-2000 12-02-1998 08-01-1998 15-12-2005 11-02-1998 16-11-1999
25	EP 2789402 A1	15-10-2014	EP US	2789402 A1 2014305234 A1	15-10-2014 16-10-2014
30	EP 1481739 A1	01-12-2004	AT EP NL	516892 T 1481739 A1 1023574 C2	15-08-2011 01-12-2004 01-12-2004
35	US 2009241704 A1	01-10-2009	EP US	2105213 A1 2009241704 A1	30-09-2009 01-10-2009
40	EP 2105214 A1	30-09-2009	EP US	2105214 A1 2009243410 A1	30-09-2009 01-10-2009
45	EP 2158976 B1	14-08-2013	EP US	2158976 A1 2010050795 A1	03-03-2010 04-03-2010
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

- EP 2105214 A1 **[0004]**
- EP 2158976 B1 **[0004]**