

(19)



(11)

**EP 2 067 533 B2**

(12)

**NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**  
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:  
**07.12.2016 Patentblatt 2016/49**

(51) Int Cl.:  
**B06B 1/16** (2006.01) **E02D 7/18** (2006.01)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:  
**25.09.2013 Patentblatt 2013/39**

(21) Anmeldenummer: **08000543.2**

(22) Anmeldetag: **12.01.2008**

(54) **Schwingungserzeuger für ein Vibrationsrammgerät**

Vibrator for a vibratory pile driver

Vibrateur pour un appareil de fonçage vibratoire

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT DE FR GB NL**

(30) Priorität: **06.12.2007 EP 07025254**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**10.06.2009 Patentblatt 2009/24**

(73) Patentinhaber: **ABI**  
**Anlagentechnik-Baumaschinen-Industriebedarf**  
**Maschinenfabrik und Vertriebsgesellschaft mbH**  
**63843 Niedernberg (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Heichel, Christian**  
**63843 Niedernberg (DE)**  
• **Kleibl, Albrecht**  
**02747 Grosshennersdorf (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Dörner & Kötter PartG**  
**mbB**  
**Körnerstrasse 27**  
**58095 Hagen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 505 976 EP-A- 0 926 300**  
**DE-A1- 4 301 368**

**EP 2 067 533 B2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Schwingungserzeuger nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Vibrationsrammgerät nach dem Patentanspruch 6.

**[0002]** Im Bauwesen werden Schwingungserzeuger verwendet, um Objekte, wie beispielsweise Profile, in den Boden einzubringen oder aus dem Boden zu ziehen oder auch um Bodenmaterial zu verdichten. Der Boden wird durch Vibration angeregt und erreicht so einen "pseudoflüssigen" Zustand. Durch statische Auflast kann das Rammgut dann in den Baugrund gedrückt werden. Die Vibration ist gekennzeichnet durch eine lineare Bewegung und wird durch paarweise gegenläufig rotierende Unwuchten innerhalb eines Vibratorgetriebes generiert. Schwingungserzeuger werden charakterisiert durch die rotierende Unwucht und die maximale Drehzahl. Ein solcher Schwingungserzeuger ist z.B. in EP 0 926 300 A1 offenbart.

**[0003]** Die Schwingungserzeuger sind linear wirkende Schwingungserreger, deren Fliehkraft durch rotierende Unwuchten generiert wird. Diese Schwingungserreger bewegen sich mit veränderlicher Geschwindigkeit. Die Größe der Unwucht wird auch als "statisches Moment" bezeichnet. Der Verlauf der Geschwindigkeit des linearen Schwingungserregers entspricht einer periodisch wiederkehrenden Funktion, beispielsweise einer Sinusfunktion, sie kann aber auch andere Formen einnehmen. Für einen sinusförmigen Verlauf der Geschwindigkeit gilt: Liegt der Unwuchtschwerpunkt in Bewegungsrichtung oder senkrecht dazu, ist die Winkelbeschleunigung der Unwuchten und aller damit verbundenen rotierenden Teile 0. Maximalwerte der Winkelbeschleunigung treten auf, wenn die Unwuchten gegenüber der Bewegungsrichtung ca. 45, 135, 225 oder 315 Grad ausgelenkt sind.

**[0004]** Durch die wechselnde Schwinggeschwindigkeit ist eine Veränderung der kinetischen Energie des Gehäuses des Schwingungserzeugers bewirkt, welche als Blindleistung übertragen und von den innerhalb des Schwingungserzeugers rotierenden Teilen, insbesondere Wellen, Unwuchten und Zahnrädern periodisch aufgenommen, gespeichert und wieder abgegeben wird. Die wechselnden Winkelbeschleunigungen bewirken eine erhöhte Belastung von Maschinenelementen, wie Lagern oder Kupplungen. Diese Problematik wird durch leistungssteigernde Maßnahmen des Schwingungserzeugers, wie Leichtbauweise, Vergrößerung des statischen Moments (der Unwucht) oder Erhöhung der Drehzahl weiter verschärft.

**[0005]** Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen Schwingungserreger zu schaffen, der eine Reduzierung der durch wechselnde Schwinggeschwindigkeiten indizierten Belastungen von Maschinenelementen im Betrieb ermöglicht. Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 gelöst.

**[0006]** Mit der Erfindung ist ein Schwingungserreger geschaffen, der eine Reduzierung der durch wechselnde Schwinggeschwindigkeiten indizierten Belastungen von Maschinenelementen im Betrieb ermöglicht. Es sind Sensoren zur Erfassung der relativen Position der Unwuchtmassen zueinander sowie zur Erfassung der Beschleunigung des Schwingungserzeugers vorgesehen. Mit Hilfe der hiermit ermittelten Messwerte ist unter Zuhilfenahme der bekannten Größen Massenträgheit und Massenträgheitsmoment des Schwingungserzeugers eine entsprechende Ermittlung der jeweils anliegenden Winkelbeschleunigung der rotierenden Unwuchtmassen ermöglicht.

**[0007]** Bevorzugt umfassen die Sensoren induktive Sensoren, Beschleunigungssensoren und/oder Drehgeber. Derartige Sensoren haben sich als langlebig und robust erwiesen.

**[0008]** In der Erfindung sind die Sensoren mit einer Auswerteeinheit verbunden, welche die von den Sensoren erfassten Messwerte mit hinterlegten Maximalwerten vergleicht. Hierdurch ist die Detektierung von Belastungsspitzen ermöglicht. Bevorzugt ermittelt die Auswerteeinheit auf Basis der von den Sensoren ermittelten Messwerte das jeweils anliegende statische Moment.

**[0009]** In Ausgestaltung der Erfindung ist die Auswerteeinheit mit einer akustischen und /oder visuellen Warneinrichtung verbunden. Hierdurch ist die akustische bzw. visuelle Information des Bedieners über einen kritischen Zustand ermöglicht. Bevorzugt ist eine Einrichtung zur Regelung des Schwingungserzeugers angeordnet, welche mit der Auswerteeinheit verbunden ist. Hierdurch ist eine automatische Regelung des Schwingungserzeugers in Abhängigkeit von den erfassten Messwerten des Schwingungserzeugers ermöglicht.

**[0010]** In Ausgestaltung der Erfindung sind die Mittel zur Änderung der relativen Drehposition der rotierbaren Unwuchtmassen zueinander über die Regeleinrichtung ansteuerbar. Hierdurch ist eine direkte Regelung des statischen Moments des Schwingungserzeugers ermöglicht.

**[0011]** Vorteilhaft weist die Auswerteeinheit eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) auf. Hierdurch ist eine flexible Steuerung des Schwingungserzeugers ermöglicht.

**[0012]** Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zu Grunde, ein Vibrationsrammgerät zu schaffen, das eine Reduzierung der durch wechselnde Schwinggeschwindigkeiten des Schwingungserzeugers indizierten Belastungen von Maschinenelementen im Betrieb ermöglicht. Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 6 gelöst.

**[0013]** Mit der Erfindung ist ein Vibrationsrammgerät geschaffen, welches eine Reduzierung der durch wechselnde Schwinggeschwindigkeiten des Schwingungserzeugers indizierten Belastungen von Maschinenelementen im Betrieb ermöglicht.

**[0014]** Andere Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den übrigen Unteransprüchen an-

gegeben. Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird nachfolgend im Einzelnen beschrieben. Es zeigen:

- Figur 1: Die schematische Darstellung eines Vibrationsrammgerätes mit Trägergerät und  
 Figur 2: die schematische Darstellung eines Vibratorgetriebes im Längsschnitt.

**[0015]** Das als Ausführungsbeispiel gewählte Vibrationsrammgerät besteht im Wesentlichen aus einem Trägergerät 1, an dem über einen Mäkler 2 ein Schwingungserzeuger (Vibrator) 3 vertikal verschiebbar angeordnet ist. Der Schwingungserzeuger 3 umfasst ein Gehäuse 31, welches von einer Haube 30 umgeben ist. An der Haube 30 ist eine Klemmzange 37 zur Aufnahme von Rammgut 4 angeordnet. Die Haube 30 dient der Führung des Schwingungserzeugers 3 und überträgt die statische Kraft des Mäklers 2 auf den Schwingungserzeuger 3. Der Schwingungserzeuger 3 generiert über rotierende Unwuchten 3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531 eine Vibration, welche über die Klemmzange 33 auf das Rammgut 4 übertragen wird.

**[0016]** Der Schwingungserzeuger 3 ist als Vibratorgetriebe ausgeführt (Figur 2). Sie besteht im Wesentlichen aus einem Gehäuse 31, in dem mit Zahnrädern 331, 332, 333, 351, 352, 353 versehene Wellen 33, 35 drehbar gelagert sind. Die Zahnräder 331, 332, 333, 351, 352, 353 sind jeweils mit Unwuchtmassen 3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531 versehen, wobei die Zahnräder beider Wellen 3, 5 über Zahnräder 3613, 3614 der Rotorwelle 361 eines Schwenkmotors 36 miteinander im Eingriff sind. Die mit Unwuchtmassen 3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531 versehenen Zahnräder 331, 332, 333, 351, 352, 353 sind über den Schwenkmotor 36 in ihrer rotatorischen Position relativ zueinander verstellbar, wodurch die resultierende Unwucht bzw. das resultierende statische Moment einstellbar ist. Derartige Vibratorgetriebe mit drehbar gelagerten Unwuchtmassen, die in der relativen Phasenlage verstellbar sind, sind dem Fachmann beispielsweise aus der DE 20 2007 005 283 U1 bekannt.

**[0017]** Der Schwingungserzeuger 3 ist gegenüberliegend den Zahnrädern 331, 332, 333, 351, 352, 353 auf der Innenseite des Gehäuses 31 jeweils mit zwei parallel zum Umfang der Zahnräder beabstandet zueinander angeordneten induktiven Sensoren 310 versehen. Die induktiven Sensoren 310 ermöglichen die Erfassung der Winkelbeschleunigung der rotierenden Unwuchtmassen 3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531. Über den Zeitversatz der Unwuchtmassen 3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531 lässt sich weiterhin deren relative Position zueinander ermitteln. Des Weiteren ist an dem Gehäuse 31 des Schwingungserzeugers 3 ein Beschleunigungssensor 311 angeordnet. Zur Verarbeitung der Signale der Sensoren 310, 311 und Ermittlung der vorgenannten Größen ist eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) 7 angeordnet, welche weiterhin auf Basis von Fre-

quenz und Zeitversatz der Unwuchtmassen zueinander das jeweils anliegende statische Moment berechnet. Alternativ kann auch eine Sensorik mit zwei induktiven Sensoren (also einem induktiven Sensor pro Unwuchtgang) sowie einem auf dem Gehäuse des Schwingungserzeugers angebrachter Beschleunigungssensor vorgesehen sein.

**[0018]** In dem Trägergerät 1 ist eine Steuerung 8 angeordnet, welche über Leitungen 6 mit der SPS 7 verbunden ist. Die Steuerung 8 ist derart eingerichtet, dass sie aus dem von der SPS 7 ermittelten statischen Moment und dem bekannten Massenträgheitsmoment der rotierenden Teile sowie den von dem Sensor 311 ermittelten Beschleunigungsdaten eine zulässige Winkelbeschleunigung der rotierenden Teile des Schwingungserregers 3 errechnet.

**[0019]** Im Falle der Überschreitung der zulässigen Beschleunigung erfolgt über eine - nicht dargestellte - Regleinrichtung eine Ansteuerung des Schwenkmotors 36 innerhalb des Schwingungserzeugers 3, wodurch eine Nachstellung der resultierenden Unwucht / des resultierenden statischen Moments durch Veränderung der relativen Position der Unwuchtmassen zueinander erfolgt.

**[0020]** In einer alternativen Ausgestaltung des Schwingungserzeugers ist auch eine Ermittlung der relativen Drehposition der Unwuchtmassen 3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531 zueinander über einen oder mehrere Drehgeber möglich. In dieser Ausgestaltung erfolgt über die SPS7 auf Basis der vorbekannten Massenträgheit des Schwingungserzeugers mittels der von den Drehgebern und dem Beschleunigungssensor 311 ermittelten Werte eine Berechnung der jeweils anliegenden Winkelbeschleunigung der rotierenden Unwuchtmassen 3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531.

**[0021]** Zusätzlich ist die Installation eines optischen und / oder akustischen Signals im Bedienerstand des Trägergerätes möglich, um den Bediener von der Überschreitung zulässiger Beschleunigungswerte zu informieren. Die Nachstellung der resultierenden Unwucht / des resultierenden statischen Moments kann in diesem Fall über den Bediener durch entsprechende Ansteuerung des Schwenkmotors innerhalb des Schwingungserzeugers 3 erfolgen.

## Patentansprüche

1. Schwingungserzeuger zum Einsatz in einem Vibrationsrammgerät, umfassend ein innerhalb eines Gehäuses angeordnetes Vibrationsgetriebe, umfassend rotierbare Unwuchtmassen, die auf wenigstens zwei Wellen angeordnet sind, wobei innerhalb des Gehäuses Mittel zur Verstellung der relativen Drehposition der Unwuchtmassen zueinander angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb des Gehäuses Sensoren (310, 311) zur Erfassung der Position der Unwuchtmassen (3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531) zueinander angeordnet sind und

Sensoren zur Erfassung der Beschleunigung des Schwingungserzeugers vorgesehen sind, und dass ein Modul (7) zur Ermittlung der Winkelbeschleunigung der rotierenden Unwuchtmassen (3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531) auf Basis der von den Sensoren (310, 311) ermittelten Messwerten vorgesehen ist, wobei die Sensoren (310, 311) mit dem Modul (7) verbunden sind, welches die von den Sensoren (310, 311) erfassten Messwerte mit hinterlegten Maximalwerten vergleicht und welches mit einer angeordneten Einrichtung zur Regelung des Schwingungserzeugers verbunden ist, über die die Mittel (36) zur Änderung der relativen Drehposition der rotierbaren Unwuchtmassen (3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531) zueinander ansteuerbar sind.

2. Schwingungserzeuger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoren (310, 311) induktive Sensoren und/oder Drehgeber umfassen.
3. Schwingungserzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Modul (7) auf Basis der von den Sensoren (310, 311) erfassten Messwerte das jeweils anliegende statische Moment ermittelt.
4. Schwingungserzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Modul (7) mit einer akustischen und / oder visuellen Warneinrichtung verbunden ist.
5. Schwingungserzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Modul (7) eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) aufweist.
6. Vibrationsrammgerät zum Einbringen und Ziehen von Rammeelementen in und aus dem Boden sowie zur Verdichtung von Bodenmaterial, umfassend einen Schwingungserzeuger (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

## Claims

1. Vibrator for use in a vibratory pile driver, comprising a vibrator gear arranged in a housing, comprising rotating unbalanced masses arranged on at least two shafts, where means of varying the rotation position of the unbalanced masses in relation to one another are arranged within the housing, **characterised in that** sensors (310, 311) are arranged within the housing for measuring the position of the unbalanced masses (3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531) in relation to one another, and sensors are provided for measuring the acceleration of the vibrator, and that a module (7) for measuring the angular acceleration of the rotating unbalanced masses (3311, 3321,

3331, 3511, 3521, 3531) on the basis of the values measured by the sensors (310, 311) is provided, where the sensors (310, 311) are connected to the module (7) which compares the values measured by the sensors (310, 311) with stored maximum values and which is connected to an overriding device for regulating the vibrator, by means of which the means (36) of varying the rotation position of the rotating unbalanced masses (3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531) in relation to one another are controlled.

2. Vibrator in accordance with claim 1, **characterised in that** the sensors (310, 311) comprise inductive sensors and/or rotary encoders.
3. Vibrator in accordance with any of the claims 1 to 2, **characterised in that** the module (7) calculates the static moment currently being applied on the basis of the values measured by the sensors (310, 311).
4. Vibrator in accordance with any of the claims 1 to 3, **characterised in that** the module (7) is connected to an acoustic and/or visual alarm device.
5. Vibrator in accordance with any of the claims 1 to 4, **characterised in that** the module (7) has a stored program control (SPC).
6. Vibratory pile driver for inserting and extracting pile material into and out of the ground and for compacting the ground material, comprising a vibrator (3) in accordance with any of the claims 1 to 5.

## Revendications

1. Vibreur à mettre en oeuvre dans un appareil de fonçage vibratoire, comprenant une transmission de vibrations agencée dans un carter, comprenant des masselottes en rotation agencées sur au moins deux arbres, sachant qu'à l'intérieur du carter sont agencés des moyens permettant de modifier les positions de rotation relatives des masselottes, **caractérisé en ce qu'à l'intérieur du carter sont agencés des capteurs (310,311) servant à saisir la position des masselottes (3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531) les unes par rapport aux autres, et que des capteurs sont prévus pour saisir l'accélération du vibreur, et en ce qu'est prévu un module (7) servant à déterminer l'accélération angulaire des masselottes en rotation (3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531) sur la base des valeurs de mesure saisies par les capteurs (310, 311), sachant que ces capteurs (310, 311) sont reliés au module (7) qui compare les valeurs de mesure saisies par les capteurs (310, 311) avec des valeurs maximales en mémoire et qui est relié à un équipement agencé servant à réguler le vibreur, équipement qui permet d'exciter les**

moyens (36) servant à modifier les positions de rotation relatives des masselottes rotatives (3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531).

2. Vibreur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les capteurs (310, 311) comprennent des capteurs et/ou encodeurs rotatifs inductifs. 5
3. Vibreur selon l'une des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** le module (7) détermine le moment statique ponctuel sur la base des valeurs de mesure saisies par les capteurs (310, 311). 10
4. Vibreur selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le module (7) est relié à un équipement avertisseur sonore et / ou visuel. 15
5. Vibreur selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le module (7) présente un automate programmable industriel (API). 20
6. Appareil de fonçage vibratoire destiné à enfoncer des éléments de fonçage dans le sol ou à les en extraire, ainsi qu'à compacter du matériau constitutif du sol, comprenant un vibreur (3) selon l'une des revendications 1 à 5. 25

30

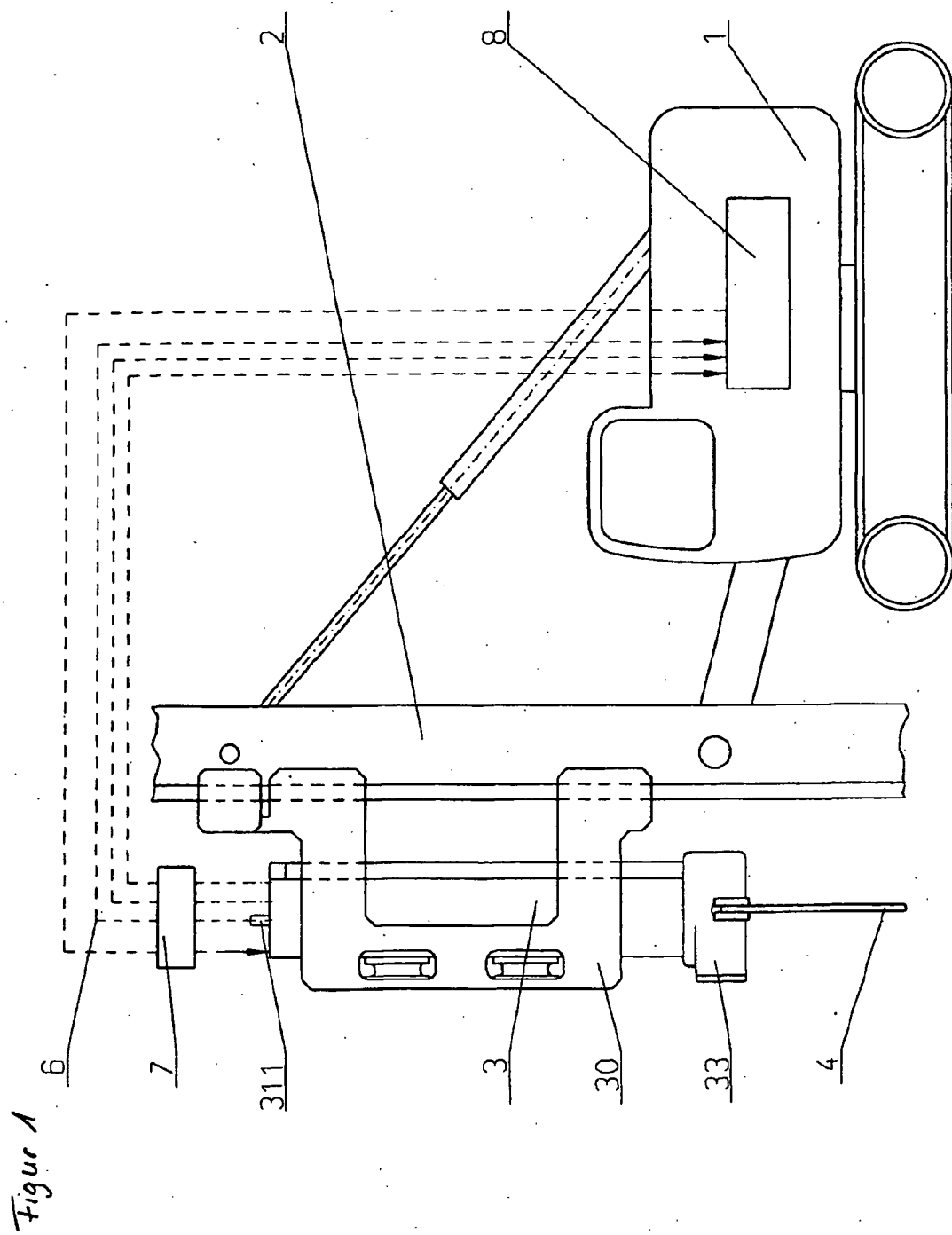
35

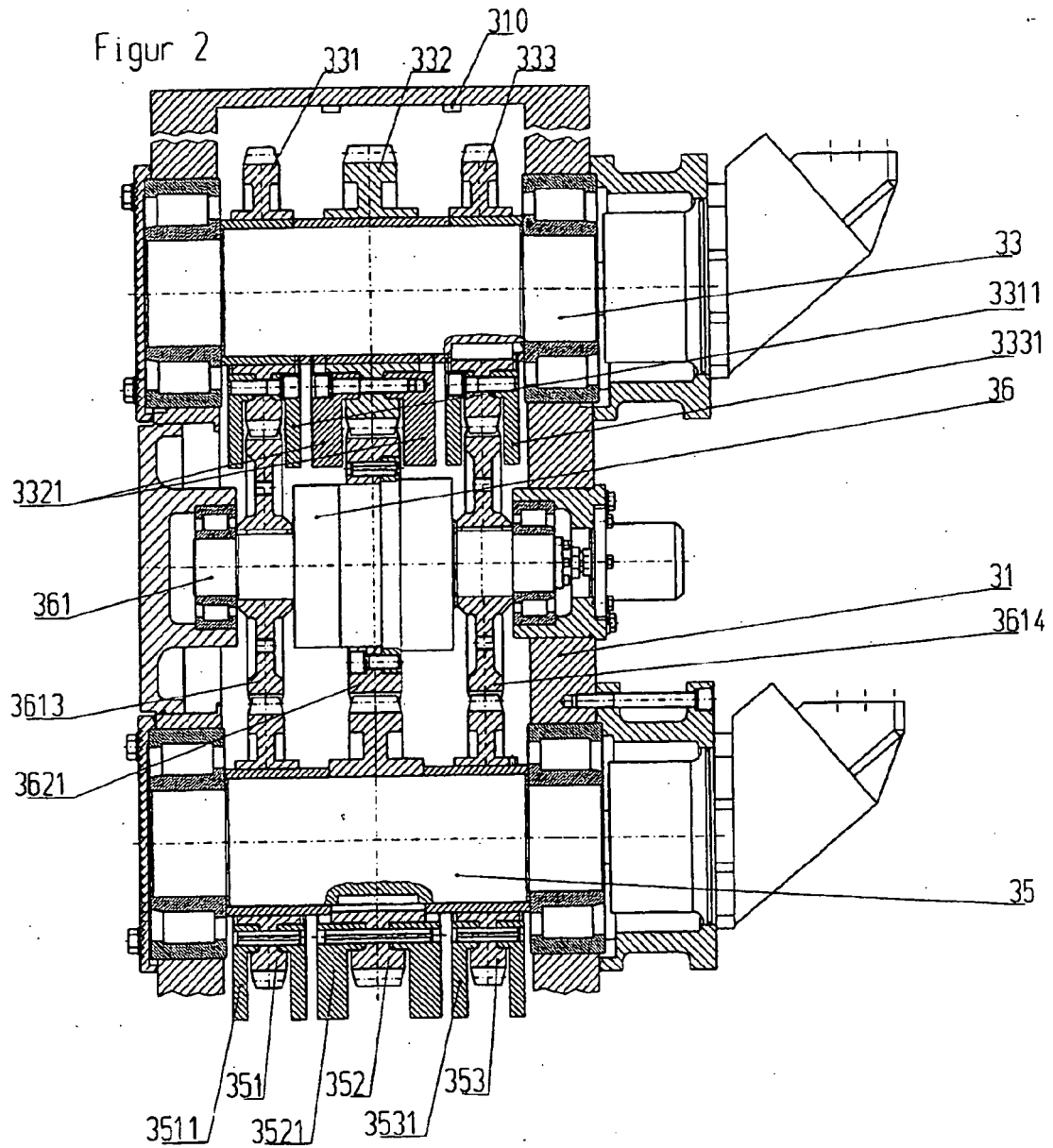
40

45

50

55





**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 0926300 A1 [0002]
- DE 202007005283 U1 [0016]