

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 069 244 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**17.01.2001 Patentblatt 2001/03**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **E02D 3/054**

(21) Anmeldenummer: **00114397.3**

(22) Anmeldetag: **05.07.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorität: **05.07.1999 DE 19930885**

(71) Anmelder: **Keller Grundbau GmbH  
63067 Offenbach/Main (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Berg, J., Dipl.-Ing.  
63150 Heusenstamm (DE)**  
• **Köcher, J., Dr.  
77704 Oberkirch (DE)**

(74) Vertreter:  
**Neumann, Ernst Dieter, Dipl.-Ing. et al  
Harwardt Neumann Patent- und Rechtsanwälte,  
Brandstrasse 10  
53721 Siegburg (DE)**

### (54) Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung eines Tiefenrüttlers

(57) Verfahren zum Verdichten von Böden mittels eines Tiefenrüttlers (11), der von einer um eine vertikale Längsachse umlaufenden Unwuchtmasse erregt in den Boden abgesenkt und aus diesem wieder gezogen wird, der an einem Mäkler oder dergleichen mittels eines über eine Gelenkkupplung (13) angeschraubten Rohrstranges (14) und mittels eines im Mäkler laufenden Stahlseiles aufgehängt ist und der mit zumindest einem Kabel oder Schlauchstrang verbunden ist, der an den Rohrstrang herangeführt ist, wobei die Unwuchtmasse mit abwechselnder Drehrichtung angetrieben wird.

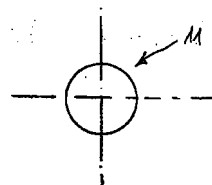
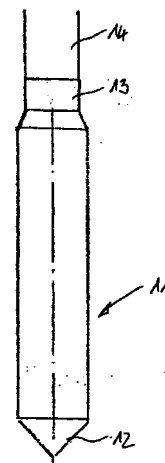


Fig. 1

**EP 1 069 244 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verdichten von Böden mittels eines Tiefenrüttlers, der von einer um eine vertikale Längsachse umlaufenden Unwuchtmasse erregt in den Boden abgesenkt und aus diesem wieder gezogen wird. Weiterhin betrifft die Erfindung einen Tiefenrüttler zur Durchführung des Verfahrens mit einem länglich bombenförmigen Gehäuse mit einer Längsachse und einer coaxial im Gehäuse gelagerten motorisch antreibbaren Drehachse sowie einer mit der Drehachse umlaufenden Unwuchtmasse.

**[0002]** Das Verdichten von rolligen Böden (Kiese- und Sande) mittels Tiefenrüttlern in großen Tiefen und in beliebiger Mächtigkeit ist erprobt. Die Anwendung des Verfahrens bis in Tiefen von 50 Meter ist bereits ausgeführt. Tiefen von 70 Metern sind angestrebt. Die Rüttlerarbeit erfolgt durch Antrieb einer Unwuchtmasse im vertikal aufgehängten Rüttlergehäuse, die von einem darüber angeordneten Elektro- oder Hydraulikmotor angetrieben wird. Der Tiefenrüttler wird durch Anschrauben eines Rohrstranges, in dem die Versorgungsleitungen verlaufen (Strom, Wasser, Hydrauliköl), für die gewünschte Tiefe hergerichtet. Das so gebildete Aggregat wird an einem Bagger oder einem speziellen Traggerät mit vertikalem Mäkler über ein Stahlseil gehalten und geführt. Der pendelnde und drehbare Aufhängepunkt befindet sich am oberen Ende des Rohrstranges. Am unteren Ende des Rohrstranges ist der Tiefenrüttler mittels einer Gelenkupplung angelenkt. Idealerweise soll der Tiefenrüttler am Anlenkpunkt in Ruhe bleiben und mit der unten liegenden Rüttlerspitze eine Kreisschwingung ausüben. Die Bewegung des Rüttlers wird somit von einem Kegel mit oberliegender Spitze eingehüllt. Die Bewegung des Rüttlers wird von der Umlauffrequenz und der Größe der Unwuchtmasse bestimmt und entspricht nicht notwendig dem vorgenannten Idealfall. Aufgrund der Rotation der Unwuchtmasse kommt es zu einem rückdrehenden Rotationsmoment auf das Rüttlergehäuse, das zu einer Verdrehung des Rüttlers und des Rohrstranges und damit gegenüber dem Mäkler führt. Hierdurch verdrehen sich die Versorgungsleitungen, die dadurch abgeklemmt werden können oder aus ihren Fittings ausreißen können. Dieser Erscheinung ist bisher durch das Anbringen von längsverlaufenden Außenschwervertern am Gehäuse des Tiefenrüttlers oder zumindest durch längsverlaufende außengeführte Rohrleitungen nur unzureichend entgegengewirkt worden. Derartige Mittel erhöhen im übrigen den Eindringwiderstand des Tiefenrüttlers in nachteiliger Weise.

**[0003]** Die Verdichtung des Bodens erfolgt von unten nach oben. Nach Absenken des Tiefenrüttlers auf die vorgesehene Endteufe wird er entweder kontinuierlich nach oben gezogen oder aber stufenweise in Schritten von 20 bis 100 cm, wobei er auf jeder Stufe eine Weile von 20 bis 60 Sekunden verharrt. Die Verdichtung des Bodens ist naturgemäß mit einer Volu-

menverminderung verbunden, die sich an einer Trichterbildung und an konzentrischen Setzrissen um den Trichter an der Geländeoberfläche sowie an einer Neigung der Geländeoberfläche im weiteren zum Trichter hin zeigt. Im bisher bekannten Rüttlerbetrieb ist es üblich, mit einer eingestellten Umlauffrequenz zu arbeiten und die vom Rüttlermotor aufgenommene Leistung zu kontrollieren. Hiermit sollen zum einen unzulässige Belastungen vermieden werden, zum anderen werden Verdichtungsschritte bei nur noch geringer Leistungsaufnahme abgebrochen und der Tiefenrüttler auf die nächste Stufe gezogen.

**[0004]** Aus der DE 26 29 485 A1, der DE 29 48 403 A1 und der DE 32 05 099 A1 sind Tiefenrüttler bekannt, bei denen Mittel vorhanden sind, mit denen die wirk-same Unwuchtmasse durch Wechsel der Drehrichtung der Unwuchtmasse verändert werden kann.

**[0005]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und einen Tiefenrüttler bereitzustellen, mit denen die genannten Betriebsstörungen verhindert und das Eindringverhalten des Tiefenrüttlers verbessert werden können.

**[0006]** Die Lösung hierfür besteht in einem Verfahren, gemäß dem die Unwuchtmasse mit abwechselnder Drehrichtung angetrieben wird. Hierbei kann die Drehrichtung in einem festen Zeittakt geändert werden oder in Abhängigkeit von der Verdrehung des Tiefenrüttlers gegenüber dem Mäkler. Die entsprechende Verdrehung kann mit geeigneten kontaktlosen Aufnehmern erfaßt werden. Mit diesen Maßnahmen ist sichergestellt, daß die Versorgungsleitungen immer nur in einem so geringen Maße verdreht werden, daß es weder durch die erzeugten Verkürzungen infolge des Ineinanderverdrehens noch durch die Abscherkräfte infolge der Verdrehung als solcher zu Beschädigungen der Versorgungsleitungen kommen kann. Die wirksame Unwuchtmasse bleibt hierbei unverändert.

**[0007]** Ein geeigneter Tiefenrüttler zur Durchführung des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß er ein Gehäuse von rein rotationssymmetrischer Außenform und einen drehumschaltbaren Antrieb für die Unwuchtmasse aufweist. Mit dieser rein rotations-symmetrischen Außenform erhält der Tiefenrüttler ein verbessertes Eindringverhalten. Die Tatsache, daß es aufgrund des Reaktionsmomentes nun zu einem schnelleren Verdrehen im Bohrloch kommen kann, ist unkritisch, da Überwachungsmittel für den Verdrehungswinkel des Tiefenrüttlers gegenüber dem Mäkler vorgesehen sind und eine vorzugsweise automatisierte Umsteuerung den schadensfreien Betrieb sichert. Mit der Änderung der Drehrichtung der Unwuchtmasse ändert sich die Drehrichtung des Rückdrehmomentes, so daß die aufgetretene Verdrehung wieder aufgehoben wird und die dann eintretende Verdrehung im Gegensinn in sich wiederholender Weise kontrolliert und begrenzt wird. Die wirksame Unwuchtmasse bleibt hierbei unverändert.

**[0008]** Zeichnungen, die eine erfindungsgemäße

Vorrichtung verdeutlichen, sind nachfolgend beschrieben.

Figur 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Tiefenrüttler in Seitenansicht und im Querschnitt. 5

Figur 2 zeigt einen Tiefenrüttler nach dem Stand der Technik in Seitenansicht und im Querschnitt. 10

Figur 3 zeigt einen erfindungsgemäßen Tiefenrüttler mit eingeschraubtem Gestänge, angehängt an einem Kranfahrzeug.

**[0009]** In Figur 1 ist ein erfindungsgemäßer torpedoförmiger Tiefenrüttler 11 gezeigt, dessen Querschnitt rein kreiszylindrisch ist und der eine konische Spitze 12 erkennen läßt. Am oberen Ende ist eine bewegliche Kupplung 13 vorgesehen, an die sich ein Gestängeabschnitt 14 anschließt. 20

**[0010]** In Figur 2 ist im Vergleich dazu ein Tiefenrüttler 21 nach dem Stand der Technik gezeigt, der zusätzlich zu den übereinstimmenden Merkmalen einer konischen Spitze 22, einer Kupplung 23 und eines Gestängeabschnitts 24, seitliche Leitungsführungen 25, 26 und darübergesetzte radial abstehende Schwerter 27, 28 erkennen läßt, die einem Verdrehen des Rüttlers im Boden entgegenwirken. Die Schwerter 27, 28 haben die Form radial abstehender Leitflächen. 25

**[0011]** In Figur 3 ist der Tiefenrüttler 11 nach Figur 1 mit den dort bereits genannten Einzelheiten mit einem viergliedrigen Gestänge 14 verbunden, das über zumindest eine Umlenkrolle 15 mit dem Seil 16 eines raupenbestückten Kranfahrzeugs 17 verbunden ist. Das Seil 16 ist zurückgeführt und am Ausleger 18 fest angeschlagen. Die zumindest eine Umlenkrolle 15 ist verdrehfest mit dem Gestänge 14 verbunden. Ein weiteres Seil 19 dient nur dem Aufrichten des Auslegers 18. 30

#### Patentansprüche 40

1. Verfahren zum Verdichten von Böden mittels eines Tiefenrüttlers, der von einer um eine vertikale Längsachse umlaufenden Unwuchtmasse erregt in den Boden abgesenkt und aus diesem wieder gezogen wird, der an einem Mäkler oder dergleichen mittels eines über eine Gelenkkupplung angeschraubten Rohrstranges und mittels eines im Mäkler laufenden Stahlseiles aufgehängt ist und der mit zumindest einem Kabel oder Schlauchstrang verbunden ist, der an den Rohrstrang herangeführt ist, dadurch gekennzeichnet, 45

daß die Unwuchtmasse mit abwechselnder Drehrichtung angetrieben wird. 55

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Drehrichtung zeitgetaktet geändert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß die Drehrichtung in Abhängigkeit von der Verdrehung des Tiefenrüttlers gegenüber dem Mäkler geändert wird.

4. Tiefenrüttler, mit einem länglich bombenförmigen Gehäuse mit einer Längsachse und einer koaxial im Gehäuse gelagerten motorisch antreibbaren Drehachse sowie einer mit der Drehachse umlaufenden Unwuchtmasse, der an einem Mäkler oder dergleichen mittels eines über eine Gelenkkupplung angeschraubten Rohrstranges und mittels eines im Mäkler laufenden Stahlseiles aufgehängt ist und der mit zumindest einem Kabel- oder Schlauchstrang verbunden ist, der in dem Rohrstrang vom Mäkler herangeführt ist, dadurch gekennzeichnet,

daß das Gehäuse von rein rotationssymmetrischer Außenform und der Antrieb für die Unwuchtmasse drehumschaltbar ist.

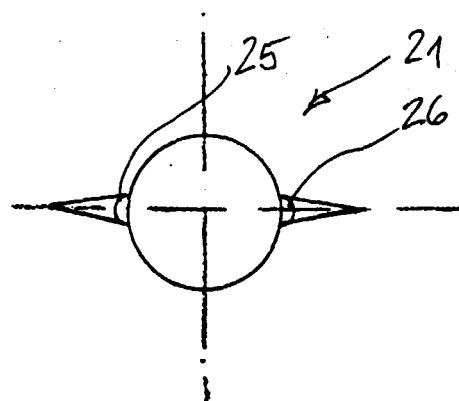
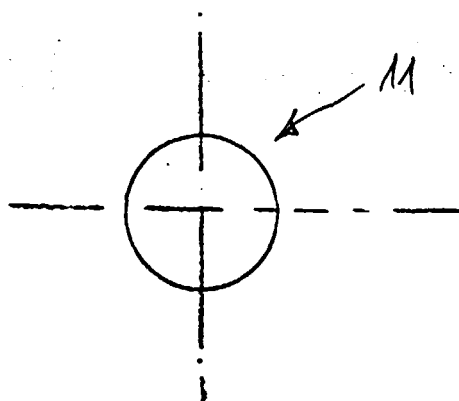
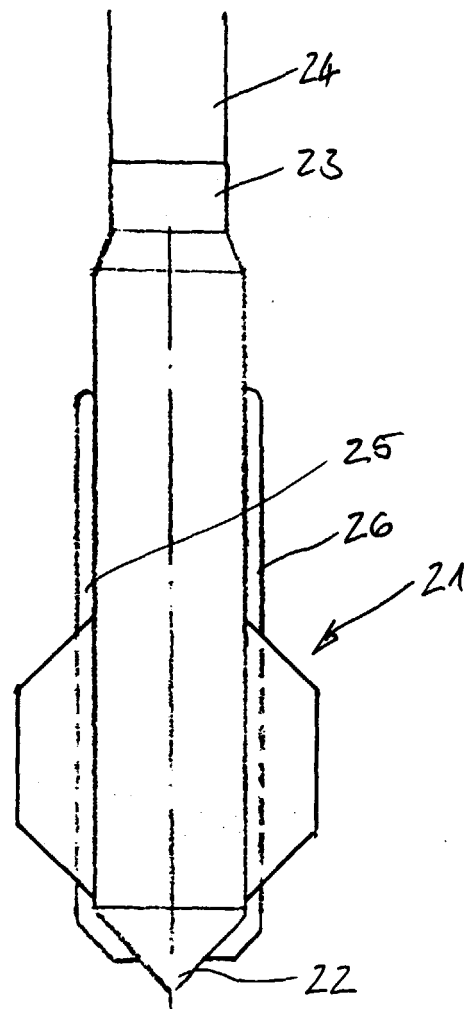
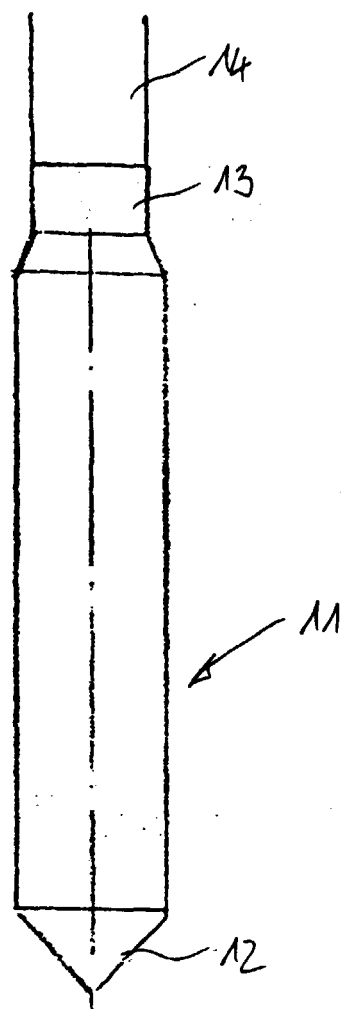


Fig. 1

Fig. 2

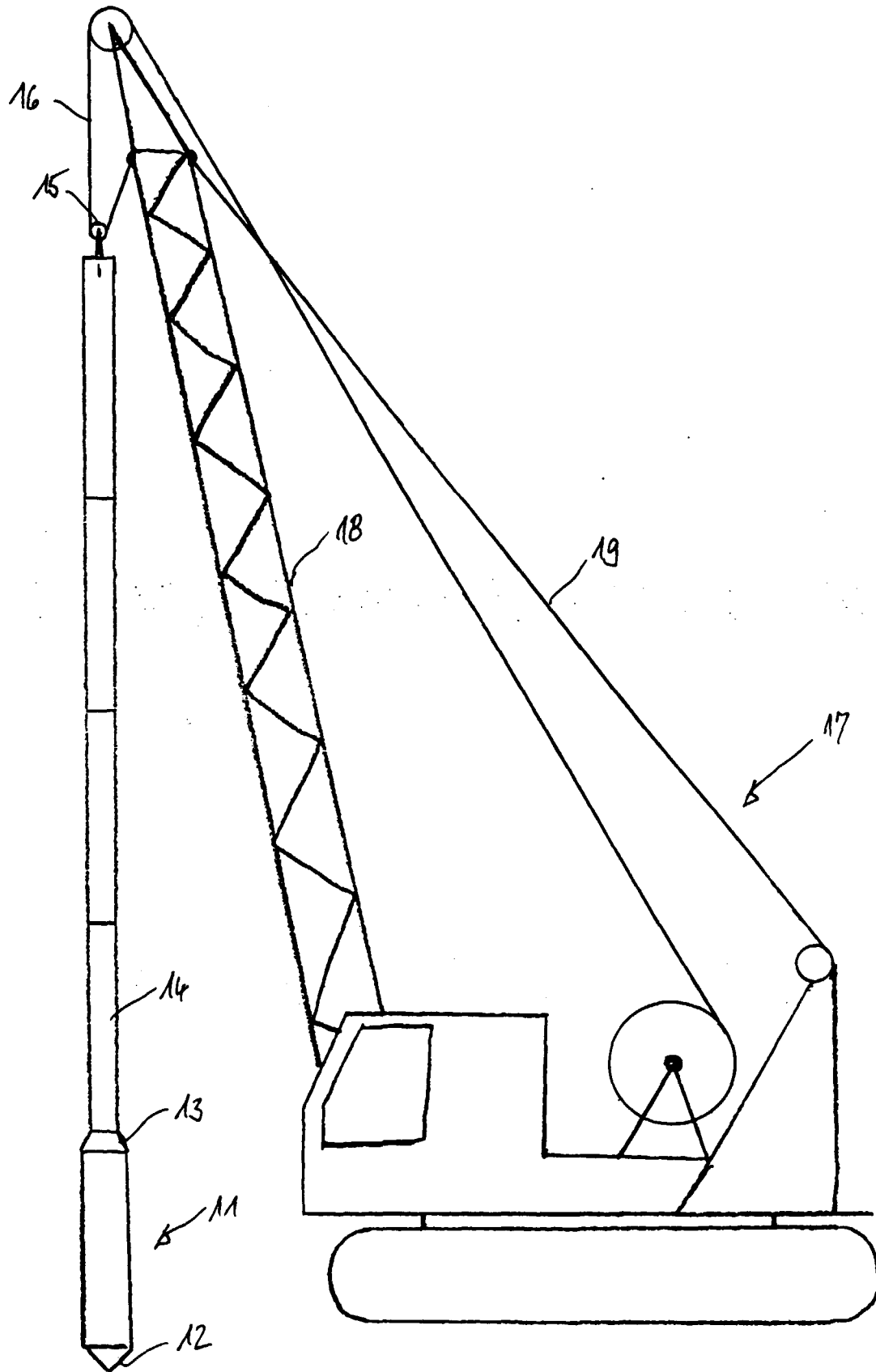


Fig.3