



(11) **EP 2 103 742 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**23.09.2009 Patentblatt 2009/39**

(51) Int Cl.:  
**E02D 3/08 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **08005230.1**

(22) Anmeldetag: **19.03.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA MK RS**

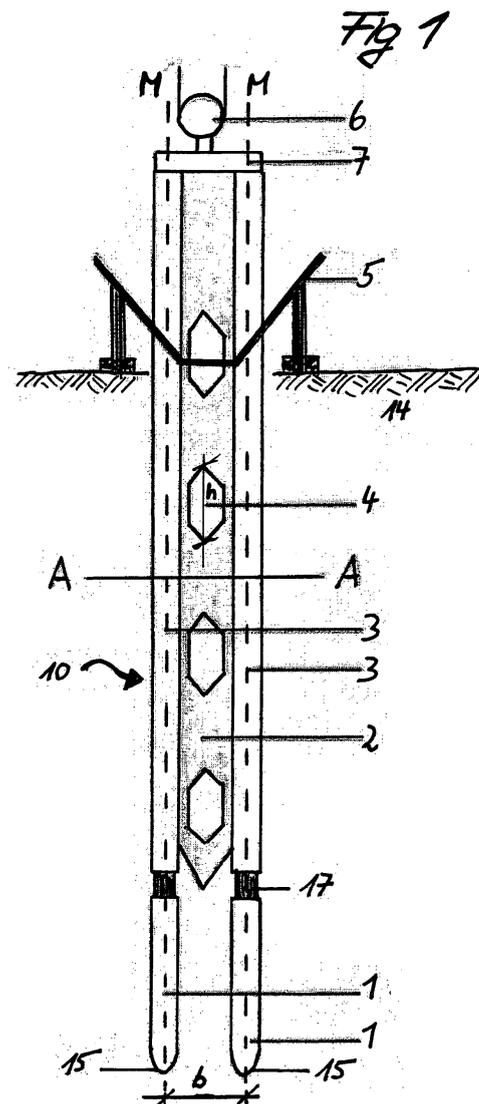
(72) Erfinder: **Degen, Alexander, Green Community Dubai VAE (AE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Westphal, Mussnug & Partner Herzog-Wilhelm-Strasse 26 80331 München (DE)**

(71) Anmelder: **Degen, Alexander Dubai (AE)**

(54) **Rüttlervorrichtung zur Herstellung von Materialsäulen im Boden**

(57) Eine Rüttlervorrichtung zur Herstellung von Materialsäulen im Boden enthält mindestens zwei Tiefenrüttler (1) und mindestens ein Verlängerungsteil (3) an jedem Tiefenrüttler (1), das sich in einer Längsrichtung erstreckt und an dem Tiefenrüttler (1) zur Bildung einer sich in Längsrichtung erstreckenden Rüttellanze (10) befestigt ist. Die Rüttellanzen (10) sind parallel zueinander und in einem vorbestimmten Abstand (b) voneinander so verbunden sind, dass zwischen diesen ein Förderraum (11) definiert ist. Die Rüttlervorrichtung weist einen Förderkasten, der sich zur Förderung von Säulenmaterial in Längsrichtung durch den Förderraum, der die Rüttellanzen (10) und Seitenwände (2), die sich zwischen den beabstandeten Verlängerungsteilen (3) der Rüttellanzen (10) und in Längsrichtung aufweist, erstreckt, auf. Öffnungen (4) zum Zuführen von Säulenmaterial in den Förderkasten sind in wenigstens einer der Seitenwände (2) vorgesehen und in Längsrichtung voneinander beabstandet.



**EP 2 103 742 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Rüttelvorrichtung zur Herstellung von Materialsäulen im Boden, insbesondere von Sandsäulen.

**[0002]** Tiefenrüttler mit Materialförderung durch ein seitlich entlang eines Rüttlers geführtes separates Rohr gibt es seit den 1970er Jahren. Diese Technik funktioniert gut mit rolligem Kies. Insbesondere bei der Förderung von Sand treten signifikante Probleme auf.

**[0003]** Bekannt ist eine Beschickung des Förderrohrs mit Sand durch einen Tank am oberen Ende der Maschine. Dieser Tank wird mittels Kübeln oder pneumatisch beschickt.

**[0004]** Insbesondere wenn der Sand nicht trocken sondern erdfeucht ist, verstopft er regelmäßig am Übergangstrichter vom Tank (Reservoir) zum Förderrohr.

**[0005]** Eine Rüttelvorrichtung zur Herstellung von Pfählen aus Beton oder dergleichen im Erdreich ist aus der DE 41 38 443 A1 bekannt.

**[0006]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine verbesserte Rüttelvorrichtung zum Herstellen von Materialsäulen, insbesondere Sandsäulen, im Boden anzugeben.

**[0007]** Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Rüttelvorrichtung nach Anspruch 1.

**[0008]** Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0009]** Durch die Verbindung von zwei oder mehr Tiefenrüttler-Einheiten, wie sie z.B. für die Rütteldruckverdichtung Verwendung finden, wird ein Hohlraum (Förderraum) aufgespannt, der zur Förderung von Sand an die Rüttlerspitzen genutzt werden kann. Die Beschickung des Förderraums mit Material, insbesondere Sand, erfolgt durch den Förderkasten, der in regelmäßigen Abständen mit Öffnungen versehen ist. Dadurch kann Material, insbesondere Sand, in einer keine Verstopfung verursachender Weise in den Innenraum des Förderkastens eingebracht werden.

**[0010]** Die Öffnungen, die sich bei weiterem Fortschreiten des Einbringens in den Boden im Boden befinden, stellen kein Problem dar, solange das Gewicht des Sandes und des in ihm enthaltenen Wassers größer als der Druck im umgebenden Boden ist. Dadurch ist sichergestellt, dass im Untergrund der Boden nicht in den Hohlraum eindringt, sondern immer nur Sand in der gewünschten Weise in den Boden abgegeben wird.

**[0011]** Diese Anordnung ermöglicht auch eine einfache Anordnung eines Reservoirbehälters auf dem Boden.

**[0012]** Der bevorzugt über die Länge bis zur Ausgabe konstante Querschnitt des Förderkastens ermöglicht eine störungsfreie Zuführung des Materials (Sand) bis zu der Ausgabe in den Boden.

**[0013]** Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeiten ergeben sich aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren. Von den Figuren zeigen:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer Rüttelvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform;

Fig. 2 eine Schnittansicht der Rüttelvorrichtung entlang der Schnittachse A-A aus Fig. 1;

Fig. 3 eine Schnittansicht der Rüttelvorrichtung entlang der Schnittachse B-B aus Fig. 2;

Fig. 4 eine schematische Ansicht einer zweiten Ausführungsform, in Fig. 4a) in einer schematischen perspektivischen Ansicht, in Fig. 4b) in einer Schnittansicht entlang der Achse C-C aus Fig. 4a), in Fig. 4c) in einer Ansicht des separaten Förderkastens, und in Fig. 4d) mit einer Ansicht einer Blende;

Fig. 5 eine schematische Seitenansicht einer Rüttelvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform; und

Fig. 6 eine Schnittansicht der Rüttelvorrichtung entlang der Schnittachse A-A aus Fig. 5;

**[0014]** Bei dem in Fig. 1 bis Fig. 3 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel weist die Rüttelvorrichtung zwei parallele Rüttellanzen 10 auf, die über ein Joch 7 miteinander und in einem Abstand  $b$  voneinander verbunden sind. Der Abstand  $b$  zwischen den in Längsrichtung verlaufenden, vertikalen Mittelachsen  $M$  der Rüttellanzen 10 liegt in einem Bereich von 0,4 m bis 2 m, bevorzugterweise in einem Bereich von 0,4 m bis 1 m.

**[0015]** Die Rüttelvorrichtung ist so gestaltet, dass sich im Betrieb die Längsrichtung parallel zu der Richtung der Schwerkraft erstreckt, also vertikal. Dementsprechend werden die Begriffe "oben" und "unten" in dieser Anmeldung verwendet, d.h. unten liegt in Richtung der Schwerkraft (= Längsrichtung) und oben entgegengesetzt der Richtung der Schwerkraft.

**[0016]** Die Rüttellanzen 10 weisen jeweils an ihrem unteren Ende einen Tiefenrüttler 1 auf. Das untere Ende des jeweiligen Tiefenrüttlers 1 weist eine konische Spitze 15 auf. Das obere Ende des jeweiligen Tiefenrüttlers 1 ist über ein Kupplungsglied 17 mit einem unteren Ende eines Verlängerungsrohrs 3 verbunden. Das jeweilige Verlängerungsrohr 3 ist an seinem oberen Ende mit dem Joch 7 verbunden. An Oberseite des Joches 7 ist eine Seilrolle 6 angeordnet, über die ein Drahtseil läuft, das mit einem geeignetem Baugerät, beispielsweise einem Seilbagger (nicht dargestellt), verbunden ist.

**[0017]** Die mit Abstand  $b$  parallel angeordneten Rüttellanzen 10 sind im Bereich der an die oberen Enden der Tiefenrüttler 1 angrenzenden Verlängerungsrohre 3 durch zwei Seitenwände 2, die parallel zu den jeweiligen Mittelachsen  $M$  der Rüttellanzen 10 angeordnet sind, fest miteinander verbunden. Die Verlängerungsrohre 3 und die Seitenwände 2 bilden dadurch einen Rahmen. Die Seitenwände sind im Wesentlichen parallel zueinander. Um einen möglichst großen Hohlraum in dem aus Verlängerungsrohren 3 und Seitenwänden 2 gebildeten Rahmen aufzuspannen, sind die Seitenwände 2, bezogen auf die Achse  $X$ , die senkrecht durch die Mittelach-

sen M verläuft, in möglichst großen Abstand c von der Achse X mit dem äußeren Umfang des Verlängerungsrohres 3 verbunden. Die Verbindung kann durch Schweißen oder aber auch mittels Schrauben erfolgen.

**[0018]** In den Seitenwänden 2 sind in regelmäßigem Abstand Öffnungen 4 angeordnet. Die Öffnungen haben eine Höhe h in Längsrichtung. Der Abstand d zwischen zwei benachbarten Öffnungen in Längsrichtung ist bevorzugt größer als die Höhe h, noch bevorzugter im Bereich des 1,02 bis 1,5-fachen der Höhe h. Die Öffnungen 4 in den zwei gegenüberliegenden Seitenwänden 2 sind in Längsrichtung alternierend angeordnet. D.h. wenn in einer Seitenansicht wie Fig. 3 eine Öffnung 4 in der einen Seitenwand 2 vorhanden ist, ist die andere Seitenwand 2, bezogen auf die gleiche Höhe in Längsrichtung der Seitenwand 2, geschlossen. Die Öffnungen 4 können eine beliebige geometrische Form aufweisen. In dem ersten dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Öffnungen 4 als in Längsrichtung langgezogene Sechsecke ausgebildet.

**[0019]** Die Seitenwände 2 weisen an einem unteren Ende (Schneide) eine spitz zulaufende Form auf, damit sie eine verbesserte Eindringeeigenschaft in den Boden aufweisen.

**[0020]** In der ersten Ausführungsform spannen die Rüttellanzen 10 und die Seitenwände 2 einen Raum auf, der ein Förderraum 11 ist, und bilden zugleich einen Förderkasten 12, der über seine Länge einen konstanten Querschnitt senkrecht zur Längsachse aufweist. Ein unteres Ende des Förderkastens 12 ist offen ausgebildet.

**[0021]** In den innen liegenden Eckbereichen (Zwischen) des Förderkastens 12 im Übergangsbereich zwischen den Seitenwänden 2 und Verbindungsrohren 3 sind, bevorzugt jeweils auf Höhe eines oberen Endes der jeweiligen Öffnung 4, Sprühdüsen (nicht dargestellt) für eine Fluidspülung angeordnet. Die Auslassöffnungen der Sprühdüsen sind nach unten in Richtung der Tiefenrüttler 1 gerichtet.

**[0022]** Ein Reservoirbehälter (Tank) 5 für zuzuführendes Säulenmaterial 13, wie Sand, ist dazu angepasst, direkt auf dem Boden 14 zu stehen. Der Reservoirbehälter 5 hat bevorzugt eine Trichterform. Der Reservoirbehälter 5 weist an seiner Unterseite eine Öffnung auf, deren Form an die Rüttellanzen 10 mit den fest verbundenen Seitenwänden 2 so angepasst ist, dass diese sich gegen Austritt von Säulenmaterial abgedichtet und in Längsrichtung verschiebbar durch die Öffnung des Reservoirbehälters 5 erstrecken können. Im Betriebszustand erstrecken sich die Rüttellanzen 10 und die Seitenwände 2 durch die Öffnung, so dass sie durch die Öffnung in den Boden getrieben werden können.

**[0023]** Die in den Fig. 4a bis 4c dargestellte zweite Ausführungsform entspricht der ersten Ausführungsform mit folgenden Unterschieden.

**[0024]** Die mit Abstand b parallel angeordneten Rüttellanzen 10 sind im Bereich, der an die oberen Enden der Tiefenrüttler 1 angrenzenden Verlängerungsrohre 3 durch zwei Förderraumseitenwände 8 anstelle der (För-

derkasten-)Seitenwände 2, die ebenfalls parallel zu den jeweiligen Mittelachsen M der Rüttellanzen 10 angeordnet sind, fest miteinander verbunden. Die Verlängerungsrohre 3 und die Förderraumseitenwände 8 bilden dadurch einen Rahmen. In den Förderraumseitenwänden 8 sind in regelmäßigem Abstand Öffnungen 16 angeordnet, die in Form und Anordnung den Öffnungen 4 der Seitenwände 2 aus der ersten Ausführungsform entsprechen. Bei dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Öffnungen 16 allerdings rechteckig ausgebildet. Die Förderraumseitenwände 8 weisen an einem unteren Ende eine horizontal verlaufende Schneide auf.

**[0025]** In dem durch die Rüttellanzen 10 und die Förderraumseitenwände 8 aufgespannten Förderraum 11 ist ein vertikal verschiebbarer, separater Förderkasten 12 angeordnet.

**[0026]** Der Förderkasten 12 erstreckt sich in Längsrichtung innerhalb des Förderraumes 11. Der Förderkasten 12 weist über seine Länge von oben nach unten in einem zur Längsrichtung senkrechten Querschnitt eine konstante rechteckige Querschnittsform auf. Die zwei schmaleren Seitenwände 9 sind jeweils den Verlängerungsrohren 3 zugewandt. Die Seitenwände 2 des Förderkastens 12 liegen den Förderraumseitenwänden 8 des Rahmens jeweils gegenüber. Die Seitenwände 2, 9 sind miteinander, z.B. durch Schweißen, verbunden. Der Förderkasten ist am oberen Ende verschlossen und am unteren Ende offen ausgebildet.

**[0027]** In den Seitenwänden 2 sind in Längsrichtung jeweils Öffnungen 4 angeordnet, die komplementär zu den jeweiligen Öffnungen 16 der jeweiligen gegenüberliegenden Förderraumseitenwand 8 sind.

**[0028]** An dem oberen, geschlossen Ende des Förderkastens 12 ist eine hydraulische Vorrichtung, z.B. ein Hydraulikzylinder 18 angeordnet. Der Hydraulikzylinder 18 ist dazu angepasst, den Förderkasten 12 in dem Rahmen auf und ab zu bewegen, hier im Bereich von ca. 1 m.

**[0029]** Das untere Ende des Förderkastens 12 weist eine horizontal ausgebildete Schneide auf.

**[0030]** In den innen liegenden Eckbereichen des Förderkastens 12 sind bevorzugt jeweils auf Höhe eines oberen Endes der jeweiligen Öffnung 4, Sprühdüsen (nicht dargestellt) für eine Fluidspülung angeordnet. Die Auslassöffnungen der Sprühdüsen sind nach unten in Richtung der Tiefenrüttler 1 gerichtet.

**[0031]** Ein Reservoirbehälter 5 ist wie in der ersten Ausführungsform beschrieben angeordnet.

**[0032]** Nun werden der Betrieb der Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung von Materialsäulen im Boden beschrieben.

**[0033]** Zur Herstellung einer Materialsäule, z.B. einer sogenannten Stopfsäule aus Sand 13, werden die Rüttellanzen 10 positioniert. Hierfür wird über das Tragseil des Seilbaggers, die Seilrolle 6 und das Joch 7 die Rüttellanzen 10 in eine senkrechte Lage über dem Bodenplanum der zukünftigen Materialsäulenposition im Boden gehoben. Der Reservoirbehälter 5 wird auf dem Boden

14 über der zukünftigen Materialsäulenposition im Boden so aufgestellt, so dass die Rüttellanzen 10 etc. in die Öffnung in der Unterseite des Reservoirbehälters 5 verschiebbar eingeführt werden können. Das kann gegebenenfalls auch erst dann geschehen, wenn die Tiefenrüttler bereits in den Boden eingeführt sind.

**[0034]** Die Tiefenrüttler 1 werden durch eine jeweilige angetriebene Unwucht in horizontale Schwingungen versetzt und die schwingenden Tiefenrüttler 1 werden in den Boden 14 abgesenkt.

**[0035]** Wenn die Tiefenrüttler 1 in den Boden 14 vordringen sind und die Unterkante des Förderkastens 12 den Boden des Reservoirbehälters durchfahren hat, wird Sand 13 in den Reservoirbehälter 5 gefüllt. Die Füllung des Reservoirbehälters 5 mit Sand 13 kann auf einfache Weise, z.B. mit einem Kipplaster, ausgebildet werden. Mit jedem weiteren Vordringen der Rüttellanzen 10 nimmt der Förderraum 11 bzw. der Förderkasten 12 über die Öffnungen 4 den im Reservoirbehälter 5 befindlichen Sand 13 in sich auf und fördert den Sand 13 bis in den Spitzenbereich des Förderkastens 12 bzw. bis zum oberen Ende der bereits im Förderkasten 12 befindlichen Sandsäule.

**[0036]** Zur Förderung des Sandflusses innerhalb des Förderkastens 12 können die in den Zwickeln angeordneten Sprühdüsen für eine Wasser- und/oder Luftspülung verwendet werden. Durch ihren nach unten gerichteten Sprühimpuls reißt das Wasser und/oder die Luft den Sand mit. Weiterhin erhöht eine Wasserspülung die Masse der Sandsäule und macht den Sand flüssiger.

**[0037]** Die Rüttellanzen 10 werden bis zu einer vorgesehenen Verbesserungstiefe in den Boden 10 eingebracht, wobei stetig durch die Öffnungen 4 Sand 13 in den Förderkasten 12 eingebracht wird. Je nach gewünschter Tiefenlage der Sandsäule und Größe des Reservoirbehälters 5 wird Sand 13 in den Reservoirbehälter 5 nachgefüllt.

**[0038]** Nach Erreichen der Endtiefe werden die Rüttellanzen 10 etwas angehoben, wobei gegebenenfalls unterstützt durch die Wasser- und/oder Luftspülung, Sand 13 in den sich bildenden Hohlraum eintritt. Danach werden die Rüttellanzen 10 wiederum abgesenkt und gegen den Sand gedrückt, wobei die Schwingung der Tiefenrüttler eine Verdichtung des Sandes bewirkt. Mit diesen alternierenden Schritten wird die Materialsäule (Stopfsäule) bis zur geplanten Höhe gebildet.

**[0039]** Bei der Herstellung einer solchen Materialsäule mit der zweiten Ausführungsform wird der Förderkasten 12 gleichzeitig mit dem Eindringen der Rüttellanzen 10 mitgeführt. Dabei kann das Eindringen des Förderkastens 12 in den Boden durch vertikale Bewegungen mittels des Hydraulikzylinders 18 unterstützt werden. Der Förderkasten wird dabei, wie im ersten Ausführungsbeispiel mit Sand 13 aus dem Reservoirbehälter 5 beschickt. Mit Erreichen der Endtiefe werden die Rüttellanzen 10 etwas angehoben und danach der Förderkasten 12 bis in den Bereich der Spitzen 15 der Tiefenrüttler 1 verschoben, um eine verbesserte Zuführung des Sandes, gege-

benenfalls unter Mitwirkung der Wasser- und/oder Luftspülung, in den sich gebildeten Hohlraum zu unterstützen. Mit einer Aufwärtsbewegung des Förderkastens fließt Sand unten aus dem Förderkasten und bei einer nachfolgenden Abwärtsbewegung des Förderkastens wird der Sand zur Seite in den Boden gepresst. Der Boden erhält dabei eine Vorverdichtung. Anschliessend, nachdem die Rüttellanzen 10 wieder ein Stück abgesenkt wurden, wird der Sand 13 durch die Horizontal-schwingungen der Tiefenrüttler 1 weiter verdichtet. Dabei sollte der Förderkasten 12 über das Niveau der Tiefenrüttler 1 gehoben werden, um ein optimales Verdichten zu erhalten. Diese Schritte werden alternierend bis zum Erreichen der geplanten Höhe durchgeführt.

**[0040]** Nachdem die Rüttellanzen 10 gänzlich aus dem Boden gehoben wurden, können sie mit dem Seilbagger an die nächste Position zur Herstellung einer Materialsäule befördert werden. Der Trichter kann abgebaut bzw. versetzt werden und das Bodenplanum im Bereich der erstellten Materialsäule nachbehandelt werden.

**[0041]** Die Herstellung solcher Sandsäulen mit der Rüttelvorrichtung gemäß der Erfindung kann insbesondere bei Landgewinnungsmaßnahmen eingesetzt werden, wenn der Boden, der für diese Landgewinnung verwendet wird, nicht sauberer Sand ist, sondern schluffiger Sand, der sich durch Vibration von Tiefenrüttlern alleine nicht oder nicht ausreichend verdichten lässt. In diesem Fall wird die Landgewinnung vorteilhafterweise derart ausgeführt, dass die schluffigen Sande, die in der Schüttung unten zum Liegen kommen während an der Oberfläche saubere (= verdichtbare) Sande sich anreichern, durch verdichtete Sandsäulen aus sauberem Sand eine wesentliche Baugrundverbesserung erfahren. So können die Sandsäulen einen Großteil der von oben kommenden Bauwerkslasten tragen, wodurch die Setzung gegenüber einer ansonsten gleichen Aufschüttung ohne Sandsäulen stark reduziert wäre. Ein weiterer positiver Effekt ist die Reduktion der Gefahr einer von Erdbeben hervorgerufenen Bodenverflüssigung.

**[0042]** Die Verwendung von zwei oder mehreren Tiefenrüttlern 1 wirkt sich weiterhin vorteilhaft auf die Größe des Förderrohres/Förderkastens aus. Die Größe des Förderrohres ist prinzipiell durch die Notwendigkeit, die Einheit aus Tiefenrüttler 1 und Förderkasten 12 noch tiefer absenken zu können, begrenzt. An zwei oder mehr Tiefenrüttlern 1 kann allerdings ein deutlich größeres Förderrohr befestigt werden. Weiterhin lassen sich mit einer Einheit aus zwei oder mehreren Tiefenrüttlern 1 eine im Durchmesser größere Materialsäule herstellen. Dies wirkt sich wiederum vorteilhaft auf die oben erwähnte Baugrundverbesserung und Möglichkeit der Ableitung von Bauwerkslasten durch die Sandsäulen aus.

**[0043]** Des Weiteren sind Fließigenschaften von Sanden in großen Rohren besser als in Kleineren, da der Sand sich an der Wandung in Folge von Reibung "aufhängt" und dann durch eine sogenannte Brückenbildung, d.h. Immobilisierung von Sandkörnern durch gegenseitige Verkeilung zwischen den gegenüberliegenden Rohr-

wandungen, der Materialfluss unterbrochen wird.

**[0044]** Der Einsatz der Sprühdüsen wirkt sich ebenso vorteilhaft auf das Fließen des Sandes aus. Zum einen reißen die nach unten gerichteten Sprühimpulse der Sprühdüsen den Sand mit, und zum anderen wird der Wassergehalt des Sandes erhöht und der Sand dadurch flüssiger gemacht. Die genau senkrechte und parallele Gestaltung des Förderraumes 11 und die senkrechte Zufuhr und Förderung des Sandes durch den Förderkasten vermeiden Richtungsumlenkungen sowie Geometrieänderungen, die zu Verstopfungen führen können.

**[0045]** Des Weiteren ist sichergestellt, dass im Untergrund kein Boden durch die Öffnungen 4 in den Förderraum 11 eindringt, sondern nur immer Sand 13 in der gewünschten Weise in den Boden 14 abgegeben wird, solange das Gewicht des Sandes 13 und des in ihm enthaltenen Wassers größer ist als der Druck im umgebenden Boden.

**[0046]** Mit Einsatz des vertikal verschiebbaren Förderkastens 12, wird durch die Auf- und Abwärtsbewegung mittels des Hydraulikzylinders und den damit zuvor beschriebenen Sandausfluss und Verdichtung eine beträchtliche Beschleunigung des Sandaustriebes und somit der Säulenherstellung erzielt.

**[0047]** Ferner kann der Förderkasten 12 derart vertikal bewegt werden, bis die Öffnungen 16 des Förderkastens 12 nicht mehr über den Öffnungen 4 der Seitenwände 2 des Rahmens liegen. Anschliessend kann der Förderkasten 12 innen unter Druckluft gesetzt werden, so dass sich im Prinzip ein Schleusenrüttler mit Druckkammer einstellt, aus dem die Luft nur durch das untere, offene Ende entweichen kann. Diese Druckbeaufschlagung kann in sehr weichen Böden hilfreich sein, um eine Sandaustreibung zu verbessern.

**[0048]** In einer Weiterbildung, sowohl der ersten als auch der zweiten Ausführungsform, sind Blenden 21 an den Seitenwänden 2 bzw. 8 vorgesehen. Diese Blenden 21 sind aussen an der dem Erdreich zugewandeten Seite der Seitenwände 2 bzw. 8 in entlang in Längsrichtung verlaufende Führungen 22 so verschiebbar. Dadurch können die Öffnungen 4, 16 in den Seitenwänden 2, 8 verschlossen oder durch komplementär ausgebildete Öffnungen 19 in den Blenden 21 offen gehalten werden. Die Form, Größe und Anordnung der Öffnungen 19 ist komplementär zu den Öffnungen 4, 16. Der Abstand in Längsrichtung zwischen den Öffnungen 19 ist derart festgelegt, dass ein Verschliessen der Öffnungen 4, 16 mit den Abstandsbereichen zwischen den Öffnungen 19 der Blenden 21 gewährleistet ist. Die Blenden 21 sind durch einen Hydraulikzylinder oder einen anderen Antriebsmechanismus bewegbar. Durch Verschliessen der Öffnungen 4, 16 in den Seitenwänden 2, 8 mit den Blenden 21 wird der oben beschriebene Effekt eines Schleusenrüttlers mit Druckkammer erreicht. Alternativ können die Blenden 21 auch an den Innenseiten, d.h. dem Förderraum 11 zugewandten Seiten der Seitenwände 2 bzw. 8 angeordnet werden. Diese Anordnung wäre hinsichtlich der Erzielung einer Abdichtung von Vorteil, da der be-

aufschlagte Druck die Blenden 21 an die Seitenwände 2 bzw. 8 drückt und so dichtet.

**[0049]** Abweichend von den oben dargestellten Ausführungsbeispielen ist auch eine Anordnung mit drei oder mehr Tiefenrüttlern denkbar, die durch einen Rahmen und/oder Seitenwände verbunden sind. Vorteilhaft wirkt sich dies auf die Größe des Förderrohres bzw. -raumes hinsichtlich der oben genannten Vorteile aus. Beschränkt ist die Anordnung mit mehreren Tiefenrüttlern jedoch durch die Notwendigkeit die Einheit aus Tiefenrüttlern, Verlängerungsbauteilen und den sich dazwischen aufspannenden Förderraum noch auf Tiefe abssenken zu können.

**[0050]** Die Form der Öffnungen 4, 16, 19 kann anstatt der oben beschriebenen langgezogenen Sechsecke auch durch eine runde, rechteckige, oder beispielsweise ovale Form ausgebildet sein.

**[0051]** In einer weiteren Ausführungsform kann der unten offene Spitzenbereich des Förderkastens auch z.B. durch eine per Hubmechanismus verschließbare Öffnung ausgebildet werden.

**[0052]** Die Aufhängung mittels Joch und Seilrolle ist nur ein Beispiel und kann dem verwendeten Baugerät angepasst werden. Weiterhin können auch entsprechend dem verwendeten Baugerät und der zu erreichenden Endtiefe der Sandsäule die Verlängerungsrohre und entsprechend der Förderraum/-kasten durch weitere Module auf jede beliebige Länge verlängert werden.

**[0053]** In der ersten Ausführungsform kann auch ein von den Verlängerungsrohren baulich getrennter Förderkasten angeordnet sein. Dieser Förderkasten weist in seinen Eckbereichen nach innen gerichtete Ausrundungen auf, in die die Verlängerungsrohre passgenau eingerührt werden können und mittels einer Gurtung um die Einheit aus Verlängerungsrohren und Förderkasten integral verbunden werden.

**[0054]** In der zweiten Ausführungsform kann vorteilhafterweise auf den vertikal verschiebbaren Förderkasten 12 ein Vertikalvibrator, sogenannter Aufsatzrüttler (nicht dargestellt), wie er z.B. bei einem Eintreiben von Spundwandbohlen Verwendung findet, aufgesetzt werden. Zum einen unterstützt die vertikale Vibration das Eindringen des Förderkastens, zum anderen verbessert sie den Sandfluss im Förderkasten 12.

**[0055]** In den Fig. 5 und 6 ist eine dritte Ausführungsform gezeigt. Der Schnitt entlang der Linie B-B in Fig. 6 entspricht der Fig. 2. Die dritte Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform dadurch, dass keine Rüttellanzen 10 ausgebildet sind, da die Funktion der Verlängerungsrohre 3 von dem Förderkasten 12 übernommen wird.

**[0056]** Der Förderkasten 12 weist einen im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt (siehe Fig. 6) mit runden Schmalseiten 29 auf. Die Tiefenrüttler 1 sind an der Unterseite 12u des Förderkastens 12 befestigt und die Versorgungs- und Steuerleitungen sind in dem Förderkasten 12 geschützt geführt. Der Förderkasten 12 weist, wie die Förderkästen der ersten und zweiten Ausführungsform

über seine Länge einen konstanten Querschnitt senkrecht zur Längsachse auf, der lediglich an seiner Unterseite in mehreren Austrittsöffnungen 23, 24 endet, anstelle einer Öffnung mit dem konstanten Querschnitt. Dafür hat der Förderkasten 12 ein im Vergleich größeres Volumen und die positiven Eigenschaften des über die gesamte Länge unveränderten Querschnitts bleiben erhalten. Die Austrittsöffnungen 23, 24 können teilweise seitlich direkt oberhalb der Tiefenrüttler 1 ausgebildet sein.

**[0057]** Der Reservoirbehälter 5 kann auch mit der dritten Ausführungsform verwendet werden.

**[0058]** Der Reservoirbehälter 5 ist zwar vorteilhaft, aber nicht notwendig. Das Material (Sand) 13 könnte auch mittels Bandförderer, Kipplaster o.ä. zu einem Materialberg direkt an dem aus dem Boden ragenden Förderkasten 12 aufgeschüttet werden. Das Material würde dann selbstständig durch die Öffnungen 4 in den Förderkasten 12 "strömen". Alternativ könnte das Material 13 auch pneumatisch oder in ähnlicher Weise direkt in die Öffnungen 4 gefördert werden.

#### Patentansprüche

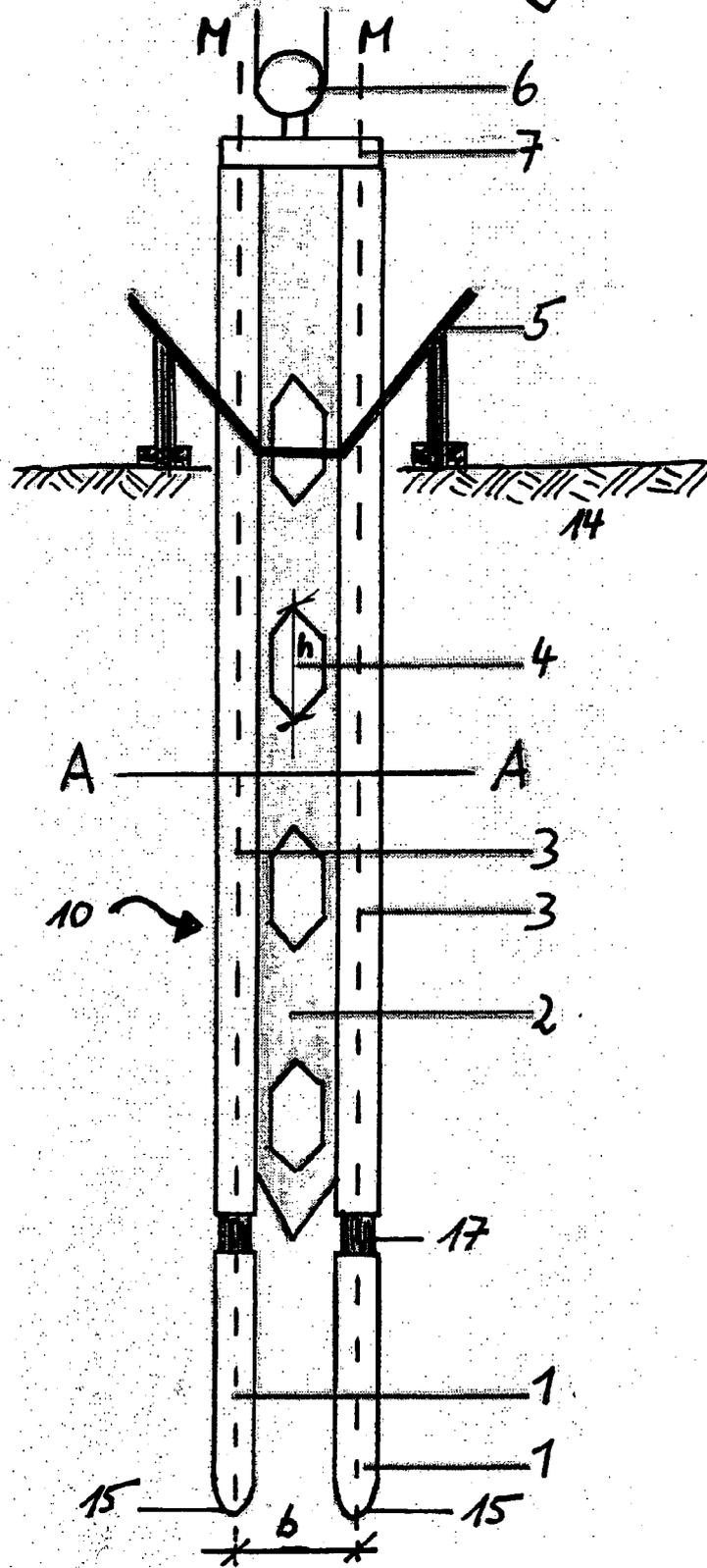
1. Rüttelvorrichtung zur Herstellung von Säulen im Boden, mit mindestens zwei Tiefenrüttlern (1), und  
mindestens einem Verlängerungsteil (3) an jedem Tiefenrüttler (1), das sich in einer Längsrichtung erstreckt und an dem Tiefenrüttler (1) zur Bildung einer sich in Längsrichtung erstreckenden Rüttellanze (10) befestigt ist,  
bei der die Rüttellanzen (10) parallel zueinander und in einem vorbestimmten Abstand (b) voneinander so verbunden sind, dass zwischen diesen ein Förderraum (11) definiert ist,  
**gekennzeichnet durch**  
einen Förderkasten (12) zur Förderung von Säulenmaterial (13) in Längsrichtung **durch** den Förderraum (11), der die Rüttellanzen (10) und Seitenwände (2), die sich zwischen den beabstandeten Verlängerungsteilen (3) der Rüttellanzen (10) und in Längsrichtung erstrecken, aufweist, bei dem Öffnungen (4) zum Zuführen von Säulenmaterial (13) in den Förderkasten (12) in wenigstens einer der Seitenwände (2) vorgesehen sind, welche Öffnungen (4) in Längsrichtung voneinander beabstandet sind.
2. Rüttelvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Verlängerungsbauteile Verlängerungsrohre (3) sind und die Verlängerungsrohre durch einen Rahmen fest verbunden sind.
3. Rüttelvorrichtung nach Anspruch 2, bei der der Rahmen von den Seitenwänden (2) gebildet wird, die fest mit den Verlängerungsrohren (3) verbunden sind, so dass die Verlängerungsrohre (3) und die  
Seitenwände (2) den Förderkasten (12) bilden.
4. Rüttelvorrichtung nach Anspruch 3, bei der der Förderkasten zwischen den Rüttellanzen (10) auf der dem Förderraum (11) zugewandten Innenseite des Rahmens vorgesehen ist.
5. Rüttelvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der der Förderkasten (12) relativ zu den Rüttellanzen (10) in Längsrichtung bewegbar ist.
6. Rüttelvorrichtung nach Anspruch 5, bei der der Förderkasten (12) durch eine hydraulische Vorrichtung (18) in Längsrichtung relativ zu den Rüttellanzen (10) bewegbar ist.
7. Rüttelvorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, bei der ein Vertikalvibrator mit dem Förderkasten (12) zum Vibrieren des Förderkastens (12) in Längsrichtung verbunden ist.
8. Rüttelvorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, bei der  
der die Rüttellanzen (10) verbindende Rahmen Förderraumseitenwände (8) aufweist, die den Förderraum (11) nach außen dicht begrenzen, in denen zu den Öffnungen (4) in dem Förderkasten (12) komplementäre Öffnungen (16) vorgesehen sind, so dass die Öffnungen (4, 16) in einer entsprechenden Stellung des Förderkastens (12) relativ zu dem Rahmen einander in einer Richtung senkrecht zur Längsrichtung überdeckend angeordnet sind.
9. Rüttelvorrichtung nach Anspruch 8, bei der  
Blenden (21) an den Förderraumseitenwänden (8), die Öffnungen (16) aufweisen, in Längsrichtung verschieblich angeordnet sind,  
die Blenden (21) zu den Öffnungen (16) in der entsprechenden Förderraumseitenwand (8) komplementäre Öffnungen (19) aufweisen, und  
die Blenden (21) selektiv in eine Verschlussstellung, in der die Blenden (21) die Öffnungen (16) in den Förderraumseitenwänden (8) verdecken, und eine Öffnungsstellung, in der die jeweiligen Öffnungen (16, 19) einander überdeckend angeordnet sind, bewegbar sind.
10. Rüttelvorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, bei der der Förderkasten (12) bis in den Bereich der Spitzen (15) der Tiefenrüttler (1) verschiebbar ist.
11. Rüttelvorrichtung zur Herstellung von Säulen im Boden, mit mindestens zwei Tiefenrüttlern (1), und  
einem Förderkasten (12) mit sich in einer Längsrichtung erstreckenden Seitenwänden (2) zur Förderung von Säulenmaterial (13) in Längsrichtung durch einen durch den Förderkasten aufgespannten Förder-

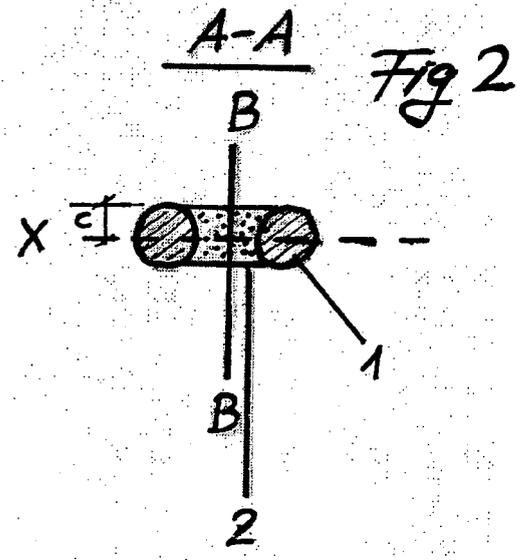
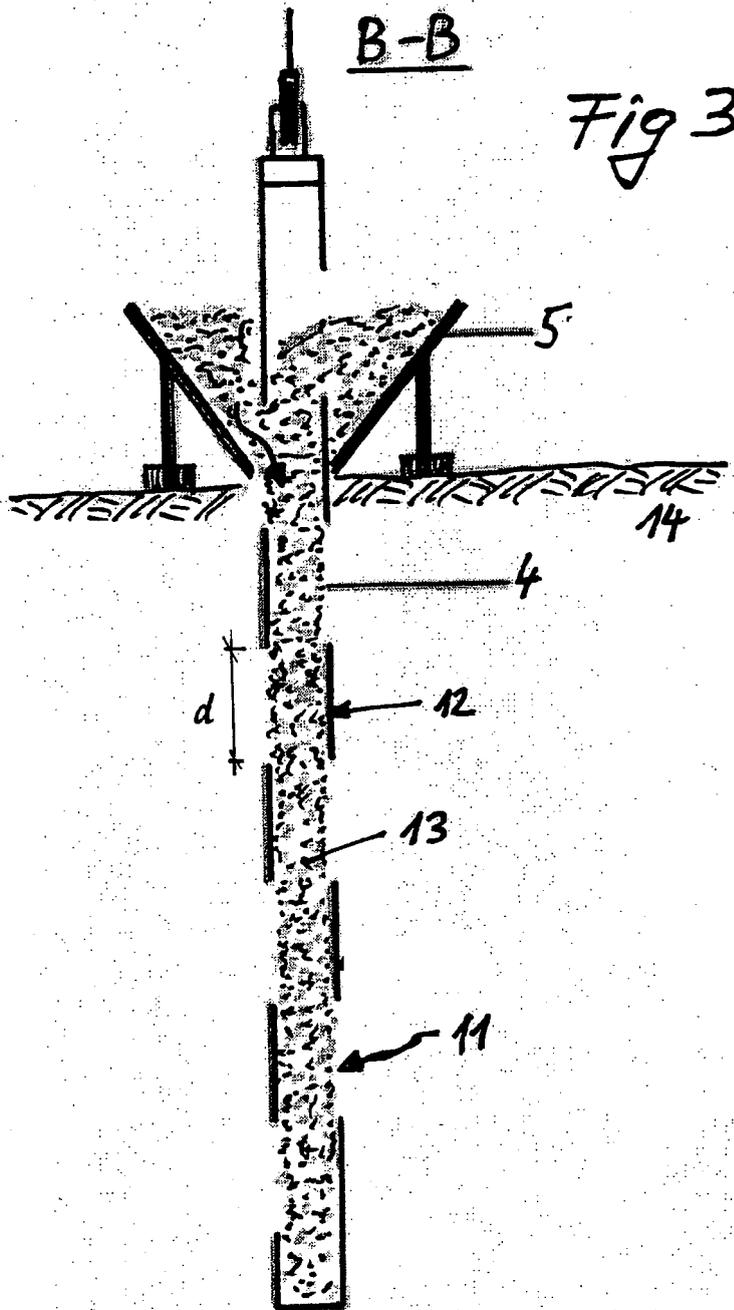
- raum (11),  
bei der die Tiefenrüttlern (1) im wesentlichen parallel zueinander und in einem vorbestimmten Abstand (b) ihrer Mittelachsen (M) voneinander mit einer Unterseite des Förderkastens (12) verbunden sind, und bei der Öffnungen (4) zum Zuführen von Säulenmaterial (13) in den Förderkasten in wenigstens einer der Seitenwände (2) vorgesehen sind, die in Längsrichtung voneinander beabstandet sind. 5
- 10
12. Rüttlervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei der der Förderkasten (12) über seine Länge einen konstanten Querschnitt senkrecht zur Längsachse aufweist. 15
13. Rüttlervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei der die Öffnungen (4) in Längsrichtung mit einem regelmäßigen Abstand angeordnet sind. 20
14. Rüttlervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei der die Öffnungen (4) in zwei Seitenwänden (2) so angeordnet sind, dass die Öffnungen in Längsrichtung alternierend in den beiden Seitenwänden vorgesehen sind. 25
15. Rüttlervorrichtung nach einem Ansprüche 1 bis 14, bei der innerhalb des Förderkastens (12) wenigstens eine Sprühdüse vorgesehen ist, die ein Fluid in Längsrichtung in Richtung der Tiefenrüttler ausstößt, und/oder der Förderkasten (12) zur Beaufschlagung mit Druckluft angepasst ist. 30
16. Rüttlervorrichtung nach einem Ansprüche 1 bis 15, die weiter einen Reservoirbehälter (5) für Säulenmaterial mit einer Öffnung in der Unterseite des Reservoirbehälters (5), durch die sich der Förderkasten (12) in der Längsrichtung verschieblich erstreckt. 35
- 40
17. Rüttlervorrichtung nach Anspruch 16, bei der der Reservoirbehälter (5) dazu angepasst ist, auf dem Bodenplanum zu stehen. 45

50

55

Fig 1





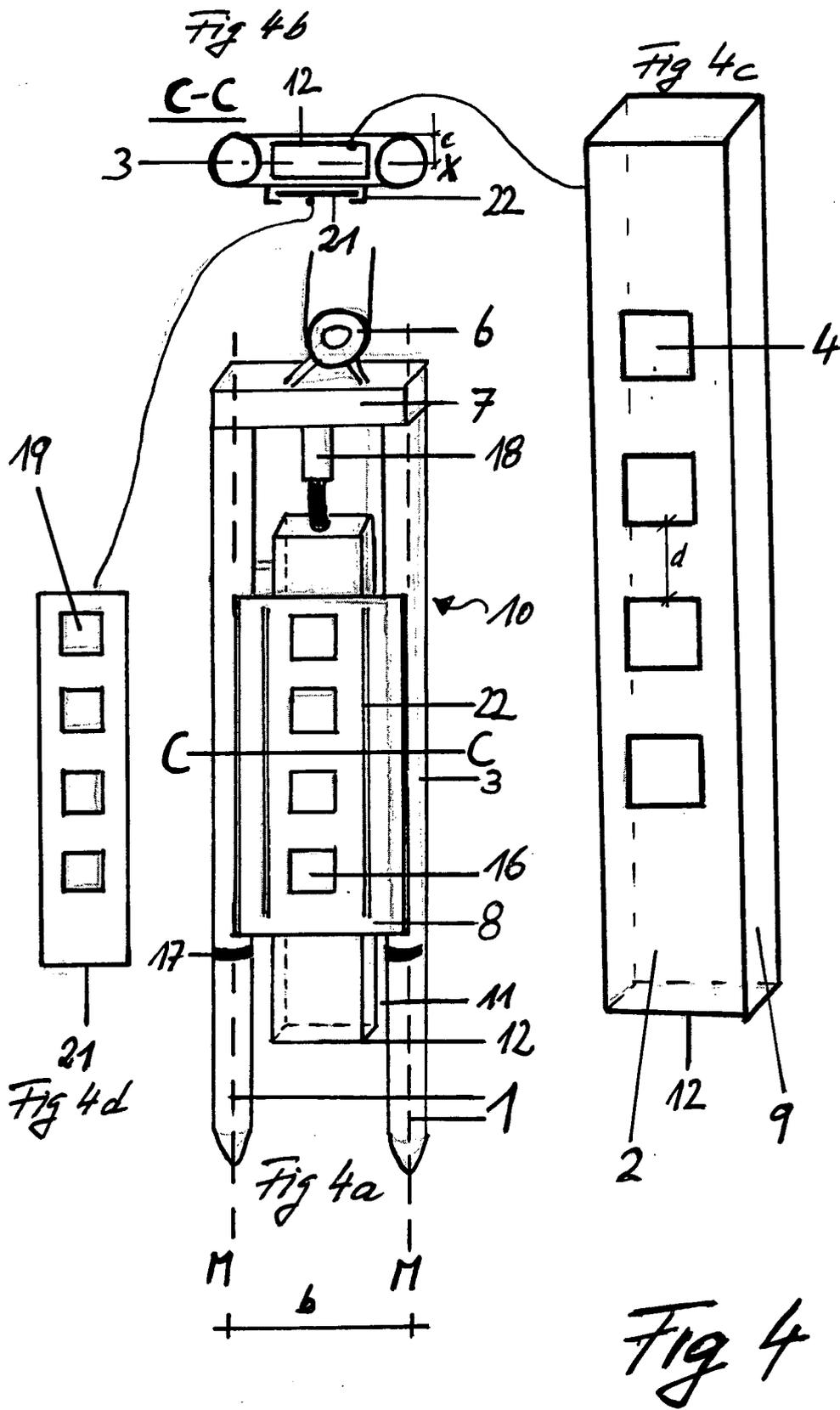
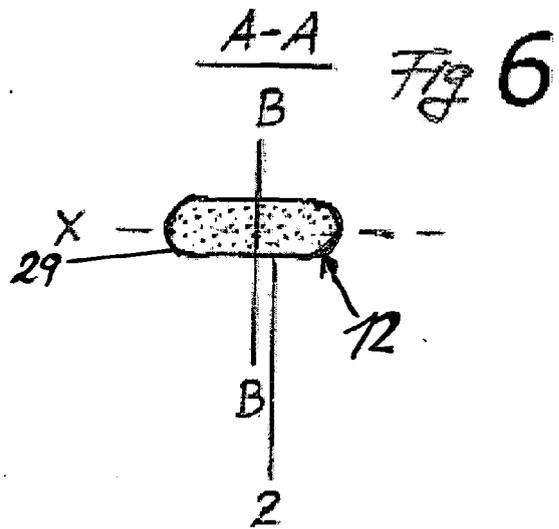
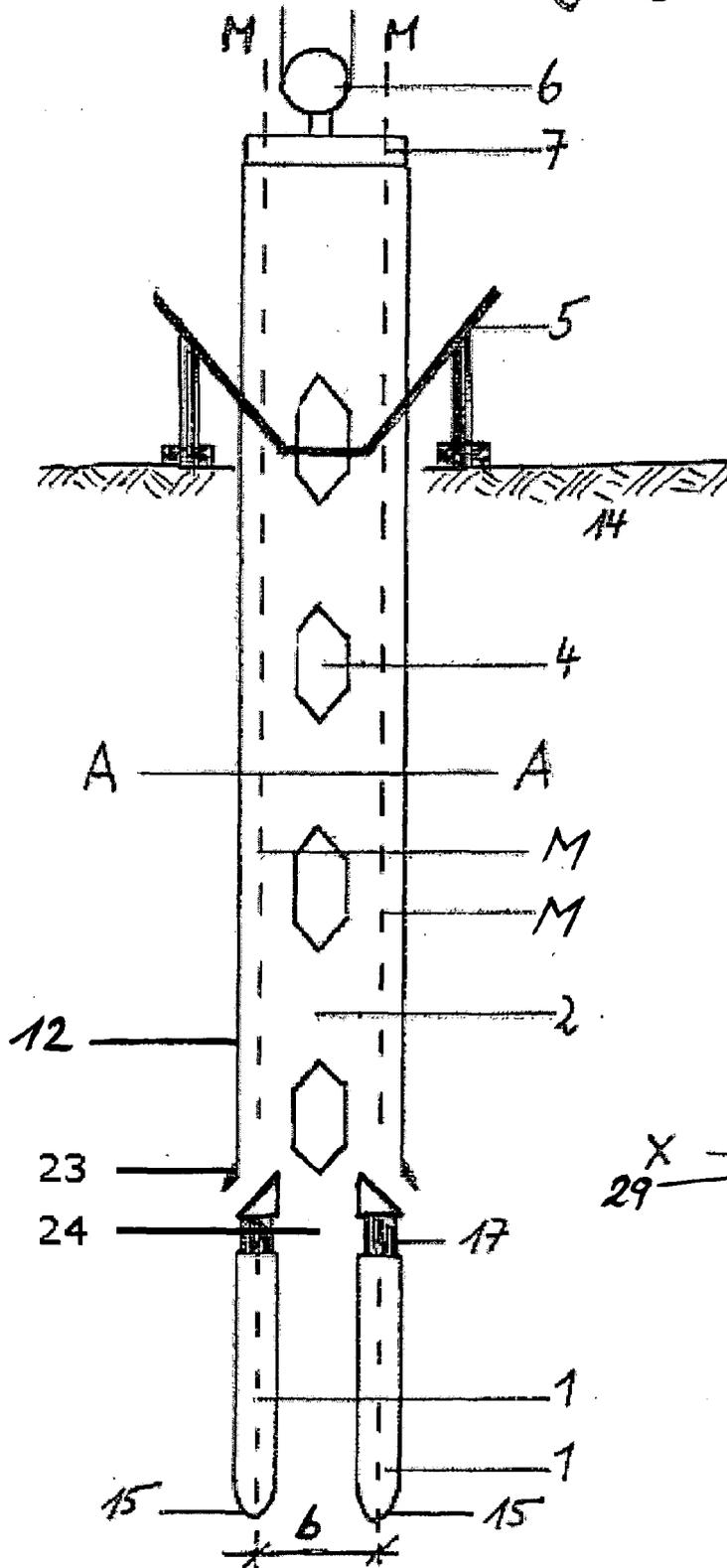


Fig 4

Fig 5





| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE  |   |  |                                    |
|---|---|--|------------------------------------|
| Kategorie   | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile   | Betrifft Anspruch  | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X<br>A  | GB 2 372 517 A (ROXBURY LTD [G1])<br>28. August 2002 (2002-08-28)<br>* Seite 2, Zeile 18 - Seite 3, Zeile 20 *<br>* Seite 4, Zeilen 13-17 *<br>* Seite 5, Zeilen 14-23 *<br>* Abbildungen 1-4 *<br>-----  | 1-4,<br>10-17<br>5-9   | INV.<br>E02D3/08                   |
| D,A   | DE 41 38 443 A1 (VIBROFLOTATION AG [CH])<br>27. Mai 1993 (1993-05-27)<br>* Spalte 1, Zeilen 36-62 *<br>* Spalte 2, Zeile 64 - Spalte 3, Zeile 9 *<br>* Spalte 3, Zeilen 24-41 *<br>* Spalte 3, Zeile 68 - Spalte 4, Zeile 8 *<br>* Abbildungen 1,2,5 *<br>----- | 1,11   |                                    |
| A   | JP 63 304816 A (OKUMURA CONSTR CO LTD)<br>13. Dezember 1988 (1988-12-13)<br>* Zusammenfassung *<br>-----  | 5-9  |                                    |
|   |   |  | RECHERCHIESTE<br>SACHGEBIETE (IPC) |
|   |   |  | E02D                               |
| 3 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt   |   |  |                                    |
| Recherchenort<br>Den Haag   |   | Abschlußdatum der Recherche<br>8. August 2008  | Prüfer<br>Gallego, Adoración       |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |   | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

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

EP 08 00 5230

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-08-2008

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| GB 2372517   | A  | 28-08-2002                    | KEINE                             |                               |
| -----  |    |                               |                                   |                               |
| DE 4138443   | A1 | 27-05-1993                    | AT 136080 T                       | 15-04-1996                    |
|  |    |                               | EP 0543320 A1                     | 26-05-1993                    |
|  |    |                               | ES 2087404 T3                     | 16-07-1996                    |
|  |    |                               | US 5328299 A                      | 12-07-1994                    |
| -----  |    |                               |                                   |                               |
| JP 63304816  | A  | 13-12-1988                    | JP 1922557 C                      | 07-04-1995                    |
|  |    |                               | JP 6047818 B                      | 22-06-1994                    |
| -----  |    |                               |                                   |                               |

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 4138443 A1 [0005]