

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. August 2011 (18.08.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/098081 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
E02D 3/046 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2011/050004

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. Februar 2011 (09.02.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 001 728.0
9. Februar 2010 (09.02.2010) DE
10 2010 001 839.2
11. Februar 2010 (11.02.2010) DE

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder : **DEGEN, Wilhelm** [DE/US]; 4886 Paseo de
Vega, Irvine, CA 92603 (US). **DEGEN, Alexander** [DE/
DE]; Balanstrasse 8, 81669 München (DE).

(74) Anwalt: **WESTPHAL, MUSSGUG & PARTNER;**
Herzog-Wilhelm-Str. 26, 80331 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, NA, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING MATERIAL COLUMNS AND VIBRATING DEVICE HAVING A RECIPROCA-
TING UNIT

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON MATERIALSÄULEN UND RÜTLERVORRICHTUNG MIT
EINER HUBEINHEIT

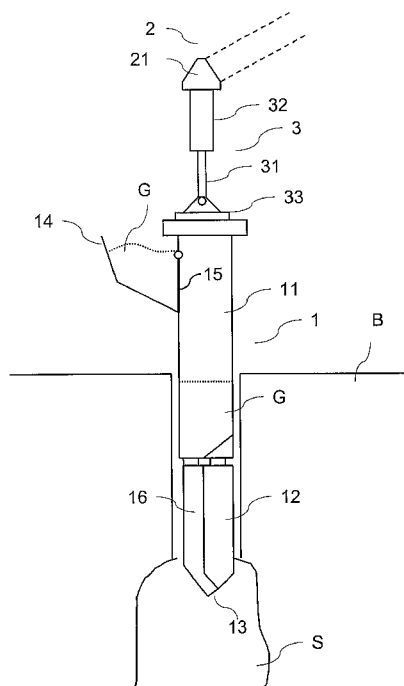


FIG 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a device for producing material columns in the ground, to a vibrating arrangement, and to a method for producing material columns. The device comprises: a vibrating arrangement (1) having a vibrator (12), at least one first material pipe (11; 11₁), which has a longitudinal direction, and a material outlet (13) at a lower end of the first material pipe (11; 11₁); a carrying device (2) for the vibrating arrangement (1), which is designed to move the vibrating arrangement (1) in the longitudinal direction of the first material pipe; at least one lifting unit (3), which is arranged between the carrying device (2) and the first material pipe (11; 11₁) and which is designed to move at least the first material pipe (11; 11₁) in the longitudinal direction of the first material pipe.

(57) **Zusammenfassung:** Beschrieben werden eine Vorrichtung zur Herstellung von Materialsäulen im Boden, eine Rüttleranordnung und ein Herstellungsverfahren für Materialsäulen. Die Vorrichtung umfasst: eine Rüttleranordnung (1) mit einem Rüttler (12), wenigstens einem ersten Materialrohr (11; 11₁), das eine Längsrichtung aufweist, und mit einem Materialauslass (13) an einem unteren Ende des ersten Materialrohres (11; 11₁); eine Tragvorrichtung (2) für die Rüttleranordnung (1), die dazu ausgebildet ist, die Rüttleranordnung (1) in der Längsrichtung des ersten Materialrohres zu verfahren; wenigstens eine Hubeinheit (3), die zwischen der Tragvorrichtung (2) und dem ersten Materialrohr (11; 11₁) angeordnet ist und die dazu ausgebildet ist, wenigstens das erste Materialrohr (11; 11₁) in seiner Längsrichtung zu verfahren.



Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON MATERIALSÄULEN UND RÜTTLERVOR-
RICHTUNG MIT EINER HUBEINHEIT

5 BESCHREIBUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstel-
lung von Materialsäulen im Boden unter Verwendung einer Rütt-
leranordnung und eine Vorrichtung mit einer Rüttleranordnung.

10

Rüttleranordnungen zur Herstellung von Materialsäulen im Bo-
den oder zur Verdichtung des Bodens sind grundsätzlich be-
kannt. Solche Rüttleranordnungen umfassen ein Materialrohr
mit einem Materialauslass an einem unteren Ende und einen an
15 dem Materialrohr angeordneten Rüttler. Bei Rüttleranordnun-
gen, die als Tiefenrüttler ausgebildet sind, ist der Rüttler
an einem unteren Ende des Materialrohrs angeordnet und befin-
det sich während des Betriebs im Boden, bei Aufsatzrüttlern
sitzt der Rüttler oben auf dem Materialrohr.

20

Die Rüttleranordnung ist an einer Tragvorrichtung befestigt,
die in der Lage ist die Rüttleranordnung in ihrer Längsrich-
tung zu verfahren und die beispielsweise einen Mäkler oder
einen Tragarm eines Erdbaugeräts umfasst. Zur Herstellung ei-
25 ner Materialsäule im Boden wird die Rüttleranordnung gehalten
durch die Tragvorrichtung bis zu einer vorgegebenen Tiefe in
den Boden eingebracht. Die Rüttleranordnung wird anschließend
stufenweise durch die Tragvorrichtung aus dem Boden herausge-
fahren, wobei in einen nach dem Anheben unterhalb der Rüttle-
30 ranordnung entstehenden Hohlraum über das Materialrohr ein
gewünschtes Material, wie zum Beispiel Sand oder Kies, einge-
bracht wird. Nach jedem Einbringen von Material wird die
Rüttleranordnung mindestens einmal, üblicherweise jedoch
mehrmals, in das eingebrachte Material abgesenkt, um es zu
35 verdichten und gegebenenfalls in seitlicher Richtung in den
Boden einzutreiben.

Die Tragvorrichtung für den Tiefenrüttler kann beispielsweise einen Mäkler umfassen, an dem die Rüttleranordnung mittels einer Seilspannvorrichtung in ihrer Längsrichtung verfahrbar ist. Die vielen Auf- und Abbewegungen der Rüttleranordnung, die zur Herstellung einer Materialsäule erforderlich sind, führen allerdings zu einem erheblichen Verschleiß des Seilmaterials, der noch durch Staub und Dreck verstärkt wird, wie er auf Baustellen, auf denen Materialsäulen im Boden hergestellt werden, üblich ist.

Rüttleranordnungen zur Herstellung von Materialsäulen im Boden sind beispielsweise in der

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es verbessertes Verfahren zur Herstellung von Materialsäulen im Boden und eine verbesserte Vorrichtung mit einer Rüttleranordnung zur Herstellung von Materialsäulen im Boden zur Verfügung zu stellen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 und eine Vorrichtung gemäß Anspruch 16 gelöst. Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst gemäß einem Ausführungsbeispiel eine Vorrichtung, die aufweist: eine Rüttleranordnung mit einem Rüttler, wenigstens einem ersten Materialrohr, das eine Längsrichtung aufweist, und mit einem Materialauslass an einem unteren Ende des ersten Materialrohres; und eine Tragvorrichtung für die Rüttleranordnung, die dazu ausgebildet ist, die Rüttleranordnung in der Längsrichtung des ersten Materialrohrs zu verfahren. Zwischen der Tragvorrichtung und dem ersten Materialrohr ist wenigstens eine Hubeinheit angeordnet, die dazu ausgebildet ist, wenigstens das erste Materialrohr in seiner Längsrichtung zu verfahren.

Die Hubeinheit kann insbesondere zwischen der Tragvorrichtung und der Rüttleranordnung angeordnet sein, so dass die Rütt-

leranordnung mit dem Materialauslass, dem wenigstens einen Materialrohr und einem Materialeinlass ausgehend von der Tragvorrichtung unterhalb der Hubeinheit angeordnet ist.

- 5 Mittels der Hubeinheit ist der Rüttler zusammen mit dem ersten Materialrohr in Längsrichtung des ersten Materialrohres relativ zu der Tragvorrichtung verfahrbar. Die wenigstens eine Hubeinheit kann dabei zwischen der Rüttleranordnung und der Tragvorrichtung angeordnet sein. In diesem Fall kann wäh-
10 rend des Betriebs die gesamte Rüttleranordnung durch die Hubeinheit verfahren werden.

- Bei einem weiteren Beispiel ist ein zweites Materialrohr vorgesehen, das verschiebbar gegenüber dem ersten Materialrohr
15 gelagert ist, wobei die wenigstens eine Hubeinheit zwischen dem ersten und dem zweiten Materialrohr angeordnet ist. Bei dieser Vorrichtung wird lediglich das erste Materialrohr mit dem Rüttler relativ zu der Tragvorrichtung verfahren. Eine Zuführöffnung zur Zuführung von Material in die Rohranord-
20 nung, die das erste und zweite Materialrohr aufweist, kann dabei an dem zweiten Materialrohr angeordnet sein. Diese Zuführöffnung bleibt bei einem Verfahren des ersten Materialrohres mittels der Hubeinheit stationär, so dass auch während der Bewegung des ersten Materialrohres mit dem Rüttler Mate-
25 rial in die Rohranordnung zugeführt werden kann.

- Die Tragvorrichtung und die Hubeinheit sind dazu ausgebildet, die Rüttleranordnung in ihrer Längsrichtung zu verfahren, wobei die Längsrichtung der Rüttleranordnung durch die Längs-
30 richtung des ersten Materialrohrs definiert ist. Der maximale Weg über den wenigstens das erste Materialrohr mit dem Rüttler verfahren werden kann, ist dabei geringer als der maximale Weg, über den die Rüttleranordnung durch die Tragvorrichtung verfahren werden kann. Ein maximaler Hub der Hubeinheit
35 ist also geringer als ein maximaler Hub der Tragvorrichtung. Der maximale Hub der Hubeinheit ist dabei insbesondere geringer als eine maximal mögliche Eindringtiefe der Rüttleranord-

nung in den Boden.

Unabhängig von der Art der Tragvorrichtung ermöglicht die Hubeinheit Bewegungen des Rüttlers in Längsrichtung, ohne
5 dass ein Bewegen/Verfahren der Tragvorrichtung erforderlich ist. Abwechselnde Auf- und Abbewegungen des Rüttlers mit vergleichsweise kleinem Hub, wie sie beim Einbringen und Verdichten von Material erforderlich sind, lassen sich so mittels der Hubeinheit durchführen, während die Tragvorrichtung
10 lediglich für Bewegungen mit einem größeren Hub benötigt wird, wie beispielsweise beim Einbringen der Rüttleranordnung in den Boden. An die Tragvorrichtung sind damit geringere Anforderungen zu stellen als bei herkömmlichen Vorrichtungen zur Herstellung von Materialsäulen im Boden, bei denen auch
15 die Bewegungen mit geringem Hub durch die Tragvorrichtung durchgeführt werden müssen.

Die Tragvorrichtung kann eine herkömmliche Tragvorrichtung für Tiefenrüttler sein, wie beispielsweise eine Seilvorrichtung,
20 ein Tragarm eines Erdbaugeräts oder eine Vorrichtung mit einem Turm bzw. Mäkler.

Bei einem Beispiel weist die Tragvorrichtung einen Schlitten auf, der an einem Turm bzw. Mäkler verfahrbar ist. Mittels
25 des Schlittens ist eine Bewegung der Rüttleranordnung über große Distanzen möglich, wie es beispielsweise beim Einfahren die Rüttleranordnung in den Boden erforderlich ist. Der Schlitten kann an dem Mäkler festgestellt werden, wobei bei festgestelltem Schlitten Hubbewegungen der Rüttleranordnung
30 mittels der Hubeinheit möglich sind.

Der Schlitten kann beispielsweise mittels eines herkömmlichen Mechanismus, wie einem Seilmechanismus, an dem Mäkler verfahren werden. Bei einem weiteren Beispiel der Tragvorrichtung
35 ist ein zweiter Schlitten vorgesehen, der ebenfalls an dem Mäkler verfahrbar und an diesem feststellbar ist. Die Hubeinheit ist hierbei zwischen den beiden Schlitten angeordnet.

Mit dieser Anordnung sind beliebige Auf- und Abbewegungen der Rüttleranordnung an dem Mäkler möglich, ohne dass hierzu eine Seilvorrichtung benötigt wird. Ist einer der Schlitten fest-
gestellt, so kann bei dieser Vorrichtung der andere Schlitten
5 gelöst und mittels der Hubeinheit an dem Mäkler verfahren werden. Durch abwechselndes Lösen und Feststellen der Schlitten lassen sich dabei beliebige Auf- und Abbewegungen durchführen, wobei die Bewegungsrichtung davon abhängig ist, in welcher Reihenfolge die Schlitten gelöst und festgestellt
10 werden.

Ein Beispiel eines Verfahrens zur Herstellung einer Materialsäule im Boden umfasst das Bereitstellen einer zuvor erläuterten Vorrichtung, das Einbringen der Rüttleranordnung bis
15 zu einer vorgegebenen Tiefe in den Boden, das Zurückziehen der Rüttleranordnung, so dass ein Hohlraum unterhalb der Rüttleranordnung verbleibt, das Einbringen von Material in den Hohlraum zur Herstellung eines Materialreservoirs, das Einfahren der Rüttleranordnung in das Materialreservoir unter
20 Verwendung der Hubeinheit, und das wenigstens teilweise Zurückfahren der Rüttleranordnung aus dem Materialreservoir unter Verwendung der Hubeinheit. Dieses Verfahren eignet sich sowohl für Tiefen- als auch für Aufsatzrüttler.

25 Das Auf- und Abbewegen der Rüttleranordnung mittels der Hubeinheit zum Verdichten des eingebrachten Materials kann mehrmals aufeinanderfolgend durchgeführt werden. Hierbei kann jedes Mal, wenn die Rüttleranordnung durch die Hubeinheit nach oben bewegt wird, neues Material in den entstehenden Hohlraum
30 unterhalb der Rüttleranordnung eingebracht werden.

Beispiele werden nachfolgend anhand von Figuren näher erläutert. Die Figuren dienen zur Veranschaulichung des Grundprinzips der Erfindung, so dass lediglich die zum Verständnis des
35 Grundprinzips notwendigen Aspekte dargestellt sind. Die Figuren sind nicht notwendigerweise maßstabsgerecht. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen gleiche Teile mit gleicher Bedeutung.

- Figur 1 veranschaulicht ein erstes Beispiel einer Vorrichtung mit einer Tiefenrüttleranordnung, einer Tragvorrichtung und einer zwischen der Rüttleranordnung und der Tragvorrichtung angeordneten Hubeinheit.
- Figur 2 veranschaulicht ein Beispiel einer Vorrichtung mit einer Aufsatzrüttleranordnung, einer Tragvorrichtung und einer zwischen der Rüttleranordnung und der Tragvorrichtung angeordneten Hubeinheit.
- Figur 3 veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Tragvorrichtung eine Seiltragvorrichtung ist.
- Figur 4 veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Tragvorrichtung einen Tragarm eines Erdbaugeräts aufweist.
- Figur 5 veranschaulicht ein erstes Ausführungsbeispiel, bei dem die Tragvorrichtung einen Turm und einen an dem Turm verfahrbaren Schlitten aufweist.
- Figur 6 veranschaulicht ein zweites Ausführungsbeispiel, bei dem die Tragvorrichtung einen Turm und einen an dem Turm verfahrbaren Schlitten aufweist.
- Figur 7 veranschaulicht ein Beispiel einer Vorrichtung mit einer Tiefenrüttleranordnung, einer Tragvorrichtung und einem Hydraulikzylinder, wobei der Hydraulikzylinder zwischen einem ersten und einem zweiten Materialrohr die Rüttleranordnung angeordnet ist.

Figur 1 zeigt schematisch ein erstes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Herstellung von Materialsäulen im Boden und/oder zur Verdichtung des Bodens. Diese Vorrichtung umfasst eine Rüttleranordnung 1, die ein Zuführrohr oder Materialrohr 11 mit einem oberen und einem unteren Ende aufweist,

wobei am unteren Ende des Materialrohrs 11 ein Rüttler 12 angeordnet ist. Der Rüttler 12 ist in einer nicht im Detail dargestellten Weise schwingungsgedämpft an dem Materialrohr 11 befestigt, so dass durch Rüttelbewegungen des Rüttlers 12
5 entstehende Schwingungen nicht oder zumindest nur in geringem Umfang auf das Materialrohr 11 übertragen werden. Das Materialrohr 11 ist in Figur 1 - wie auch in der nachfolgend noch erläuterten Figur 2 - im Querschnitt dargestellt, die übrigen Komponenten sind in Seitenansicht dargestellt.

10

Das Materialrohr 11, das auch als Silorohr bezeichnet wird, weist an seinem unteren Ende einen Auslass auf, an den ein weiteres Rohr 16 angeschlossen ist, das parallel zu dem Rüttler 12 bis an eine Spitze des Rüttlers 12 geführt ist und das
15 im Bereich der Spitze des Rüttlers einen Materialauslass 13 der Rüttleranordnung 1 bildet. Das weitere Rohr 16 kann schwingungsgedämpft an dem Materialrohr 11 befestigt sein.

Das Materialrohr 11 besitzt beispielsweise eine zylinderförmige Geometrie. Das weitere Rohr 16 kann beispielsweise so
20 realisiert sein, dass es den Rüttler 12 teilweise umgibt, und besitzt dann im Querschnitt beispielsweise eine sichelförmige Geometrie.

25 Die Rüttleranordnung gemäß Figur 1, bei der der Rüttler 12 an einem unteren Ende des Materialrohrs 11 angeordnet ist, wird auch als Tiefenrüttler bezeichnet.

Figur 2 zeigt eine Vorrichtung mit einer Rüttleranordnung,
30 die als Aufsatzrüttler ausgebildet ist und bei der der Rüttler 12 oben auf dem Materialrohr 11 angeordnet ist. Der Rüttler 12 und das Materialrohr sind hierbei nicht schwingungsmäßig entkoppelt, so dass Rüttelbewegungen des Rüttlers 12 auf das Materialrohr übertragen werden.

35

Bezugnehmend auf die Figuren 1 und 2 weist die Rüttleranordnung unabhängig von ihrer konkreten Ausgestaltung als Tiefen-

- rüttler oder als Aufsatzrüttler im oberen Bereich des Materialrohrs 11 eine Materialzuführung auf, die in den Figuren 1 und 2 lediglich schematisch dargestellt ist und die in dem Beispiel einen seitlich an dem Materialrohr 11 angeordneten Materialbehälter 14 und eine zwischen dem Materialbehälter 14 und dem Inneren des Materialrohrs 11 angeordnete Klappe 15 aufweist. Die Klappe 15 kann geöffnet und geschlossen werden, wobei bei geöffneter Klappe Material G, wie zum Beispiel Kies, Schotter oder Sand, aus dem Materialbehälter 14 in das Innere des Materialrohrs 11 fließen kann. Bei einem Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass bei geschlossener Klappe 15 mittels seiner nicht näher dargestellten Druckvorrichtung ein Überdruck im Inneren des Materialrohrs 11, das in Figur 1 im Querschnitt dargestellt ist, erzeugt werden kann. Die Herstellung eines solchen Überdrucks kann insbesondere dann erforderlich sein, wenn Materialsäulen im Boden hergestellt werden sollen, die bis unter den Grundwasserspiegel reichen. Ein Überdruck ist dabei erforderlich, um Material gegen den Druck des Grundwassers in den Boden einzubringen.
- Anstelle einer einfachen Klappe 15 zwischen dem Materialbehälter 14 und im Inneren des Materialrohrs 11 kann auch eine Materialschleuse (nicht dargestellt) mit zwei Klappen vorgesehen werden, über welche das Material G in das Innere des Materialrohrs 11 eingebracht wird. Eine solche Materialschleuse kann verhindern, dass ein im Inneren des Materialrohrs 11 aufgebauter Überdruck jedes Mal dann entweicht, wenn Material neu zugeführt wird.
- Grundsätzlich können beliebige bekannte Materialzuführungen verwendet werden, wie beispielsweise auch solche, bei denen Material über einen Förderschlauch unter Druck direkt in das Materialrohr 11 eingebracht werden.
- Die in den Figuren 1 und 2 dargestellten Rüttleranordnungen 1 dient lediglich zur Veranschaulichung des Grundprinzips von Rüttleranordnungen. Es sei darauf hingewiesen, dass im Zusam-

menhang mit der vorliegenden Erfindung beliebige Rüttleranordnungen, wie Tiefenrüttler oder Aufsatzrüttler, eingesetzt werden können, insbesondere auch Rüttleranordnungen mit einer anderen Art der Materialzurührung oder mit einer anderen Art
5 der Anordnung von Materialrohr und Rüttler.

Bezugnehmend auf die Figuren 1 und 2 umfasst die Vorrichtung umfasst außerdem eine Tragvorrichtung 2 mit einem Tragelement 21. Die Tragvorrichtung 2 kann auf unterschiedliche Weise re-
10 alisiert sein, wie nachfolgend noch erläutert werden wird.

Außerdem umfasst die Vorrichtung eine Hubeinheit 3, die in dem dargestellten Beispiel als Hubzylinder mit einem Zylinderkolben 31 und einem Zylindergehäuse 32 realisiert ist, wobei
15 bei der Zylinderkolben 31 aus dem Zylindergehäuse 32 ausgefahren und in das Zylindergehäuse 32 eingefahren werden kann. Der Hubzylinder 3 kann als hydraulisch, pneumatisch oder elektrisch betätigbarer Zylinder realisiert sein. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass die Verwendung eines
20 Hubzylinders als Hubeinheit lediglich als Beispiel zu verstehen ist und dass beliebige Vorrichtungen eingesetzt werden können, die in der Lage sind Hubbewegungen durchzuführen wie zum Beispiel elektrisch angetriebene Seil-, Riemen- oder Spindelanordnungen. Die Hubeinheit 3 ist so angeordnet,
25 dass sie die Rüttleranordnung in ihrer Längsrichtung verfahren kann. Die Längsrichtung der Rüttleranordnung 1 entspricht hierbei der Längsrichtung des Silorohrs 11, wobei die Längsrichtung des Silorohrs 11 die Richtung ist, in der das Silorohr 11 seine maximale Ausdehnung besitzt.

30

Die Hubeinheit 3 ist bei den Beispielen gemäß der Figuren 1 und 2 zwischen dem Tragelement 21 und der Rüttleranordnung 1 angeordnet, wobei bei dem dargestellten Hubzylinder 3 das Zylindergehäuse 32 an dem Tragelement 21 und der Zylinderkolben
35 31 mittels einer Befestigungsplatte 33 am oberen Ende der Rüttleranordnung 1 befestigt ist. Grundsätzlich kann der Aktivierzylinder 3 auch umgedreht werden, das heißt der Zylinder-

derkolben 31 könnte an einem Tragelement 21 und das Zylinder-
gehäuse 32 könnte an der Rüttleranordnung 1 befestigt werden.
"Zwischen dem Tragelement 21 und der Rüttleranordnung 1 ange-
ordnet" bedeutet in diesem Zusammenhang insbesondere, dass
5 die Teile der Rüttleranordnung 1, also der Rüttler 12, das
Silorohr 11 und eine Materialzuführöffnung, die bei den Bei-
spielen gemäß der Figuren 1 und 2 durch die Klappe 15 reprä-
sentiert ist, ausgehend von der Tragvorrichtung 2 unterhalb
der Hubeinheit 3 angeordnet sind.

10

Bei dem Aufsatzrüttler 1 gemäß Figur 2 kann zwischen dem
Tragelement 21 und der Rüttleranordnung ein Dämpfungselement
(nicht dargestellt) vorhanden sein, das die Übertragung von
Schwingungen von dem Rüttler 12 auf die Tragvorrichtung 2
15 verhindert, oder zumindest reduziert.

Ein Verfahren zur Herstellung einer Materialsäule in einem
Boden B, der in den Figuren 1 und 2 ebenfalls schematisch
dargestellt ist, wird nachfolgend erläutert. Wie bei herkömm-
20 lichen Verfahren zur Herstellung von Materialsäulen, so ge-
nannten Stopfsäulen, mittels Rüttleranordnungen wird die
Rüttleranordnung 1 zunächst bis zu einer gewünschten Tiefe in
den Boden B eingebracht. Das Einbringen der Rüttleranordnung
1 erfolgt durch Rüttelbewegungen des Rüttlers 12, wobei die
25 Rüttleranordnung 1 durch die Tragvorrichtung 2 entsprechend
nachgeführt wird. Das Eindringen des Tiefenrüttlers 1 in den
Boden kann durch die Tragvorrichtung 2 unterstützt werden.
Die Tiefe, bis zu der die Rüttleranordnung 1 maximal in den
Boden B vordringt, entspricht der späteren Tiefe der Materi-
30 alsäule.

Bei einem Aufsatzrüttler, wie dem gemäß Figur 2, kann am un-
teren Ende des Materialrohrs eine Klappe 17 vorgesehen sein,
die sich bei Abwärtsbewegungen der Rüttleranordnung durch den
35 Druck des umgebenden Bodens automatisch schließt und die so
das Eindringen von Bodenmaterial in das Materialrohr 11 ver-
hindert, und das sich bei Anheben der Rüttleranordnung unter

dem Druck von in dem Materialrohr 11 vorhandenen Material automatisch öffnet, um Material abzugeben.

Bei einem Tiefenrüttler, wie dem gemäß Figur 1, kann das Rohr 16 im Bereich des Auslasses schräg gegenüber der Längsrichtung des Materialrohrs 11 verlaufen, wodurch ebenfalls das Eindringen von Bodenmaterial verhindert oder reduziert werden kann.

10 Nach Erreichen der Maximaltiefe wird die Rüttleranordnung 1 ein Stück angehoben, d. h. nach oben bewegt, wodurch unterhalb der Rüttleranordnung 1 ein Hohlraum entsteht. In diesen Hohlraum wird Material aus dem Materialrohr 11 über den Materialauslass 13 eingebracht. Das Material kann bereits beim
15 Eindringen der Rüttleranordnung in den Boden im Materialrohr 11 vorhanden sein, oder wird erst dann in das Materialrohr 11 eingebracht, wenn die Rüttleranordnung 1 bis zu ihrer Maximaltiefe in den Boden B vorgedrungen ist. Die Hubeinheit 3 kann ausgefahren sein, wenn die Rüttleranordnung 11 die Maximaltiefe erreicht. In diesem Fall kann das Anheben des Tiefenrüttlers 1 durch die Hubeinheit 3 erfolgen, ein Anheben des Tiefenrüttlers 1 durch die Tragvorrichtung 2 ist in diesem Fall nicht erforderlich. Die Hubeinheit 3 kann jedoch auch eingefahren bleiben, bis die Rüttleranordnung 1 ihre
20 Maximaltiefe erreicht hat. In diesem Fall erfolgt das stückweise Anheben der Rüttleranordnung 1 noch durch die Tragvorrichtung 2.

Das beim Anheben der Rüttleranordnung 1 in den Hohlraum unterhalb der Rüttleranordnung 1 eingebrachte Material wird
30 anschließend verdichtet bzw. in seitlicher Richtung in das Erdreich eingetrieben. Hierzu wird die Rüttleranordnung 1 geführt durch die Hubeinheit 3 mindestens einmal unter Rüttelbewegungen nach unten in das eingebrachte Material verfahren.
35 Bei einem Beispiel ist vorgesehen, die Rüttleranordnung mehrmals unter Verwendung der Hubeinheit auf- und abzubewegen, wobei bei jedem Anheben der Rüttleranordnung 1 gegebenenfalls

neues Material in den Bereich unterhalb der Rüttleranordnung eingebracht werden kann. Die Höhe des Hubs, um welche die Rüttleranordnung 1 durch die Hubeinheit 3 auf- und abbewegt werden kann, ist durch den Maximalhub der Hubeinheit 3 vorgegeben. Dieser Hub liegt beispielsweise im Bereich zwischen 5 60cm und 150cm, insbesondere im Bereich von 100cm.

Das Anheben der Rüttleranordnung 1 erfolgt beispielsweise derart, dass die Hubeinheit 3 vollständig eingefahren wird. 10 Die Hubeinheit 3 kann anschließend jeweils wieder vollständig ausgefahren werden, wobei in diesem Fall durch die Rüttleranordnung jedes Mal Material in lateraler Richtung in das Erdreich gedrängt wird, wodurch besonders dicke Stopfsäulen entstehen. Bei einem weiteren Beispiel ist vorgesehen, die Hubeinheit 3 bei mehrmaligem Auf- und Abbewegen, beim nach oben 15 Bewegen zwar jeweils vollständig einzufahren, die Rüttleranordnung jedoch anschließend nicht mehr vollständig auszufahren, und dabei insbesondere die Ausfahrtiefe mit zunehmender Anzahl der Wiederholungsschritte zu reduzieren. Der Vorgang 20 des nach unten Bewegens der Rüttleranordnung 1 mittels der Hubeinheit 3 wird nachfolgend als Verdichtungsschritt bezeichnet. Bei einem Verfahren ist beispielsweise vorgesehen, während eines ersten Verdichtungsschritts die Hubeinheit noch um 80% ihres Ausfahrweges auszufahren, bei einem zweiten Wiederholungsschritt nur noch um 60%, dann nur noch um 40%, und 25 dann nur noch um 20%. Nachdem durch mehrmaliges Auf- und Abbewegen der Rüttleranordnung 1 ein verdichteter Säulenabschnitt hergestellt wurde, wird die Rüttleranordnung 1 bei eingefahrener Hubeinheit 3 durch die Tragvorrichtung 2 erneut 30 ein Stück angehoben, wobei die Hubhöhe der Höhe eines nun herzustellenden weiteren Säulenabschnitts entspricht. Beim Anheben der Rüttleranordnung 1 wird Material in den Hohlraum zwischen dem zuvor hergestellten Säulenabschnitt und der Rüttleranordnung 1 eingebracht. Dieses Material wird anschließend in erläuteter Weise durch mehrmaliges Auf- und 35 Abbewegen der Rüttleranordnung unter Verwendung der Hubeinheit 3 verdichtet, wobei gegebenenfalls mit jedem Anheben der

Rüttleranordnung 1 neu Material in den Boden eingebracht wird.

- Diese Verfahrensschritte zum Herstellen einzelner Segmente der Materialsäule werden solange wiederholt, bis eine Materialsäule mit einer gewünschten Höhe hergestellt wurde. Die Tragvorrichtung muss bei diesem Verfahren nur jeweils zu Beginn der Herstellung eines neuen Segments der Materialsäule aktiviert werden, um die Rüttleranordnung 1 um die Höhe des herzustellenden Säulensegments anzuheben. Das anschließende mehrmalige Auf- und Abbewegen der Rüttleranordnung 1 zum Einbringen von Material in den Boden und zum Verdichten des Bodens erfolgt ausschließlich durch die Hubeinheit 3.
- Bei dem zuvor erläuterten Verfahren werden einzelne Segmente der Säule nur durch Auf- und Abbewegen bzw. durch Anheben und Absenken der Rüttlervorrichtung mittels der Hubeinheit erzeugt, eine Bewegung der Tragvorrichtung 2 ist hierbei nicht erforderlich. Um die Rüttlervorrichtung 1 in das ausgebrachte Material einzufahren, ist eine mechanische Kraft erforderlich. Diese Kraft ist abhängig davon, wie stark das ausgebrachte Material (durch vorheriges Auf- und Abbewegen der Rüttlervorrichtung) bereits verfestigt wurde, wobei diese Kraft mit zunehmender Verfestigung größer wird. Anzumerken ist, dass die Rüttlervorrichtung 1 nicht nur durch die Kraft der Hubeinheit, sondern auch durch ihr Eigengewicht und durch die Rüttelbewegungen des Rüttlers 12 in das ausgebrachte Material vordringt. Bei einem Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, die mechanische Kraft zu erfassen, die zum Einfahren der Rüttleranordnung in das ausgebrachte Material erforderlich ist und die Herstellung eines Segments zu beenden, wenn diese Kraft einen vorgegebenen Schwellenwert erreicht.

- Bei einem Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die Hubeinheit wenigstens einen Hydraulikzylinder aufweist, der zum Anheben der Rüttlervorrichtung 1 eingefahren und zum Absenken der Rüttlervorrichtung ausgefahren wird. Die zum Ausfahren

dieses Hydraulikzylinders der Hubeinheit 3 erforderliche Kraft, kann anhand eines sich im Hydraulikzylinders aufbauenden Drucks erfasst werden.

5 Die Figuren 3A und 3B veranschaulichen jeweils Vorrichtungen zur Herstellung von Materialsäulen im Boden und/oder zur Verdichtung des Bodens, bei denen die Tragvorrichtungen 2 Seilvorrichtungen beispielsweise Seilvorrichtungen eines Seilbaggers sind. Diese Seilvorrichtung umfassen jeweils eine Seil-
10 rolle 22, die an dem Tragelement 21 drehbar gelagert ist, sowie ein durch die Seilrolle 22 geführtes umlaufendes Seil 23. Durch weitere Umlenkrollen und eine Seilwinde (nicht dargestellt) ist die Rüttleranordnung 1 durch die Tragvorrichtung in ihrer Längsrichtung verfahrbar. Die Hubeinheit 3 ist auch
15 bei den in Figur 3A und 3B dargestellten Ausführungsbeispielen zwischen dem Tragelement 21 und der Rüttleranordnung 1 angeordnet.

Die Rüttleranordnung 1 ist bei den Ausführungsbeispielen gemäß der Figuren 3A und 3B, wie auch bei den nachfolgend erläuterten Figuren 4 bis 7, jeweils als Tiefenrüttler ausgebildet. Dies ist allerdings lediglich ein Beispiel, so könnte die Rüttleranordnung beispielsweise auch als Aufsatzrüttler realisiert werden.

25 Die in den Figuren 3A und 3B dargestellten Ausführungsbeispiele unterscheiden sich hinsichtlich der Befestigung der Hubeinheit 3 an der Rüttleranordnung 1. Während bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3B der Aktivierzylinder 3 im Bereich einer Mittenachse des Materialrohrs 11 angeordnet ist,
30 ist bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2A der Aktivierzylinder 3 außerhalb der Mitte des Materialrohrs 11 befestigt, und zwar in Richtung der Zuführeinrichtung 14 hin. Ist die Zuführeinrichtung 14 mit Material gefüllt, so bewirkt
35 dies bei der zentralen Aufhängung gemäß Figur 3B dass das Materialrohr 11 gegenüber der Senkrechten verkippt. Eine Stabilisierung gegen ein solches Verkippen ist bei einem Seilsys-

tem als Tragvorrichtung 2 nicht möglich. Ein solches Verkippen wird bei der Anordnung gemäß Figur 3A verhindert oder zumindest reduziert, indem die Befestigung der Hubeinheit 3 an dem Tiefenrüttler 1 auf einer Linie, in der ein virtueller
5 Drehpunkt der Rüttleranordnung 1 liegt, erfolgt.

Die Hubeinheit ist bei den dargestellten Ausführungsbeispielen mittels einer Befestigungsplatte 33 an der Rüttleranordnung befestigt. Optional ist bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3A diese Befestigungsplatte 33 während des Betriebs
10 verfahrbar, um den Tiefenrüttler 1 unabhängig vom Füllstand der Zuführeinrichtung 14 jeweils in der Senkrechten auszuloten. Zur Steuerung der Position der Befestigungsplatte 33, die in diesem Fall mittels eines nicht näher dargestellten
15 Mechanismus in horizontaler Richtung verfahrbar ist, kann eine Steuerung mit einem Neigungssensor verwendet werden. Der Neigungssensor ermittelt hierbei die Neigung der Rüttleranordnung 1 gegenüber der Vertikalen, wobei die Steuerung die Position der Befestigungsplatte abhängig von der ermittelten
20 Neigung nachregelt. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass eine neigungsabhängig verschiebbare Befestigungsplatte 33 unabhängig vom Vorhandensein der Hubeinheit vorgesehen werden kann.

25 Figur 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Herstellung von Materialsäulen im Boden. Bei dieser Vorrichtung ist die Tragvorrichtung 2 ein Tragarm eines Erdbaugeräts, an dessen Spitze das Tragelement 21 befestigt ist.

30 Figur 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Herstellung von Materialsäulen im Boden. Die Tragvorrichtung 2 umfasst bei dieser Vorrichtung einen Turm oder Mätkler 25, an dem ein erster Schlitten 24 in Längsrichtung des Turms 25 verfahrbar ist. Der Turm 25 kann senkrecht stehen, um senkrechte Säulen im Boden herzustellen. Der Turm 25
35 könnte jedoch auch gegenüber der Oberfläche geneigt sein, um in diesem Fall schräg verlaufende Säulen im Boden herzustellen.

len. Das Tragelement 21 ist an dem ersten Schlitten 24 angeordnet, die Hubeinheit 3 befindet sich zwischen dem Tragelement 21 und der Rüttleranordnung 1 und ist mit einem Ende an dem Tragelement 21 und dem anderen Ende an der Rüttleranordnung 1 befestigt. Das Materialrohr der Rüttleranordnung 1 verläuft in etwa parallel zu dem Turm 25, so dass durch Verfahren des Schlittens 24 an dem Turm 25 die Rüttleranordnung 1 in ihrer Längsrichtung verfahren werden kann. Zum Verfahren des Schlittens 24 ist beispielsweise eine Seilvorrichtung, eine Zahnradvorrichtung, oder ähnliches, vorhanden.

Bei der in Figur 5 dargestellten Vorrichtung erfolgt ein Verfahren des Tiefenrüttlers 1 über große Distanzen, beispielsweise beim ersten Einbringen der Rüttleranordnung 1 in den Boden, mittels des ersten Schlittens 24, während Hubbewegungen der Rüttleranordnung 1 zum Verdichten des eingebrachten Materials bei Herstellen der Säule S mit Hilfe der Hubeinheit erfolgen.

Wie zuvor erwähnt, kann die Rüttleranordnung 1 nur bedingt durch ihr Eigengewicht und die Rüttelbewegungen des Rüttlers in den Boden eindringen. Bei einem Ausführungsbeispiel ist daher vorgesehen, den Schlitten 24 beim Einfahren der Rüttleranordnung 1 in den Boden zu lösen, so dass der Schlitten der Eindringbewegung der Rüttleranordnung 1 in den Boden folgt, ohne jedoch über den Schlitten 24 eine zusätzliche Kraft auf die Rüttleranordnung 1 auszuüben. Nachdem die Rüttleranordnung 1 ihre maximale Tiefe erreicht hat, wird die Materialsäule segmentweise hergestellt. Für die Herstellung eines jeden Segments wird der Schlitten 24 festgestellt und die Rüttlervorrichtung 1 wird mehrmals durch die Hubeinheit 3 angehoben und abgesenkt, wobei zwischen dem Anheben und Absenken Material ausgebracht werden kann. Ein Anheben der Rüttlervorrichtung 1 nach Herstellen eines Segments kann mittels der Verfahrensvorrichtung erfolgen, die beispielsweise die oben genannte Seilvorrichtung, Zahnradvorrichtung oder ähnliches aufweist.

Figur 6A veranschaulicht ein weiteres Beispiel einer Vorrichtung zur Herstellung von Materialsäulen im Boden. Diese Vorrichtung basiert auf der zuvor anhand von Figur 5 erläuterten Vorrichtung. Bei der Vorrichtung gemäß Figur 6 weist die Tragvorrichtung 2 zusätzlich einen zweiten Schlitten 26 auf, der entlang des Mäklers 25 verfahrbar ist. Der zweite Schlitten 26 ist am oberen Ende der Rüttleranordnung 1 befestigt. Die Hubeinheit 2 ist zwischen dem ersten und dem zweiten Schlitten 24, 26 angeordnet bzw. ist zwischen dem ersten Schlitten 24 und dem oberen Ende der Rüttleranordnung 1 angeordnet.

Jeder der beiden Schlitten 24, 26 kann gegen Verfahren an dem Turm 25 blockiert werden. Ein Beispiel einer Blockiervorrichtung zum Blockieren eines Schlittens ist in Figur 6B dargestellt, in der der erste Schlitten 24 zusammen mit dem Mast 25 im vertikalen Querschnitt in einer Schnittebene C-C dargestellt ist. Der Schlitten 24 umfasst in dem dargestellten Beispiel Rollen 27, mittels derer der Schlitten 24 entlang einer Lauffläche des Turms 25 verfahrbar ist. Die Lauffläche des Turms 25 ist in dem dargestellten Beispiel durch eine Seitenwand des Turms 25 gebildet, die quer zu einer Längsrichtung des Turms beiderseits übersteht. Rollen 27 des Schlittens 24 sind entlang einer Vorderseite und einer Rückseite der Lauffläche angeordnet. Der Schlitten umfasst beispielsweise wenigstens acht Rollen, nämlich vier an der Vorderseite und vier an der Rückseite der Lauffläche, wobei jeweils zwei Rollen bezogen auf die Lauffläche gegenüberliegend angeordnet sein können.

Der Schlitten 24 besitzt im Querschnitt eine im Wesentlichen U-förmige Geometrie wobei die Rollen 27 im Bereich der Enden der U-Schenkel angeordnet sind. Zwischen dem U-förmigen Körper des Schlittens 24 und der Lauffläche des Turms 25 ist eine Brems- oder Blockiervorrichtung vorhanden, die einen Bremsklotz 29 sowie einen Bremszylinder 28 aufweist. Der

Bremszylinder 28 ist dazu ausgebildet, den Bremsklotz 29 in aktiviertem Zustand der Blockiervorrichtung gegen die Lauffläche des Turms 25 zu pressen, um dadurch den Schlitten 24 von der Lauffläche weg zu ziehen, wodurch die Blockiervorrichtung 28, 29 zusammen den Rädern 27, die entlang der Rückseite der Lauffläche angeordnet sind, den Schlitten blockieren.

Der Aufbau des zweiten Schlittens 26 kann dem Aufbau des ersten Schlittens 24 entsprechen.

Mittels der beiden Schlitten 24, 26 kann die Rüttleranordnung 1 beliebig entlang des Turms 25 verfahren werden, ohne dass hierfür - wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 5 - eine Seilvorrichtung oder eine andere Zugvorrichtung erforderlich wäre. Zum Bewegen der Rüttleranordnung 1 entlang des Turms 25 genügen die beiden Schlitten 24, 26 in Verbindung mit der Hubeinheit 3, wie nachfolgend erläutert wird.

Zur Erläuterung sei angenommen, dass die Rüttleranordnung 1 entlang des Turms 25 nach unten bewegt werden soll, wie dies beispielsweise beim ersten Einfahren der Rüttleranordnung 1 in den Boden erforderlich ist. Für diese Bewegung werden die beiden Schlitten 24, 26 abwechselnd an dem Mast 25 blockiert, wobei dann, wenn einer der Schlitten blockiert und der andere gelöst ist, die Hubeinheit 3 betätigt wird. Zu Zwecken der Erläuterung sei angenommen, dass die Hubeinheit 3 zunächst eingefahren ist und dass beide Schlitten 24, 26 gegenüber dem Mast 25 blockiert sind. Wird nun der untere der beiden Schlitten, d.h. der zweite Schlitten 26, gelöst, während der erste Schlitten 24 blockiert bleibt, so kann die Rüttleranordnung 1 durch Ausfahren der Hubeinheit 3 nach unten bewegt werden. Wird anschließend der zweite Schlitten 26 blockiert und der erste Schlitten 24 gelöst, so kann der erste Schlitten 24 durch Einfahren der Hubeinheit 3 "nachgeholt" werden. Durch anschließendes Lösen des zweiten Schlittens 26 und Ausfahren der Hubeinheit 3 kann die Rüttleranordnung 1 dann wei-

ter nach unten bewegt werden. Dieser Vorgang kann so oft wiederholt werden, bis eine gewünschte Position der Rüttleranordnung 1 im Boden bzw. entlang des Turms 25 erreicht ist.

- 5 Das Hochfahren der Tiefenrüttlers 1 erfolgt in entsprechender Weise wie das Herunterfahren, wobei die Schlitten 24, 26 hierbei in umgekehrter Reihenfolge gelöst und blockiert werden. Zum Hochfahren wird bei zunächst blockierten Schlitten 24, 26 und eingefahrener Hubeinheit 3 zunächst der obere erste Schlitten 24 gelöst und dann unter Verwendung der Hubeinheit 3 nach oben gefahren. Nach Blockieren des ersten Schlittens 24 und Lösen des zweiten Schlittens 26 kann der zweite Schlitten 26 zusammen mit der Rüttleranordnung 1 durch Einfahren der Hubeinheit 3 nach oben "nachgeholt" werden. Dieser Vorgang kann so oft wiederholt werden, bis eine gewünschte Position der Rüttleranordnung 1 erreicht ist.

- Zur Durchführung der zuvor erläuterten Verfahrensschritte zum Verdichten des über die Rüttleranordnung 1 in den Boden eingebrachten Materials werden - wie auch bei den zuvor erläuterten Vorrichtungen - Hubbewegungen, d. h. Auf- und Abbewegungen, der Rüttleranordnung 1 mittels der Hubeinheit 3 durchgeführt. Während dieser Auf- und Abbewegungen ist der erste Schlitten 24 gegenüber dem Mast 25 blockiert, während der untere Schlitten 26 gelöst ist. Der untere Schlitten 26 wird bei dieser Vorrichtung in Verbindung mit dem ersten Schlitten 24 und der Hubeinheit 3 nur dann benötigt, wenn Bewegungen der Rüttleranordnung 1 entlang des Turmes 25 erforderlich sind, die über den maximalen Hub der Hubeinheit 3 hinausgehen.

- Figur 7 veranschaulicht ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Herstellung von Materialsäulen im Boden, die einen Rüttleranordnung 1 aufweist. Die Rüttleranordnung 1 ist in Figur 7 teilweise in Querschnitt dargestellt. Eine Tragvorrichtung 2 zum Halten des Rüttleranordnung 1, die ein Tragelement 21 aufweist, ist in Figur 7 nur schematisch dar-

gestellt.

Bei der Vorrichtung gemäß Figur 7 sind zwei Hubeinheiten 3A, 3B vorhanden, die in dem dargestellten Beispiel jeweils als
5 Hubzylinder mit je einem Zylinderrohr 31A, 31B und einem Zylindergehäuse 32A, 32B ausgebildet sind. Zur Gewährleistung der grundsätzlichen Funktionsweise wäre auch eine Hubeinheit, speziell ein Hubzylinder, ausreichend, es könnten jedoch auch mehr als zwei Hubeinheiten, speziell Hubzylinder, vorgesehen
10 werden. Die Hubeinheiten 3A, 3B sind bei der Vorrichtung gemäß Figur 7 in der Rüttleranordnung 1 angeordnet, die hierbei zwei Materialrohre aufweist: ein erstes Materialrohr 11₁ im unteren Bereich der Rüttleranordnung 1, und ein zweites Materialrohr 11₂ im oberen Bereich der Rüttleranordnung. Die in
15 Figur 7 dargestellte Rüttleranordnung ist als Tiefenrüttler realisiert. Der Rüttler 12 ist hierbei unterhalb des ersten Materialrohrs 11₁ angeordnet. Bezüglich der Anordnung des Rüttlers 12 an dem ersten Materialrohr 11₁ gelten die Ausführungen im Zusammenhang mit Figur 1 bezüglich der Anordnung
20 des Rüttlers an dem dort dargestellten Materialrohr 11 entsprechend.

Abweichend von der Darstellung gemäß Figur 7 könnte die Rüttleranordnung auch als Aufsatzrüttler realisiert sein. In diesem Fall ist der Rüttler auf dem oberen Materialrohr 11₂ angeordnet.
25

Unabhängig von der Art der Rüttleranordnung 1 ist die Zuführanordnung mit dem Materialbehälter 14 und der Materialöffnung
30 an dem oberen Materialrohr 11₂ angeordnet. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass anstelle der in Figur 7 dargestellten Befüllanordnung 14, 15 auch beliebige weitere Befüllanordnungen vorgesehen sein könnten. Bei einem Beispiel könnte alternativ oder zusätzlich zu der Klappe 15 ein Verschluss 17 (gestrichelt dargestellt), der geöffnet und geschlossen werden kann, in dem unteren Materialrohr 11₂ vorgesehen sein. Ein gegebenenfalls erforderlicher Überdruck muss-
35

te dann nicht in der gesamten Rohranordnung mit dem ersten und dem zweiten Materialrohr, sondern lediglich in dem Bereich des ersten Materialrohrs unterhalb des Verschlusses 17 erzeugt werden.

5

Das erste Materialrohr 11₁ und das zweite Materialrohr 11₂ sind so realisiert, dass sie in Längsrichtung der Rüttleranordnung 1 gegeneinander verschiebbar sind. Die Hubeinheiten 3A, 3B sind zwischen dem ersten und zweiten Materialrohr 11₁, 11₂ angeordnet und sind dazu ausgebildet, das erste Materialrohr 11₁ in Längsrichtung der Rüttleranordnung gegenüber dem zweiten Materialrohr 11₂ zu verschieben. Das zweite Materialrohr 11₂ ist fest an dem Tragelement 21 der Tragvorrichtung 2 befestigt. Durch Verschieben des ersten Materialrohrs 11₁ mittels der Hubeinheiten 3A, 3B gegenüber dem zweiten Materialrohr 11₁ sind Hubbewegungen der Rüttlerspitze, d.h. eines unteren Endes der Rüttleranordnung 11 möglich, wie sie zum Verdichten eines in den Boden eingebrachten Materials benötigt werden. Zwischen den Materialrohren 11₁, 11₂ kann in dem Bereich, in dem die Rohre gegeneinander verschiebbar sind, eine Dichtung 19 vorgesehen sein, die den durch die beiden Rohre 11₁, 11₂ gebildeten Innenraum nach außen hin abdichtet.

Im Gegensatz zu den zuvor erläuterten Beispielen vollzieht nicht die gesamte Rüttleranordnung 1, sondern nur das untere erste Materialrohr 11₁, an dem bei einem Tiefenrüttler der Rüttler 12 angeordnet ist, die Hubbewegungen. Das zweite Rüttlerrohr 11₂, an dem bei einem Aufsatzrüttler der Rüttler 12 angeordnet ist, bleibt während dieser durch die Hubeinheiten 3A, 3B bewirkten Hubbewegungen stationär.

Zusammen mit dem zweiten Materialrohr 11₂ bleibt auch die Zuführanordnung 14, 15 stationär, wenn zur Verdichtung von eingebrachtem Material Hubbewegungen des ersten Materialrohrs 11₁ unter Verwendung der Hubeinheiten 3A, 3B durchgeführt werden. Somit ist auch während dieser Hubbewegungen ein Nachfüllen von Material G in die durch die beiden Materialrohre

11₁, 11₂ gebildete Rohranordnung auf einfache Weise möglich.

Die Hubeinheiten 3A, 3B sind in dem dargestellten Beispiel jeweils außerhalb der Materialrohre 11₁, 11₂ angeordnet, wobei
5 die Materialrohre 11₁, 11₂ in dem Beispiel so realisiert sind, dass sie sich im Bereich der Hubeinheiten 3A, 3B jeweils verjüngen. Die Hubeinheiten 3A, 3B ragen dadurch nicht in seitlicher Richtung über die Rüttleranordnung 1 hinaus. Dies ist allerdings lediglich optional. Die Abmessungen der
10 Rüttleranordnung 1 sind in seitlicher Richtung im wesentlichen durch den Durchmesser des ersten Materialrohrs 11₁ im unteren Bereich der Rüttleranordnung 1 und den Durchmesser des zweiten Materialrohrs 11₂ im oberen Bereich der Rüttleranordnung 1 vorgegeben. Die Hubeinheiten 3A, 3B können zur
15 Seite hin durch eine Abdeckung 18₂ geschützt sein, die an dem zweiten Materialrohr 11₂ befestigt ist und die die Hubeinheiten 3A, 3B gegen Verschmutzung im Erdreich schützt.

Die Abmessungen des ersten und des zweiten Materialrohrs 11₁,
20 11₂ in deren Längsrichtungen können jedoch auch so aufeinander abgestimmt sein, dass während des Betriebs der Rüttleranordnung 1 nicht das obere zweite Materialrohr 11₂ sondern lediglich das untere erste Materialrohr 11₁ in den Boden eindringt. In diesem Fall kann auf besondere Schutzmaßnahmen zugunsten der Hubeinheiten 3A, 3B verzichtet werden, und diese
25 können dann auch seitlich über die Rüttleranordnung 1 hinausragen.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass anstelle der
30 in den Figuren dargestellten Hubzylinder beliebige andere Hubvorrichtungen als Hubeinheiten vorgesehen werden können, die in der Lage ist, einen - im Vergleich zur Gesamtlänge des Rüttleranordnung 1 - kleinen Hub der Rüttleranordnung 1 oder zumindest der Spitze der Rüttleranordnung durchzuführen, wie
35 er beispielsweise beim Verdichten von eingebrachten Material erforderlich ist.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass Elemente, die im Zusammenhang mit einem Ausführungsbeispiel erläutert wurden, auch mit Elementen anderer Ausführungsbeispielen kombiniert werden können, selbst wenn im voranstehenden Text nicht explizit darauf hingewiesen wurde.

5

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung einer Materialsäule im Boden,
5 das aufweist:

a) Bereitstellen einer Vorrichtung mit

10 i) einer Rüttleranordnung (1), die einen Rüttler (12), wenigstens ein erstes Materialrohr (11; 11₁), das eine Längsrichtung aufweist, und einen Materialauslass (13) an einem unteren Ende des ersten Materialrohres (11; 11₁) aufweist,

15 ii) einer Tragvorrichtung (2) für die Rüttleranordnung (1), die dazu ausgebildet ist, die Rüttleranordnung (1) in der Längsrichtung des ersten Materialrohres zu verfahren,

20 iii) wenigstens einer Hubeinheit (3), die zwischen der Tragvorrichtung (2) und dem ersten Materialrohr (11; 11₁) angeordnet ist und die dazu ausgebildet ist, wenigstens das erste Materialrohr (11; 11₁) in seiner Längsrichtung zu verfahren;

25 b) Einbringen der Rüttleranordnung (1) bis zu einer vorgegebenen Tiefe in den Boden,

c) Zurückziehen der Rüttleranordnung (1), so dass ein Hohlraum unterhalb der Rüttleranordnung (1) verbleibt,

30 d) Einbringen von Material in den Hohlraum zur Herstellung eines Materialreservoirs,

e) Einfahren der Rüttleranordnung (1) in das Materialreservoir unter Verwendung der wenigstens einen Hubeinheit (3),

35 f) wenigstens teilweises Zurückfahren der Rüttleranordnung aus dem Materialreservoir unter Verwendung der wenigstens einen Hubeinheit (3).

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Verfahrensschritte e) und f) mehrmals aufeinanderfolgend durchgeführt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem zwischen der Durchführung eines Verfahrensschrittes e) und der Durchführung eines Verfahrensschrittes f) Material über den Materialauslass ausgebracht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, bei dem die Einfahrtiefe der Rüttleranordnung im Schritt e) mit zunehmender Anzahl der Wiederholungen abnimmt.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der die Tragvorrichtung (2) wenigstens eine Seilrolle und wenigstens ein durch die wenigstens eine Seilrolle geführtes Seil aufweist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die Tragvorrichtung (2) einen Ausleger eines Erdbaugeräts aufweist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die Tragvorrichtung einen Mast (25) und wenigstens einen an dem Mast verfahrbaren ersten Schlitten (24) aufweist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der erste Schlitten (24) eine Blockiereinrichtung (26, 27) aufweist, die dazu ausgebildet ist, den wenigstens einen ersten Schlitten (24) gegen Verfahren an dem Mast zu blockieren.
9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem der Schlitten während der Verfahrensschritte e) und f) durch die Blockiereinrichtung (26, 27) blockiert ist.
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der die Tragvorrichtung (2) ein Tragelement (21) aufweist, wobei die Hubeinheit (3) mit einem Ende an dem Tragelement und mit

einem anderen Ende an der Rüttleranordnung (1) befestigt ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der die Rüttleranordnung weiterhin aufweist:

5

ein zweites Materialrohr (11₂), das gegenüber dem ersten Materialrohr verschiebbar gelagert ist,

10 wobei die wenigstens eine Hubeinheit (3A, 3B) zwischen dem ersten und dem zweiten Materialrohr (11₁, 11₂) angeordnet ist.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der die Rüttleranordnung als Tiefenrüttler ausgebildet ist, bei
15 der der Rüttler (12) an einem unteren Ende der Rüttleranordnung angeordnet ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei der die Rüttleranordnung als Aufsatzrüttler ausgebildet ist, bei der
20 der Rüttler (12) an einem oberen Ende der Rüttleranordnung (1) angeordnet ist.

14. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, bei der die Tragvorrichtung weiterhin aufweist:

25

einen zweiten Schlitten (26), der an dem Mast (25) verfahrbar ist der gegenüber dem Mast (25) blockierbar ist, und der an der Rüttleranordnung (1) befestigt ist,

30 wobei die Hubeinheit (3) zwischen dem ersten und dem zweiten Schlitten (25, 26) angeordnet ist.

15. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der die Hubeinheit (3) aufweist:

35

einen Hubzylinder oder einen motorgetriebenen Seil-, Riemen-, oder Spindelantrieb.

16. Vorrichtung, die aufweist:

5 eine Rüttleranordnung (1) mit einem Rüttler (12) und einem
ersten Materialrohr (11), das eine Längsrichtung, einen Materialauslass (13) an einem unteren Ende des ersten Materialrohres (11) und einen Materialeinlass (15) aufweist;

10 eine Tragvorrichtung (2) für die Rüttleranordnung (1), die
dazu ausgebildet ist, die Rüttleranordnung (1) in der Längsrichtung des ersten Materialrohrs zu verfahren;

15 wenigstens eine Hubeinheit (3), die zwischen der Tragvorrichtung (2) und der Rüttleranordnung (1) angeordnet ist und die
dazu ausgebildet ist, die Rüttleranordnung in Längsrichtung des ersten Materialrohrs (11) zu verfahren.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, bei der die Tragvorrichtung (2) wenigstens eine Seilrolle und wenigstens ein durch die
20 wenigstens eine Seilrolle geführtes Seil aufweist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 16, bei der die Tragvorrichtung (2) einen Ausleger eines Erdbaugeräts aufweist.

25 19. Vorrichtung nach Anspruch 16, bei der die Tragvorrichtung einen Mast (25) und wenigstens einen an dem Mast verfahrbaren ersten Schlitten (24) aufweist.

30 20. Vorrichtung nach Anspruch 19, bei der erste Schlitten eine Blockiereinrichtung (26, 27) aufweist, die dazu ausgebildet ist, den wenigstens einen ersten Schlitten (24) gegen Verfahren an dem Mast zu blockieren.

21. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
35 bei der die Rüttleranordnung als Tiefenrüttler ausgebildet ist, bei der der Rüttler (12) an einem unteren Ende der Rütt-

leranordnung angeordnet ist.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 20, bei der die Rüttleranordnung als Aufsatzrüttler ausgebildet ist, bei
5 der der Rüttler (12) an einem oberen Ende der Rüttleranordnung (1) angeordnet ist.

23. Vorrichtung nach Anspruch 19 oder 20, bei der die Tragvorrichtung weiterhin aufweist:
10 einen zweiten Schlitten, der an dem Mast (25) verfahrbar ist der gegenüber dem Mast (25) blockierbar ist, und der an der Rüttleranordnung (1) befestigt ist,

15 wobei die Hubeinheit (3) zwischen dem ersten und dem zweiten Schlitten angeordnet ist.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 23, bei der die Hubeinheit (3) aufweist:

20 einen Hubzylinder oder einen motorgetriebenen Seil-, Riemen-, oder Spindelantrieb.

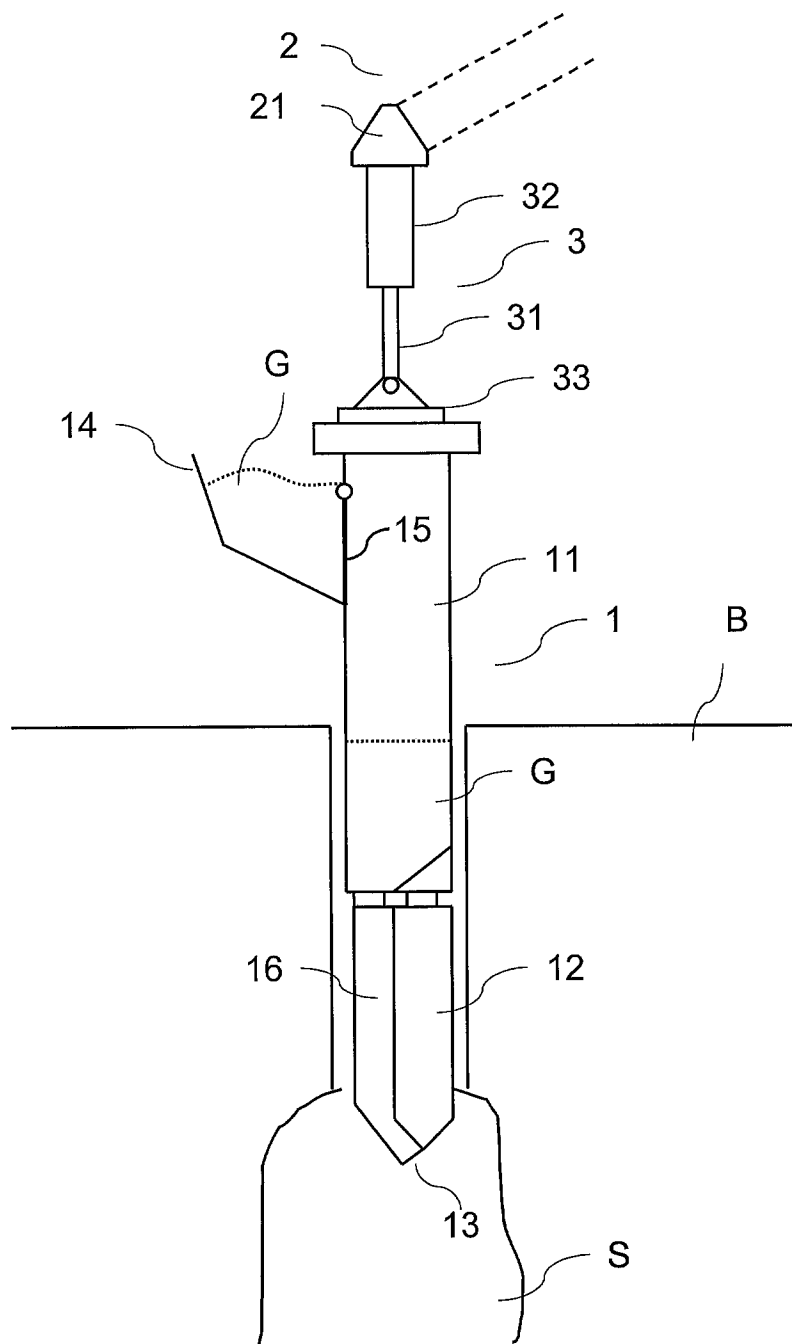


FIG 1

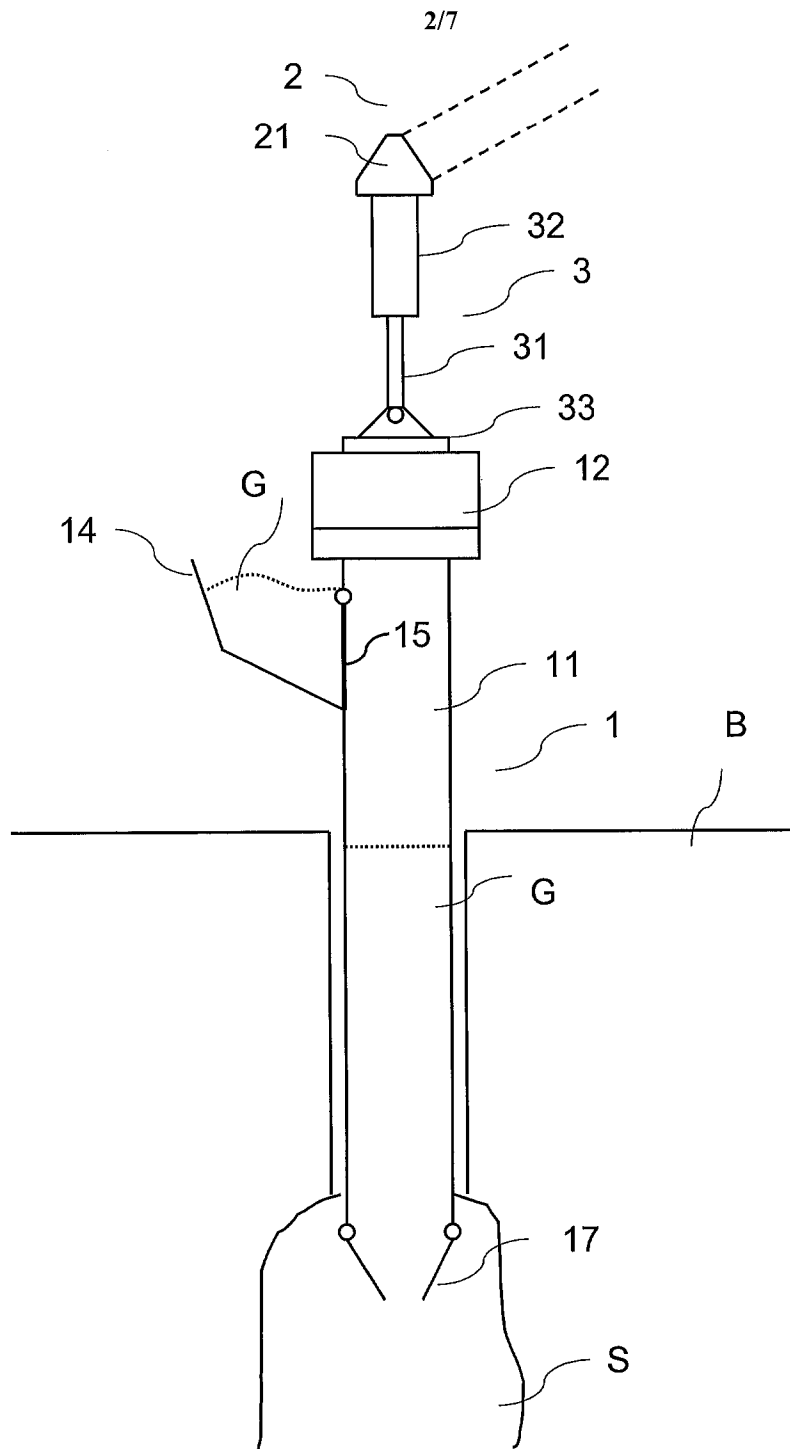


FIG 2

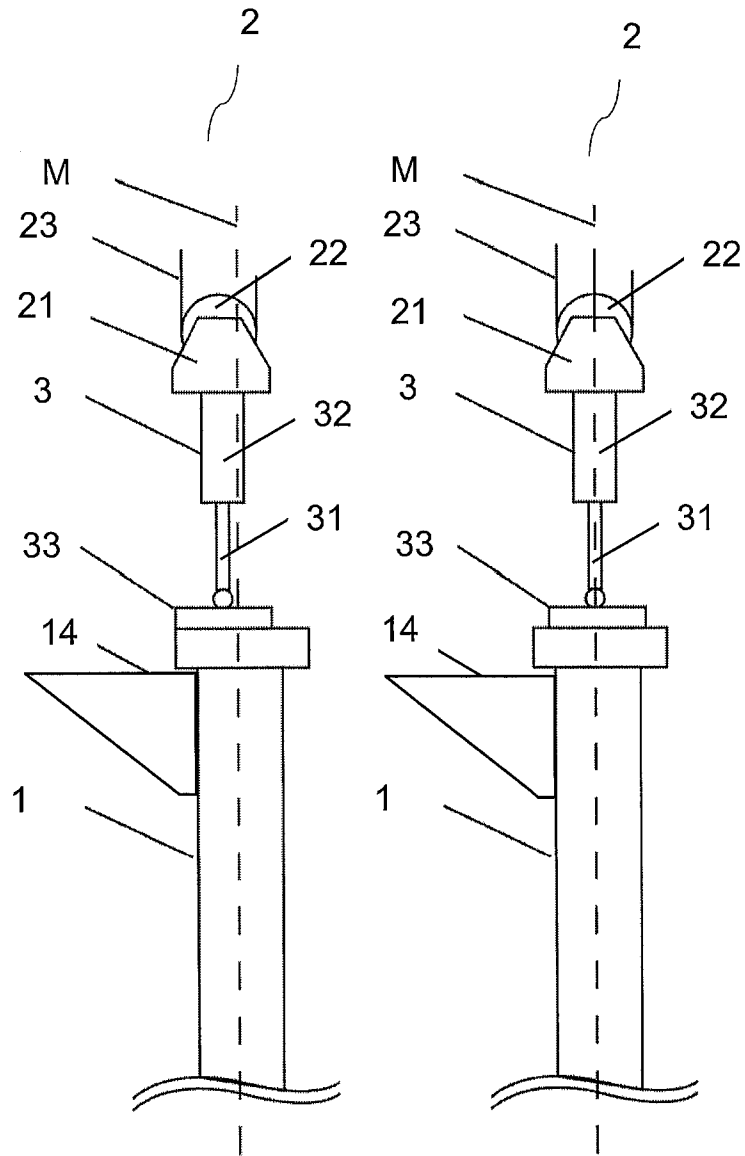


FIG 3A

FIG 3B

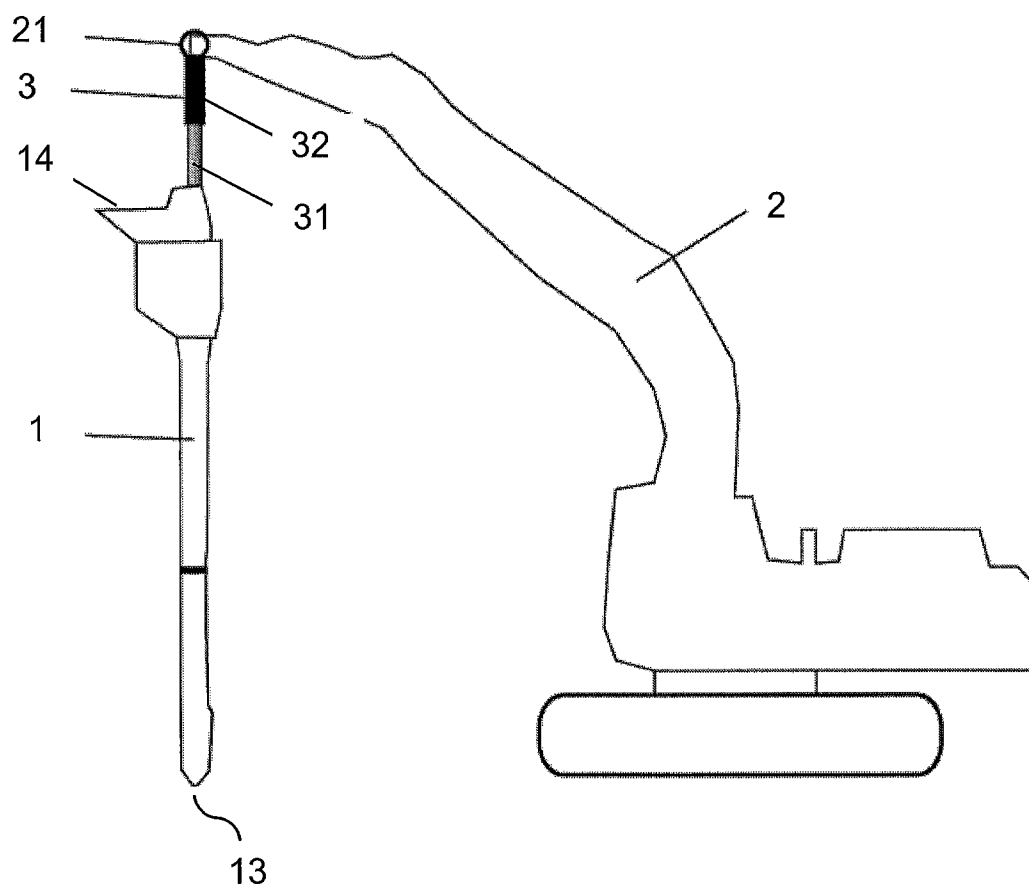


FIG 4

FIG. 5

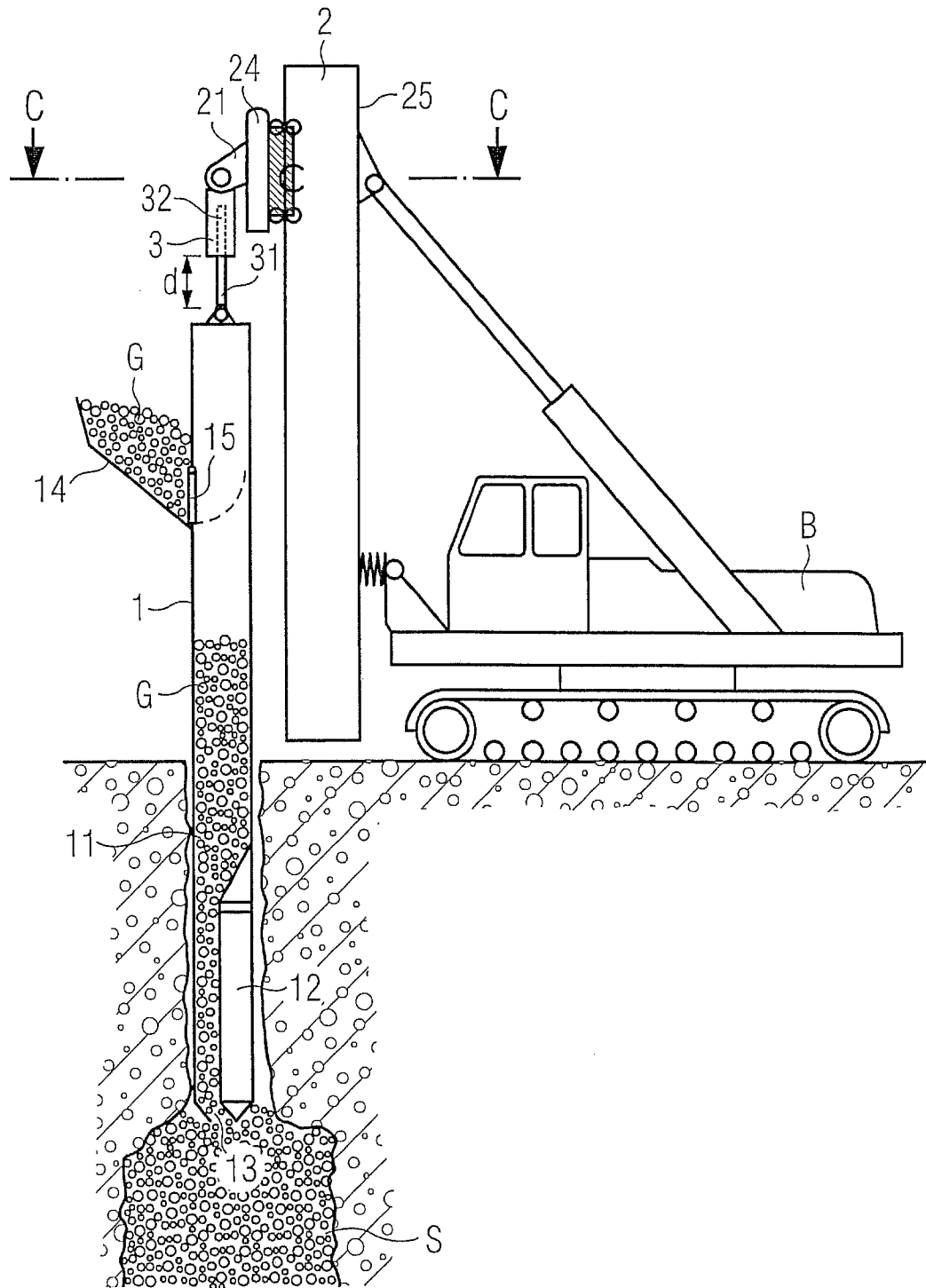
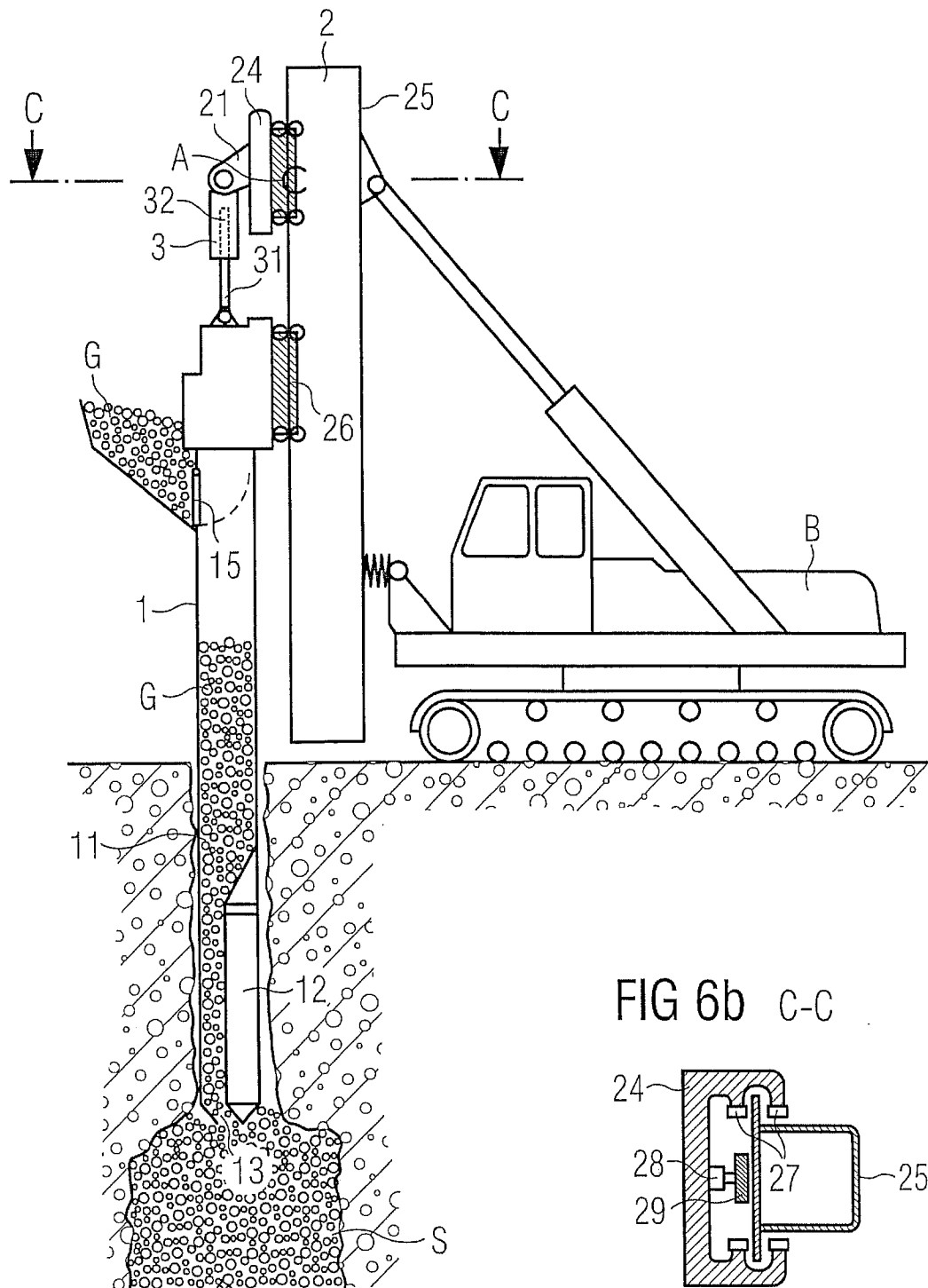


FIG 6a



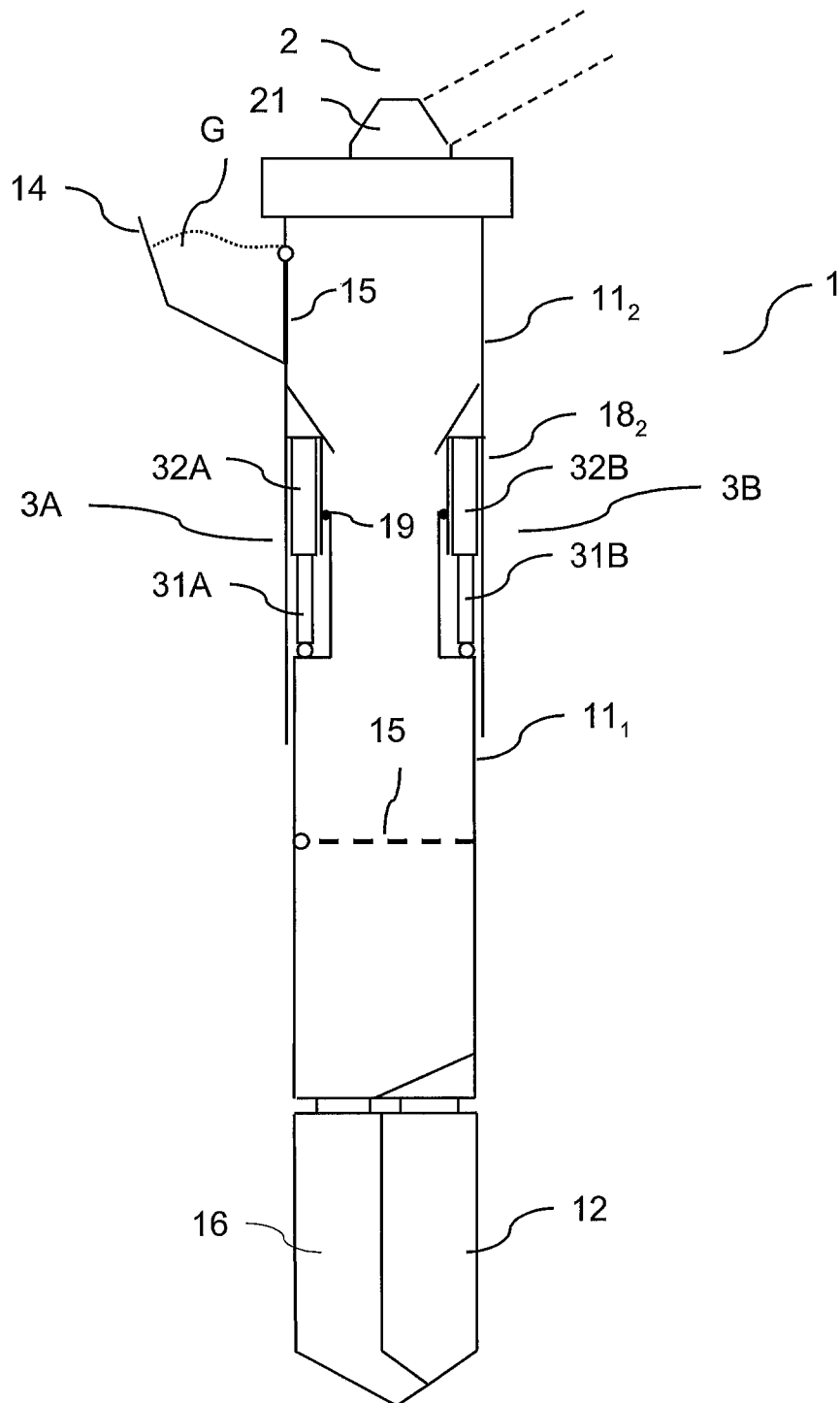


FIG 7