



(11) **EP 1 688 543 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
12.12.2012 Patentblatt 2012/50

(51) Int Cl.:
E02D 3/08 (2006.01) **E02D 5/48** (2006.01)
E02D 3/12 (2006.01) **E02D 7/14** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06000386.0**

(22) Anmeldetag: **10.01.2006**

(54) **Baugrundverbesserung durch Hybrid-Säulen**

Soil improvement using hybrid piles

Amélioration de la consolidation du sol par des colonnes hybrides

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB LI

(30) Priorität: **10.01.2005 DE 102005001227**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.08.2006 Patentblatt 2006/32

(73) Patentinhaber: **KELLER GRUNDBAU GmbH**
63067 Offenbach (DE)

(72) Erfinder: **Bret, Thierry**
69008 Lyon (FR)

(74) Vertreter: **Neumann, Ernst Dieter et al**
Neumann Müller Oberwalleney & Partner
Patentanwälte
Overstolzenstrasse 2a
50677 Köln (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-02/077136 DE-A1- 10 108 602
GB-A- 515 120 US-A- 4 730 954

- **LAURENT BRIANCON: "Renforcement des sols par inclusions rigides, Etat de l'Art en France et à l'étranger" September 2002 (2002-09), IREX , PARIS , XP002389410 * Seite 80 - Seite 81 ***
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1998, Nr. 02, 30. Januar 1998 (1998-01-30) & JP 09 268553 A (SHIMIZU CORP), 14. Oktober 1997 (1997-10-14)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1997, Nr. 11, 28. November 1997 (1997-11-28) & JP 09 177095 A (GEOTOP CORP), 8. Juli 1997 (1997-07-08)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 688 543 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Baugrundverbesserung zum Aufbau von Fundamenten durch Einbringen von Säulen in den Boden, die gemäß einem Raster über die Oberfläche verteilt sind und die jeweils einen unteren abge bundenen Säulenabschnitt aus abbin d barem Material wie Mörtel oder Beton und jeweils einen oberen verdichteten Säulenabschnitt aus rolligem Material wie Schotter haben.

[0002] Säulen dieser Art sind beispielsweise beschrieben in Sondermann, Wolfgang, Jebe, Walter: Methoden zur Baugrundverbesserung für den Neu- und Ausbau von Bahnstrecken auf Hochgeschwindigkeitslinien, Baugrundtagung 1996, Berlin. Hierbei werden die unteren Säulenabschnitte mit Schleusenrüttlern als Rüttelsäulen bzw. Verdichtungssäulen ausgeführt. In der Regel wird dabei zunächst ein Kiesfuß hergestellt, in den die Säule eingestellt wird.

[0003] Aus der DE 101 08 602 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung von Bodensäulen zur Baugrundverbesserung bekannt, bei dem verschiedene Verfahrensphasen zu unterscheiden sind, die zumindest zu zwei, gegebenenfalls zu drei voneinander unterscheidbaren Säulenabschnitten führen. Die Bodensäulen können optional einen verdickten Säulenfuß aufweisen, der aus rolligem Material mit oder ohne Bindemittelzusatz besteht. Als wesentliche Bestandteile umfassen die Bodensäulen einen unteren Säulenabschnitt, der sich gegebenenfalls auf dem Säulenfuß abstützt und der frei im gewachsenen Boden stehend von unten nach oben aus rolligem Material erzeugt ist, und einen oberen Säulenabschnitt, der eine dem Fertigstellen des unteren Säulenabschnitts zunächst eingebrachte Umhüllung aus einem Rohrkörper oder einem Geotextilschlauch aufweist, die von unten nach oben mit rolligem Material verfüllt ist, wobei die Umhüllung in den unteren Säulenabschnitt hineinreicht. Das rollige Material der Bodensäule kann mit oder ohne Bindemittelzusatz eingesetzt werden.

[0004] Aus der GB 515 120 ist ein gattungsgemäßes Verfahren zur Herstellung von Pfählen im Boden mittels Senkrohr bekannt, bei welchem ein Betonpfahl einen Kopf aus feuchtem verdichteten Sand erhält. Der Sand dient ausschließlich als Übertragungsmedium beim mechanischen Verdichten des Betons innerhalb einer oberen Bodenschicht mit geringem Scherwiderstand.

[0005] Aus der WO 02 077 136 A2 ist ein Verfahren zur Baugrundverbesserung zum Aufbau von Fundamenten bekannt, bei der in einer Schicht von geringer Tragfähigkeit Säulen aus elastischen Beton hergestellt werden, die oben frei in einer aufgeschütteten Lastübertragungsschicht aus rolligem Material etwa mittig enden. Auf dieser Lastübertragungsschicht ist mit Abstand zu den Pfahlköpfen eine Fundamentplatte oder Einzelfundamente aufgebaut.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Baugrundverbesserung der genannten Art zum Aufbau von Fundamenten bereitzu-

stellen, mit dem schnell und kostengünstig die gewünschten Verbesserungen herbeigeführt werden können, wobei das Verfahren einfach durchführbar sein soll. Die Lösung des Anspruchs 1 hierfür liegt darin, daß zum Herstellen des unteren Säulenabschnitts ein Hohlwerkzeug unter Verdrängen des Bodens eingebracht und das abbin d bare Material beim Ziehen des Hohlwerkzeugs aus diesem heraus in das Bohrloch eingebracht wird, wobei unmittelbar auf den Köpfen der Säulen Einzel- oder Streifenfundamente oder eine Fundamentplatte aufgebaut werden. Hierbei wird das abbin d bare Material, also Mörtel oder Beton, insbesondere im wesentlichen drucklos beim Ziehen des Hohlwerkzeugs in das Bohrloch ausgelassen.

[0007] Damit besteht der untere Säulenabschnitt aus einer Vollverdrängersäule, bei deren Herstellung kein gewachsener Boden ausgehoben oder ausgespült wird, während der obere Säulenabschnitt als Rüttelsäule aus rolligem, insbesondere bindemittelfreiem Material erzeugt wird. Hierbei ist der Durchmesser des oberen Säulenabschnitts vorzugsweise erheblich größer, als der Durchmesser des unteren Säulenabschnitts. Der obere Säulenabschnitt kann bis zur Unterkante des Fundaments eines zu errichtenden Gebäudes geführt werden. Der wesentliche Vorteil dieser hybrid aufgebauten Bodensäulen besteht darin, daß der obere, relativ kurze Säulenabschnitt Spannungen in der Fundamentplatte abbauen kann und damit eine reduzierte Bewehrung desselben zuläßt.

[0008] Nach einem ersten bevorzugten Verfahren ist zum Herstellen des unteren Säulenabschnitts die Verwendung eines drehenden Bohrwerkzeugs mit einer Auflast vorgesehen. Nach einem zweiten bevorzugten Verfahren ist das Herstellen des unteren Säulenabschnitts unter Verwendung eines Senkrohres mit einem Aufsatzrüttler vorgesehen. Mit beiden Methoden ist ein schnelles Niederbringen des Werkzeuges auch bei ungünstigen Bodenverhältnissen möglich, das gegenüber der relativ geringeren Einrüttelgeschwindigkeit von Tiefenrüttlern überlegen ist. Das Bohrrohr bzw. das Senkrohr kann bereits vorab mit dem aushärtbaren Material gefüllt sein, so daß ohne weitere Vorbereitungsmaßnahmen beim Ziehen des Rohres das Bohrloch für den unteren Säulenabschnitt verfüllt wird. Durch die reine Verdrängung beim Herstellen des Bohrloches entsteht bereits eine erste Baugrundverbesserung durch Bodenverdichtung. Durch die unteren Säulenabschnitte können die Bauwerkslasten in tragfähige Schichten abgetragen werden, während die oberen Säulenabschnitte die Scherkräfte schadlos aufnehmen können. Zwischen unterem Säulenabschnitt und oberem Säulenabschnitt entsteht ein Überdeckungs- oder Einbindungsbereich, wenn das rollige Material des oberen Säulenabschnitts teilweise in das noch nicht abge bundene Material des unteren Säulenabschnittes eindringt. Der Überdeckungsbereich kann in der Größenordnung 0,5 m liegen.

[0009] Geeignete Durchmesser für die Hohlwerkzeuge entsprechend den Durchmessern für das Bohrloch

des unteren Säulenabschnitts liegen etwa zwischen 200 und 600 mm.

[0010] Zum Herstellen des oberen Säulenabschnitts wird, wie an sich bekannt, ein Tiefenrüttler bis in den Kopfbereich des unteren Säulenabschnitts eingerüttelt und dann unter Ausbringen von rolligem Material gezogen. Hierbei kann durch schrittweises Ziehen und Anhalten das rollige Material des oberen Säulenabschnitts bis zum Säulenkopf verdichtet werden. Es soll Schotter oder Kies verwendet werden.

[0011] Nach einer ersten Ausführungsform ist vorgesehen, daß unmittelbar auf den Säulenköpfen Einzel- oder Streifenfundamente hergestellt werden, wobei Zwischenräume zwischen einzelnen Fundamenten durch eine Fundamentplatte ausgefüllt werden.

[0012] Nach einer zweiten Ausführungsform ist vorgesehen, daß zwischen den Köpfen einzelner Säulen zunächst eine verdichtete Ausgleichsschicht hergestellt wird, auf der dann eine Fundamentplatte hergestellt wird. Die genannte Ausgleichsschicht kann auch vorab vor dem Beginn der Säulenherstellung erzeugt werden, wobei die Säulenköpfe dann bis zur Oberkante der Ausgleichsschicht gezogen werden. Die hierauf gelegte Fundamentplatte ruht somit auf den Säulenköpfen und der dazwischenliegenden Ausgleichsschicht. Das Raster, nach dem die Säulen über der Oberfläche des Baugrundes verteilt sind, kann je nach dem Ausmaß der erforderlichen Baugrundverbesserung gewählt werden, wobei beispielsweise Rastermaße von 2, 3 oder 4 m realistische Größen darstellen. Die Tiefe der einzelnen Säulen kann bis zu ca. 20 m betragen, wobei der obere Säulenabschnitt relativ kurz im Vergleich mit dem unteren Säulenabschnitt ist.

[0013] Wesentlich für das beschriebene Verfahren ist das Herstellen der Bohrlöcher durch reines Verdrängen, wobei zur schnellen Arbeitsweise ein hohles Bohrgerüst oder ein Senkrohr mit Aufsatzrüttler verwendet wird. Die in zwei Abschnitten hergestellten Säulen verzichten auf einen besonderen Säulenfuß (Kiesfuß), sondern gründen mit ihrem unteren Säulenabschnitt unmittelbar in tragfähigen Bodenschichten. Die Säulen können durch Einzelfundamente auf den Säulenköpfen oder durch eine Zwischenschicht zwischen den Säulenköpfen untereinander stabilisiert, d. h. gewölbeartig ausgebaut werden.

[0014] Die unteren Säulenabschnitte sind nicht bewehrt und somit schnell und unkompliziert herstellbar.

[0015] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachstehend beschrieben.

Figur 1 zeigt einen erfindungsgemäß verbesserten Baugrund mit einem Streifenfundament im Vertikalschnitt durch zwei Säulen;

Figur 2 zeigt einen erfindungsgemäß verbesserten Baugrund mit einer Fundamentplatte im Vertikalschnitt durch zwei Säulen;

Figur 3 zeigt ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung einer Säule

a) die Herstellungsphase 1 des unteren Säulenabschnitts

1. Aufbau des Geräts
2. Niederbringen eines Bohrrohres
3. Ziehen des Bohrrohres unter Ausfließen von Mörtel

b) die Herstellungsphase 2 zur Herstellung des oberen Säulenabschnitts

4. Einrütteln eines Tiefenrüttlers
5. Fertigstellen des oberen Säulenabschnitts aus Schotter

c) das Bohrrohr nach Phase 1 als vergrößerte Einzelheit;

Figur 4 zeigt ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung einer Säule

a) die Herstellungsphase 1 des unteren Säulenabschnitts

1. Aufbau des Geräts
2. Niederrütteln eines Senkrohres
3. Ziehen des Senkrohres unter Ausfließen von Mörtel

b) die Herstellungsphase 2 zur Herstellung des oberen Säulenabschnitts

4. Einrütteln eines Tiefenrüttlers
5. Fertigstellen des oberen Säulenabschnitts aus Schotter

c) das Senkrohr nach Phase 1 als vergrößerte Einzelheit;

[0016] In Figur 1 sind in einem vertikalen Bodenschnitt zwei gleichartige Säulen 11 gezeigt, die jeweils einen unteren Säulenabschnitt 12 aus ausgehärtetem abbindbarem Material wie Mörtel oder Beton und einen oberen Säulenabschnitt 13 aus verdichtetem Schotter umfassen. Zwischen beiden liegt ein Übergangsabschnitt 14, der dadurch entsteht, daß Schotter in das noch nicht abgebundene Material der Säule 12 eingerüttelt wird. Auf den Säulenköpfen 15 liegt ein Einzelfundament oder Streifenfundament 16 auf, das aus dem bearbeiteten Planum 17 hervorsticht. Das Planum 17 ist mit einer Fundamentplatte 18 abgedeckt, die die Zwischenräume zwischen einzelnen Einzelfundamenten 16 ausfüllt. Das Einzelfundament 16 bildet mit zwei Säulen 11 oder mit zwei Reihen von Säulen eine Gewölbestruktur.

[0017] In Figur 2 ist ein vertikaler Bodenschnitt gezeigt,

in dem wiederum zwei senkrechte Säulen 11 geschnitten sind. Auch diese bestehen aus jeweils einem ausgehärteten unteren Säulenabschnitt 12 aus abbindbarem Material, einem oberen Säulenabschnitt 13 aus verdichtetem Schotter sowie einem Übergangsabschnitt 14, der dadurch entsteht, daß Schotter in das noch nicht abgebundene Material der Säule 12 eingerüttelt wird. In diesem Fall wird das Planum 17, auf dem eine durchgehende Fundamentplatte 18 aufliegt, von einer Ausgleichsschicht 19 gebildet, die die Zwischenräume zwischen den Säulenköpfen 15 auffüllt. Im Bereich der Säulen 11 liegt die Fundamentplatte 18 unmittelbar auf den Säulenköpfen 15 auf. In diesem Fall wird ein Gewölbe von zwei Säulen 11 bzw. zwei Säulenreihen und der Ausgleichsschicht 19 gebildet.

[0018] Gleiche zeichnerische Darstellungen für den Werkstoff entsprechen nicht unbedingt gleichen verwendeten Materialien in den beiden Figuren 1 und 2.

[0019] In Figur 3 ist in Darstellung a) die Herstellungsphase 1 zur Herstellung eines unteren Säulenabschnitts, in Darstellung b) die Herstellungsphase 2 zur Herstellung eines oberen Säulenabschnitts und in Figur c) ein Prinzipbild eines Werkzeugs für die erste Herstellungsphase dargestellt. In der ersten Phase sind drei Schritte (1 bis 3), in der zweiten Phase zwei Schritte (4, 5) unterschieden.

[0020] Im ersten Schritt ist gezeigt, wie an einer Tragraupe 21 ein Arbeitsgerüst 22 für einen Schneckenbohrer 23 vorgesehen ist. Das obere Ende des Schneckenbohrers 23 ist über einen Schlauch 24 mit einer Betonpumpe 25 verbunden. In die Betonpumpe wird bedarfsweise Beton oder frischer Mörtel aus einem Fahrzeug 26 gefüllt.

[0021] Im zweiten Schritt ist gezeigt, wie das Bohrwerkzeug 23 unter reiner Verdrängung, d.h. unter Verzicht auf Ausheben eines Kerns oder Auswerfen eines Ringraums in den Boden eingedreht wird.

[0022] Im dritten Schritt ist gezeigt, wie das Bohrwerkzeug 23 unter Ausfließenlassen des Betons oder Mörtels gezogen wird, wobei weiterhin im wesentlichen kein Erdreich ausgehoben werden soll. Der Beton oder Mörtel fließt im wesentlichen drucklos aus dem Inneren des Bohrwerkzeuges 23 in das durch Verdrängung entstandene Bohrloch 27 ein.

[0023] In Darstellung b) ist im vierten Schritt gezeigt, wie das Werkzeug an der Tragraupe 21 gewechselt worden ist, wobei nunmehr am Arbeitsgerüst 22 ein an sich bekannter Tiefenrüttler 28 mit einem Aufgabetrichter 29 befestigt ist. Der Tiefenrüttler ist in den Bereich des unteren Säulenabschnitts bereits eingerüttelt. Durch ein Fahrzeug 30 wird Schotter in den Aufgabetrichter 29 eingefüllt.

[0024] Im fünften Schritt ist gezeigt, wie der Tiefenrüttler 28 gezogen worden ist, wobei nunmehr ein unterer Säulenabschnitt 12 aus abgebundenem Material und ein oberer Säulenabschnitt 13 aus verdichtetem Schotter entstanden ist.

[0025] In Darstellung c) ist das untere Ende eines

Bohrwerkzeugs 23 mit einem Schneckenrohr 32 gezeigt, an dem symbolhaft eine außen aufsitzende Schnecke 31 zum Einbohren erkennbar ist.

[0026] Figur 4 ist in Darstellung a) die Herstellungsphase 1 zur Herstellung eines unteren Säulenabschnitts, in Darstellung b) die Herstellungsphase 2 zur Herstellung eines oberen Säulenabschnitts und in Figur c) ein Prinzipbild eines Werkzeugs für die erste Herstellungsphase dargestellt. In der ersten Phase sind drei Schritte (1 bis 3), in der zweiten Phase zwei Schritte (4, 5) unterschieden.

[0027] Im ersten Schritt ist gezeigt, wie an einer Tragraupe 21 ein Arbeitsgerüst 22 für ein Senkrohr 33 und einen Aufsatzrüttler 35 vorgesehen ist. Das obere Ende des Senkrohres 33 ist über einen Schlauch 24 mit einer Betonpumpe 25 verbunden. In die Betonpumpe wird bedarfsweise Beton oder frischer Mörtel aus einem Fahrzeug 26 gefüllt.

[0028] Im zweiten Schritt ist gezeigt, wie das Senkrohr 33 unter reiner Verdrängung, d.h. unter Verzicht auf Ausheben eines Kerns oder Auswerfen eines Ringraums in den Boden eingerüttelt wird.

[0029] Im dritten Schritt ist gezeigt, wie das Senkrohr 33 unter Ausfließenlassen des Betons oder Mörtels gezogen wird, wobei weiterhin im wesentlichen kein Erdreich ausgehoben werden soll. Der Beton oder Mörtel fließt im wesentlichen drucklos aus dem Inneren des Senkrohres in das durch Verdrängung entstandene Bohrloch 27 ein.

[0030] In Darstellung b) ist im vierten Schritt gezeigt, wie das Werkzeug an der Tragraupe 21 gewechselt worden ist, wobei nunmehr am Arbeitsgerüst 22 ein an sich bekannter Tiefenrüttler 28 mit einem Aufgabetrichter 29 befestigt ist. Der Tiefenrüttler ist in den Bereich des unteren Säulenabschnitts bereits eingerüttelt. Durch ein Fahrzeug 30 wird Schotter in den Aufgabetrichter 29 eingefüllt.

[0031] Im fünften Schritt ist gezeigt, wie der Tiefenrüttler 28 gezogen worden ist, wobei nunmehr ein unterer Säulenabschnitt 12 aus abgebundenem Material und ein oberer Säulenabschnitt 13 aus verdichtetem Schotter entstanden ist.

[0032] In Darstellung c) ist das Senkrohr 33 gezeigt, an dem ein Aufgabetrichter 34 und der Aufsatzrüttler 35 erkennbar sind. Weiterhin ist am unteren Ende des Senkrohres 33 eine steuerbare Klappe 36 gezeigt. Anstelle der steuerbaren Klappe kann auch ein Deckel verwendet werden. Zwischen dem Aufsatzrüttler 35 und dem Trichter 34 befindet sich eine Kupplung 37.

Bezugszeichenliste

[0033]

11	Säule
12	unterer Säulenabschnitt
13	oberer Säulenabschnitt
14	Überdeckungsabschnitt

- 15 Säulenkopf
- 16 Einzel-, Streifenfundament
- 17 Planum
- 18 Fundamentplatte
- 19 Ausgleichsschicht
- 20 21 Tragraupe
- 22 Arbeitsgerüst
- 23 Bohrwerkzeug
- 24 Schlauch
- 25 Betonpumpe
- 26 Frischbetonfahrzeug
- 27 Bohrloch
- 28 Tiefenrüttler
- 29 Aufgabetrichter
- 30 Laderfahrzeug
- 31 Schneckengang
- 32 Sackbohrer
- 33 Senkrohr
- 34 Aufgabetrichter
- 35 Aufsatzrüttler
- 36 Klappe
- 37 Kupplung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Baugrundverbesserung zum Aufbau von Fundamenten durch Einbringen von Säulen (11) in den Boden, die gemäß einem Raster über die Oberfläche verteilt sind und die jeweils einen unteren abgebundenen Säulenabschnitt (12) aus abbindbarem Material wie Mörtel oder Beton und jeweils einen oberen verdichteten Säulenabschnitt (13) bestehend aus rolligem Material wie Schotter haben, wobei zum Herstellen des unteren Säulenabschnitts (12) ein Hohlwerkzeug unter Verdrängung des Bodens niedergebracht und das abbindbare Material beim Ziehen des Hohlwerkzeugs aus diesem heraus in das Bohrloch (27) eingebracht wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** unmittelbar auf den Köpfen (15) der Säulen (11) Einzel- oder Streifenfundamente (16) oder eine Fundamentplatte (18) aufgebaut werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** beim Ziehen des Hohlwerkzeugs das abbindbare Material unverdichtet ausgebracht wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** zum Herstellen des unteren Säulenabschnitts ein drehendes Bohrwerkzeug (23) mit einer Auflast verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** zum Herstellen des unteren Säulenabschnitts

ein Senkrohr (33) mit einem Aufsatzrüttler (35) verwendet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** zum Herstellen des oberen Säulenabschnitts (13) ein Tiefenrüttler (28) in das offene Bohrloch (27) eingerüttelt wird und das rollige Material beim Ziehen des Tiefenrüttlers (28) aus diesem heraus in das Bohrloch (27) eingebracht wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Tiefenrüttler (28) zur Herstellung eines Überdeckungsbereiches (14) zwischen den beiden Säulenabschnitten (12, 13) in den unteren Säulenabschnitt (12) vor dem Abbinden des abbindbaren Materials, insbesondere ca. 0,5 m, eingerüttelt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** mittels des Hohlwerkzeugs ein Bohrloch (27) von ca. 200 bis 600 mm Durchmesser ausschließlich durch Verdrängen erzeugt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Bohrloch (27) bis zu einer Tiefe von ca. 20 m erstellt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen den Köpfen (15) der Säulen (11) eine verdichtete Ausgleichsschicht (19) hergestellt wird, auf der die Fundamentplatte (18) hergestellt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ausgleichsschicht (19), auf der abschließend die Fundamentplatte (18) hergestellt wird, vor dem Herstellen der Säulen (11) hergestellt wird, deren Köpfe (15) bis in die Ausgleichsschicht (19) reichen.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Raster von höchstens ca. 4 m Rastermaß für die Anordnung der Säulen (11) verwendet wird.

Claims

1. A method of foundation ground improvement by introducing piles (11) into the soil, which piles (11) are distributed in the form of a grid over the surface and which each comprise a lower bound pile portion (12) out of a bindable material such as mortar or concrete and an upper compacted pile portion (13) comprising

- an non-cohesive material such as crushed stones, wherein, for producing the lower pile portion (12) a hollow tool is sunk thereby displacing the soil and, while the hollow tool is being lifted, the bindable material is moved out of same and introduced into the borehole (27),
characterised in
that individual or strip foundations (16) or a foundation plate (18) are built up directly on to the heads (15) of the piles (11) .
2. A method according to claim 1,
characterised in
that, while the hollow tool is being lifted, the bindable material flows out in an uncompacted condition.
3. A method according to any one of claims 1 or 2,
characterised in
that, for producing the lower pile portion, a rotating drilling tool (23) with a surface load is being used.
4. A method according to any one of claims 1 or 2,
characterised in
that, for producing the lower pile portion, a vertical pipe (33) with a vibratory hammer (35) is being used.
5. A method according to any one of claims 1 to 4,
characterised in
that, for producing the upper pipe portion (13), a depth vibrator (28) is vibrated into the open borehole (27) and, while the depth vibrator (28) is being lifted, the non-cohesive material is moved out of same and introduced into the borehole (27).
6. A method according to claim 5,
characterised in
that, for producing a transition region (14) between the two pile portions (12, 13), the depth vibrator (28) is vibrated into the lower pile portion (12) prior to the bindable material having set, in particular by approximately 0.5 m.
7. A method according to any one of claims 1 to 6,
characterised in
that, by means of the hollow tool, a borehole (27) with approximately 200 to 600 mm diameter is produced by displacement only.
8. A method according to any one claims 1 to 7,
characterised in
that the borehole (27) is produced down to a depth of approximately 20 m.
9. A method according to any one of claims 1 to 8,
characterised in
that a compacted compensating layer (19) is produced between the heads (15) of the piles (11), on which the foundation plate (18) is produced.
10. A method according to claim 9,
characterised in
that the compensating layer (19), on which subsequently there is produced the foundation plate (18), is produced prior to the production of the piles (11) whose heads (15) reach as far as and into the compensating layer (19).
11. A method according to claim 1 to 10,
characterised in
that a grid with a grid dimension of approximately 4 m is used for arranging the piles (11).
- Revendications**
1. Procédé pour l'amélioration d'un sol de fondation, en vue d'y installer des fondations, par l'introduction dans le sol de colonnes (11) qui sont réparties sur la surface suivant un quadrillage et qui possèdent chacune une partie inférieure de colonne durcie (12) en matériau durcissable tel que du mortier ou du béton et une partie supérieure de colonne compactée (13) constituée de matériau pulvérulent tel que de la pierraille, sachant que pour réaliser la partie inférieure de colonne (12), on enfonce un outil creux en refoulant le sol, et le matériau durcissable est introduit dans le trou foré (27) lorsqu'on tire l'outil creux hors de celui-ci,
caractérisé en ce qu'on installe directement sur les têtes (15) des colonnes (11) des semelles de fondation (16) individuelles ou filantes ou une dalle de fondation (18).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le matériau durcissable est déversé sans être compacté lorsqu'on tire l'outil creux.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'on** utilise pour réaliser la partie inférieure de colonne un outil de forage rotatif (23) avec une surcharge.
4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'on** utilise pour réaliser la partie inférieure de colonne un tube de forage (33) avec un vibreur rapporté (35).
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que**, pour réaliser la partie supérieure de colonne (13), on enfonce dans le trou foré ouvert (27) un appareil pour vibration profonde (28) en le faisant vibrer, et le matériau pulvérulent est introduit dans le trou foré (27) lorsqu'on tire l'appareil pour vibration profonde (28) hors de celui-ci.
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que**, afin de réaliser une zone de chevauchement

(14) entre les deux parties de colonne (12, 13), on enfonce notamment d'environ 0,5 m l'appareil pour vibration profonde (28) dans la partie inférieure de colonne (12), en le faisant vibrer, avant le durcissement du matériau durcissable.

5

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'on** produit au moyen de l'outil creux un trou foré (27) d'environ 200 à 600 mm de diamètre exclusivement par refoulement.

10

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'on** crée le trou foré (27) jusqu'à une profondeur d'environ 20 m.

15

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'on** réalise entre les têtes (15) des colonnes (11) une couche d'égalisation compactée (19), sur laquelle est réalisée la dalle de fondation (18).

20

10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la couche d'égalisation (19) sur laquelle est ensuite réalisée la dalle de fondation (18) est réalisée avant de réaliser les colonnes (11), dont les têtes (15) s'étendent jusque dans la couche d'égalisation (19).

25

11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'on** utilise pour la disposition des colonnes (11) un quadrillage avec une dimension de quadrillage d'au plus environ 4 m.

30

35

40

45

50

55

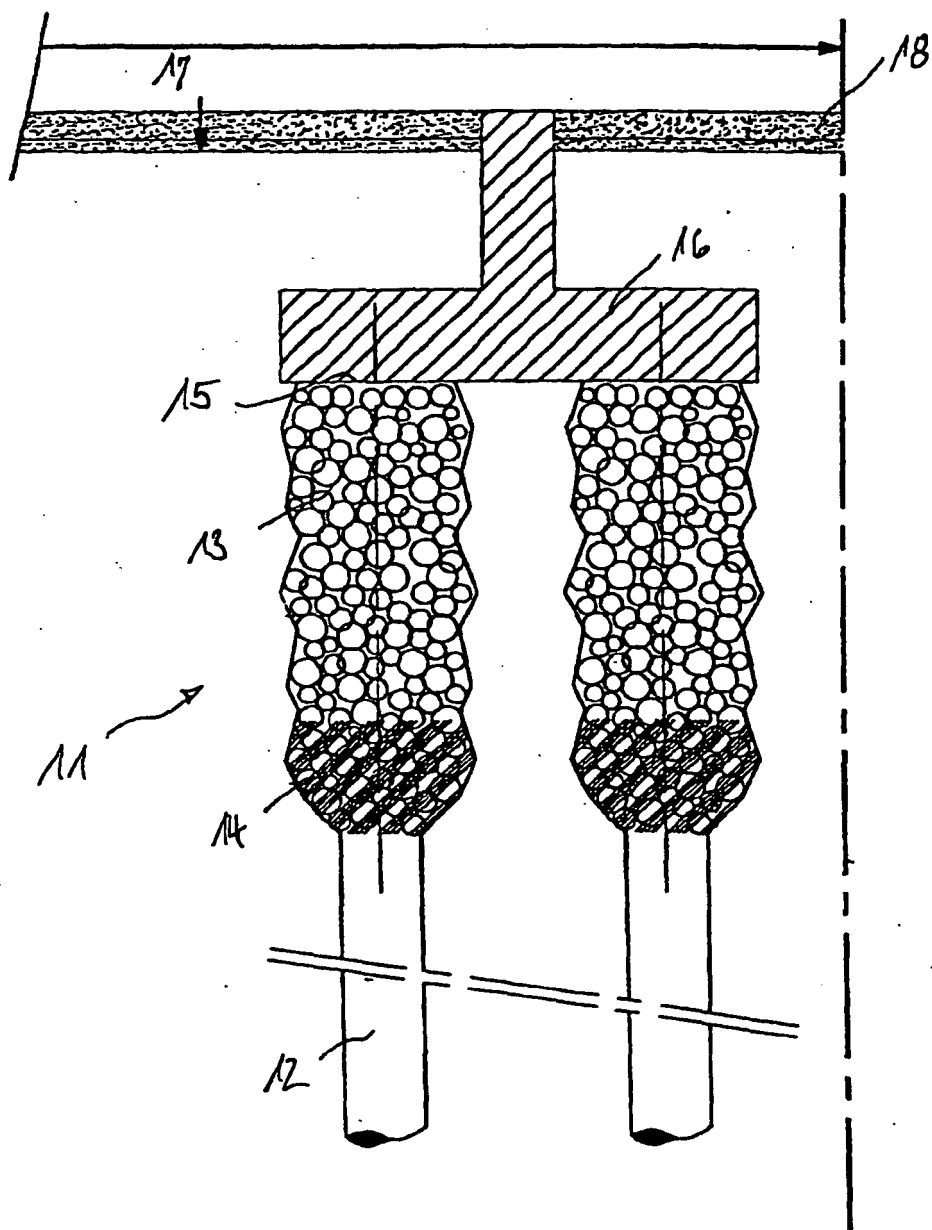


FIG. 1

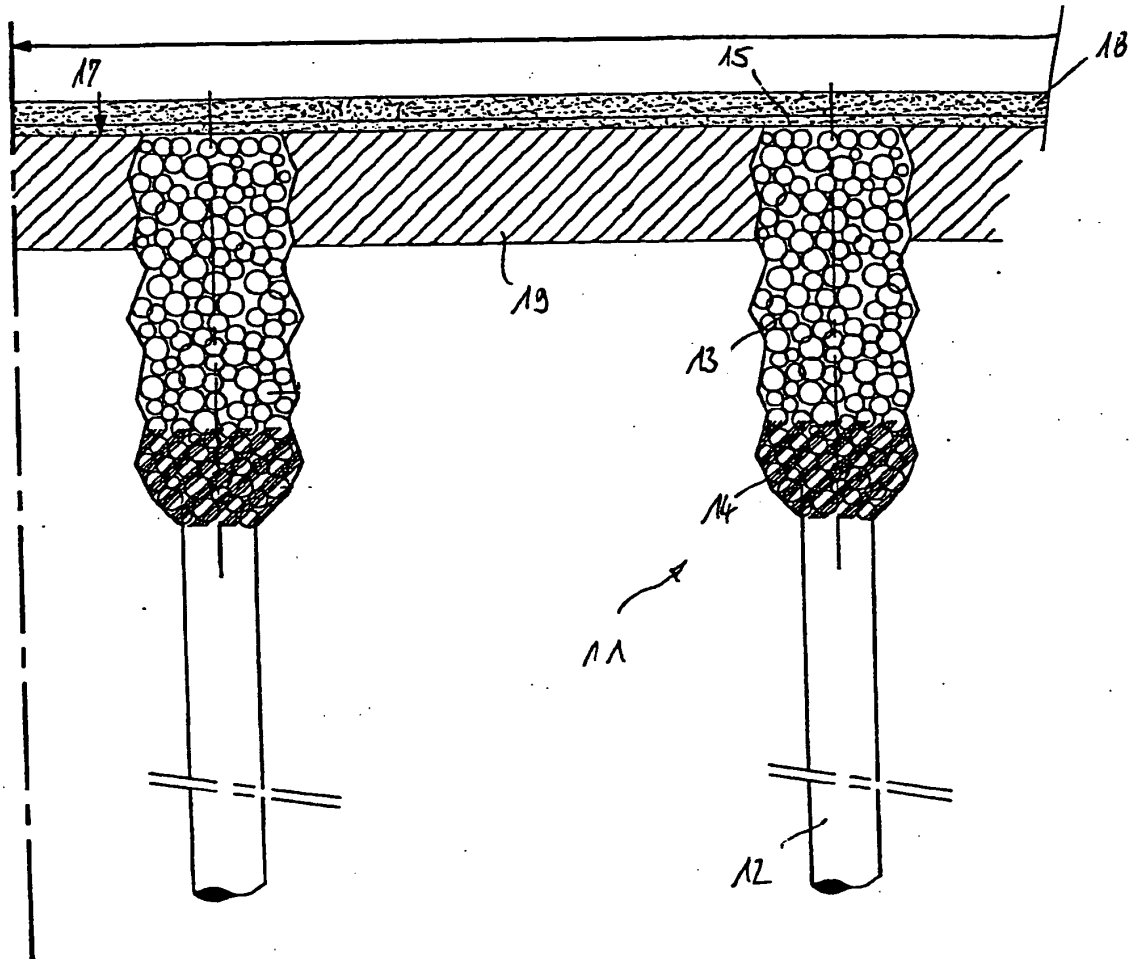
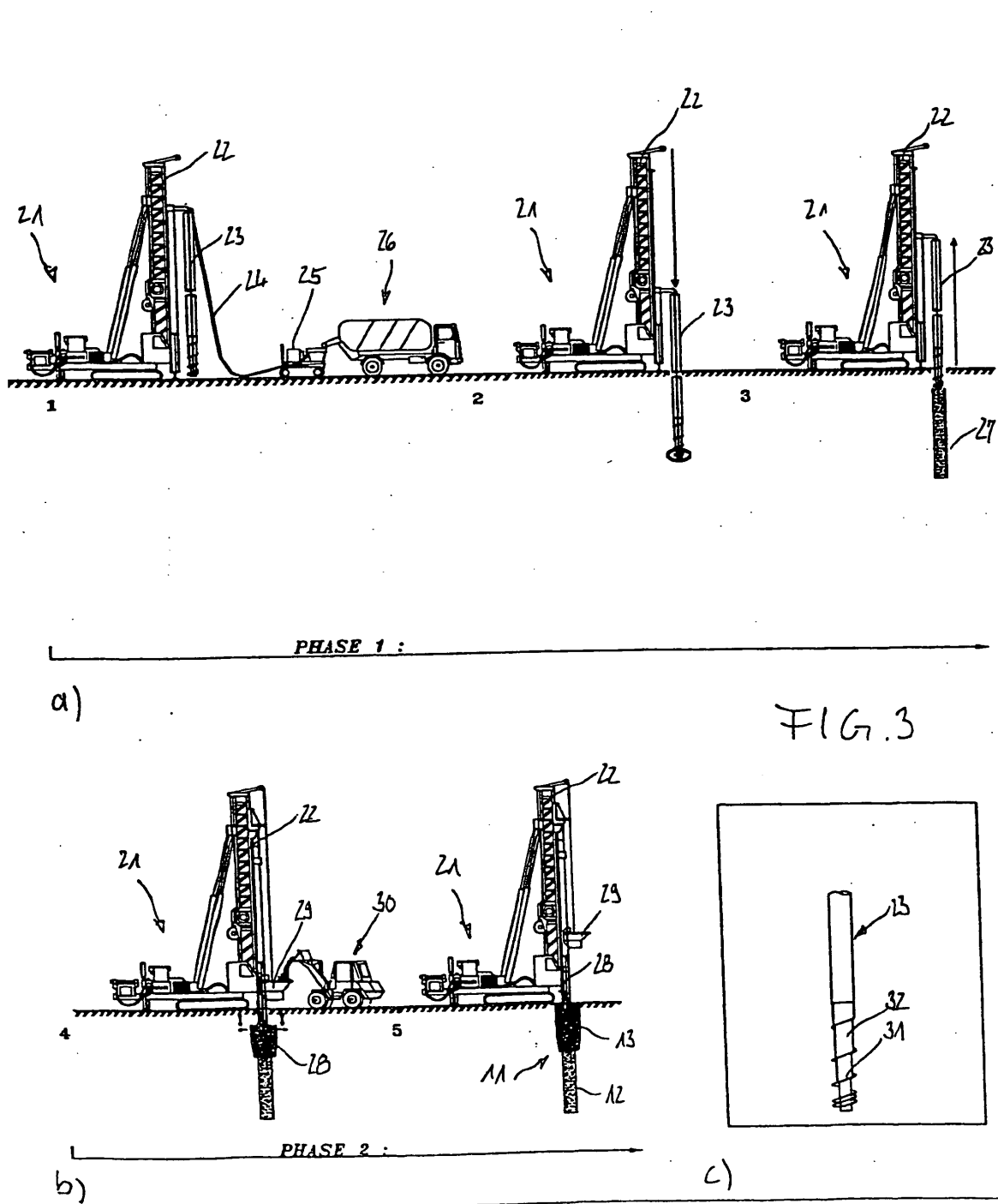
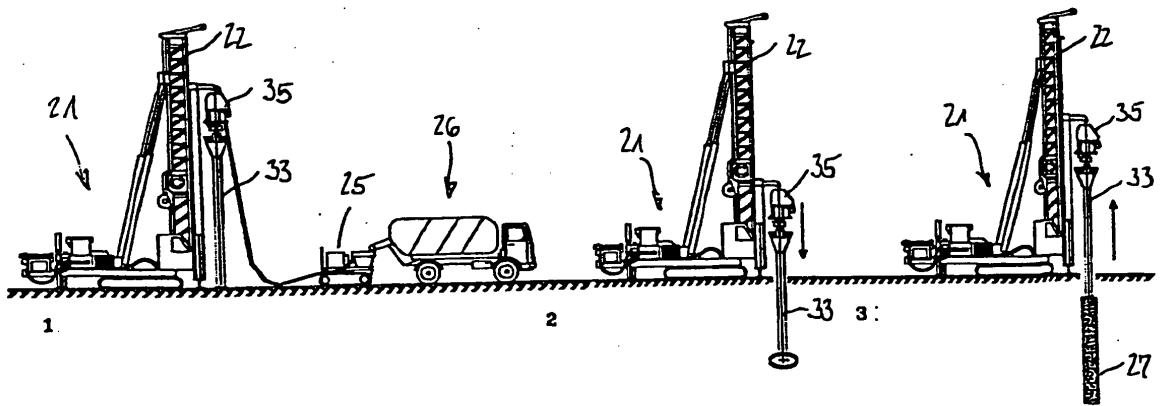


FIG. 2

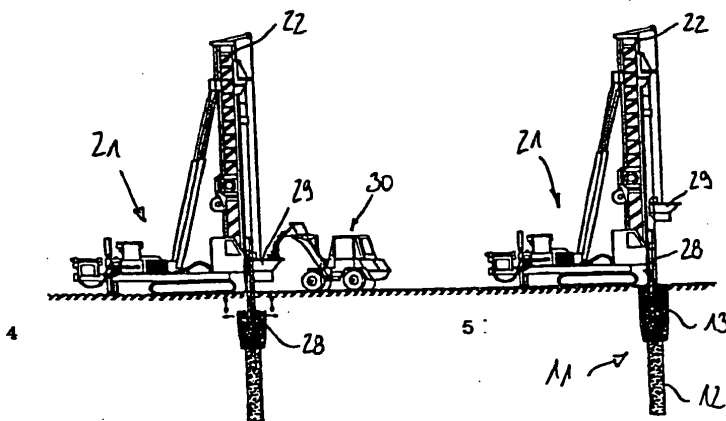




PHASE 1 :

a)

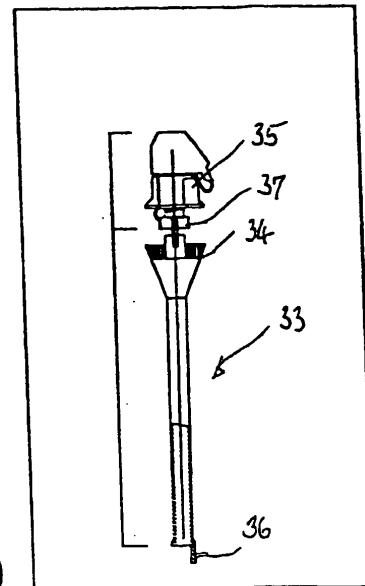
FIG. 4



PHASE 2 :

b)

c)



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 Patentedokumente

- DE 10108602 A1 [0003]
- GB 515120 A [0004]
- WO 02077136 A2 [0005]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **SONDERMANN ; WOLFGANG ; JEBE ; WALTER.**
Methoden zur Baugrundverbesserung für den Neu- und Ausbau von Bahnstrecken auf Hochgeschwindigkeitslinien. *Baugrundtagung*, 1996 [0002]