

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 069 245 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
17.12.2003 Patentblatt 2003/51

(51) Int Cl.7: **E02D 3/12**

(21) Anmeldenummer: **00114684.4**

(22) Anmeldetag: **08.07.2000**

(54) Verfahren zur Bodenverbesserung mittels Kalksäulen

Process of improving ground by means of lime columns

Procédé d'amélioration de sols au moyen de colonnes de chaux

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **16.07.1999 FR 9909376**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.01.2001 Patentblatt 2001/03

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

(72) Erfinder: **Seher, Winfried, Dipl.-Ing.
77749 Hohberg (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 903 440 DE-A- 4 125 576

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 090 (M-803), 2. März 1989 (1989-03-02) & JP 63 284308 A (HAZAMA GUMI LTD), 21. November 1988 (1988-11-21)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 02, 29. Februar 1996 (1996-02-29) & JP 07 279153 A (NAKATOMI KURIMOTO;OTHERS: 01), 24. Oktober 1995 (1995-10-24)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 03, 31. März 1997 (1997-03-31) & JP 08 311857 A (HATSUYOU KENSETSU KK), 26. November 1996 (1996-11-26)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 069 245 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bodenverbesserung mittels Einbringens eines trockenen Bindemittels über ein zuvor in den Boden abgesenktes Senkrohr, das ein zylindrisches Mantelrohr und eine am unteren Ende des Mantelrohres liegende Klappe aufweist. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

[0002] Es sind verschiedene Verfahren zur Bodenverbesserung bekannt, bei denen die Bindemittel aus in den Boden eingetriebenen Injizierrohren in verschiedenen Tiefen in den Boden injiziert werden. Es sind weiterhin Verfahren zur Herstellung von Ortbetonpfählen bekannt, bei denen ein mit einer geschlossenen unterliegenden Klappe leer in den Boden eingetribenes Senkrohr mit Beton verfüllt und anschließend unter Erzeugen des Ortbetonpfahles mit geöffneter Klappe gezogen wird. Hierzu kann auf die CH-PS 538 573 und auf die DE 41 37 541 A1 verwiesen werden.

[0003] Aus der EP 0 903 440 A2 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bodenverbesserung mittels pulvrigem Bindemittel bekannt. Hiernach wird das Bindemittel mit Überdruck über einen Aufgabeebehälter in ein Schleusenrohr eingeblasen, der am oberen Ende des Schleusenrohres angeordnet ist. Am unteren Ende des Schleusenrohres, an dem ein Rüttler angeordnet ist, tritt das Bindemittel aus dem Schleusenrohr aus. Die zum Einblasen des Bindemittels verwendete Druckluft wird über den Aufgabeebehälter, also vor dem Schleusenrohr, abgeblasen, wodurch die Luftströmung im Schleusenrohr gering ist.

[0004] Aus der DE 41 25 576 A1 ist ein Verfahren zum Einpressen von Pulver in weichen Böden bekannt, bei dem das Pulver zunächst mit einem erhöhten Luftpotenzial versehen und anschließend mittels Druckluft über dünne Rohre in den Boden eingepreßt wird. Das Ableiten der Druckluft wird nicht diskutiert.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur Bodenverbesserung bereitzustellen, mit denen sowohl Anschüttungen als auch gewachsene Bodenformationen nachhaltig verbessert werden können. Die Lösung besteht in einem Verfahren in der folgenden Schrittfolge: das Senkrohr wird mit geschlossener Klappe bis auf eine vorbestimmte Tiefe senkrecht in den Boden eingetrieben, dem Inneren des Mantelrohres wird das trockene Bindemittel zugeführt, nach dem Füllen des Mantelrohres bis zu einer Teilhöhe mit trockenem Bindemittel wird das Senkrohr bei sich öffnender Klappe unter weiterem Nachführen von trockenem Bindemittel aus dem Boden gezogen, wobei eine Säule aus trockenem Bindemittel im Boden entsteht, wobei das trockene Bindemittel mit Druckluft als Trägermedium in das Mantelrohr eingeblasen wird, während gleichzeitig Luft vom unteren Ende des Mantelrohres über ein in diesem längsverlaufendes Innenrohr austritt. Das Füllen des Mantelrohres erfolgt insbesondere bis zu seiner halben Höhe, bevor es gezogen wird. Die Luft

kann währenddessen über das Innenrohr aus dem Mantelrohr abgesaugt werden, solange sich das Bindemittel in einem fluidisierten, stark mit Luft angereicherten Zustand befindet.

[0006] Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfaßt ein Senkrohr, bestehend aus einem zylindrischen Mantelrohr und einer am unteren Ende des Mantelrohres angeordneten Klappe, bei dem das Mantelrohr an seinem oberen Ende mit einer Vorrichtung zur Förderung des trockenen Bindemittels verbunden ist und ein Druckluftheizer oder ein Gebläse zur Förderung des trockenen Bindemittels mit Druckluft als Trägermedium in das Mantelrohr vorgesehen ist und ein in diesem längsverlaufendes Innenrohr mit seinem unteren Ende frei im Mantelrohr endet und mit seinem oberen Ende aus dem Mantelrohr austritt und mit der Umgebung verbunden ist. Das Innenrohr kann insbesondere mit einem Sauggebläse zur Absaugung von Luft aus dem Mantelrohr verbunden sein.

[0007] Bei der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist insbesondere vorgesehen, daß vorab ein Gitterraster mit einem Rastermaß von insbesondere 15 bis 100 cm auf der Bodenoberfläche markiert wird, in dem jeder Rasterpunkt die Position einer Säule bestimmt. Der äußere Durchmesser des Mantelrohres entspricht im wesentlichen dem Enddurchmesser der einzelnen Säule von insbesondere 100 bis 200 mm. Nachdem vorab ein Gitterraster auf die Bodenoberfläche aufgetragen worden ist, werden an jedem Rasterpunkt die folgenden Verfahrenshandlungen vorgenommen. Das Senkrohr mit der geschlossenen Klappe wird mittels bekannter Handhabungsgeräte in den Boden eingedrückt, eingerüttelt oder eingeschlagen, bis sein unteres Ende die erforderliche Tiefe erreicht hat, wobei das obere Ende noch über die Bodenoberfläche hinausragt. Nach Erreichen der Endtiefe wird trockenes Bindemittel in das Mantelrohr eingeleitet, wobei über das Innenrohr gleichzeitig Luft entweichen kann bzw. abgesaugt wird. Das Einbringen des trockenen Bindemittels kann mit einer geeigneten Pumpe oder mit einem Gebläse, in dem Druckluft dann als Trägermedium wirkt, erfolgen. Die Druckluft kann hier dabei auch gepulst werden. Über das Innenrohr soll die Druckluft entspannt werden bzw. gegebenenfalls zur Verdichtung des trockenen Bindemittels abgesaugt werden, wobei das Mitansaugen von Bindemitteln selber in nennenswertem Umfang vermieden werden soll. Ist das Mantelrohr zumindest bis zu einer Teilhöhe, beispielsweise zur Hälfte gefüllt, wird es langsam nach oben aus dem Boden gezogen, wobei sich die Klappe selbsttätig öffnet oder zwangsgesteuert geöffnet wird und das trockene Bindemittel als Säule relativ geringen Durchmessers im Boden verbleibt. Danach wird die Vorrichtung auf einen anderen Rasterpunkt des Gitternetzes verfahren und der Vorgang wiederholt. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn als trockenes Bindemittel Kalk und/oder Zement verwendet wird.

[0008] Die Wirkungsweise der Säulen aus Kalk und/

oder Zement, d.h. von Säulen aus trockenen hydraulischen Bindemitteln, besteht im Falle des ungelöschten Kalkes CaO

- auf einer Reaktion der Hydratation (Bildung von Ca (HO₂)), die sehr exotherm sein kann und sich in einer Verminderung des Wassergehaltes des Bodens auswirkt;
- einer Veränderung der geotechnischen Eigenschaften des Bodens durch Anlagerung von Ca-Ionen und Ausflockung von Tonpartikeln, die sich in einer Erhöhung des Scherwiderstandes und einer Verminderung der Kompressibilität auswirken;
- einer Veränderung der Struktur des Tons durch die Bildung von Aluminaten und Silikaten von Calciumhydraten.

[0009] Im Falle der Verwendung von Zement sind die Wirkungen geringer ausgeprägt, dagegen ist hier die Reaktion bei Anwesenheit von Wasser sehr viel schneller. Zur Vereinigung beider Wirkungen kann mit Mischungen aus Kalk und Zement gearbeitet werden.

[0010] Die Wirkung des Senkrohres hat mehrere Aspekte, nämlich das Verdrängen des Bodens zur Bildung eines Hohlraums beim Eindrücken des Senkrohres, dann den Eintrag des Kalkes oder Zementes in den Hohlraum bei gleichzeitiger provisorischer Verrohrung des Hohlraumes im Boden und schließlich die Formung der Säule aus Bindemittel im Boden beim Ziehen des Senkrohres.

[0011] Das Ziehen des Senkrohres kann kontinuierlich oder in Schritten mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit erfolgen, wobei die Geschwindigkeit des Ziehens der Geschwindigkeit des gegebenenfalls noch fortdauernden Nachführens von Bindemittel angepaßt werden muß.

[0012] Das Senkrohr wird üblicherweise am Mäklar eines Raupenfahrzeugs angehängt, dessen Führungsschlitten mit Eintreibmitteln versehen sind.

[0013] Der Maschinenführer des Raupenfahrzeuges kann die Neigung des Mäklars, die Tiefe des Eintreibens und den Mengenstrom an zugegebenem Kalk bzw. Zement überwachen und steuern.

[0014] Die Erfindung wird nachstehend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Senkrohr im Vertikalschnitt;

Fig. 2 zeigt eine erste Phase des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 3 zeigt

- a) eine zweite Phase,
- b) eine dritte Phase,

c) eine vierte Phase

des erfindungsgemäßen Verfahrens jeweils mit einem Raupenfahrzeug mit Mäklar;

Fig. 4 zeigt Anlagenteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0015] In Figur 1 ist ein erfindungsgemäßes Senkrohr 11 in vertikaler, benutzungsgerechter Lage gezeigt. Dieses umfaßt ein zylindrisches Mantelrohr 12 und ein darin längsverlaufendes Innenrohr 13 von geringerem Durchmesser, das unten offen ist und in geringerem Abstand von dem Ende des Mantelrohres 12 frei endet. Mittel zur Halterung des Innenrohres 13 im Mantelrohr 12 sind hier zur Vereinfachung nicht dargestellt. Das Senkrohr 11 hat am oberen Ende ein Kopfstück 14, das zum Angriff einer Eintreibvorrichtung dient. Unterhalb des Kopfstückes 14 hat das Mantelrohr 12 einen ersten seitlichen Stutzen 15, durch den trockenes Bindemittel in das Mantelrohr eingeblasen wird. Das Innenrohr 13 hat am oberen Ende unterhalb des Kopfstückes 14 einen Krümmer 16, der durch die Wandung des Mantelrohres hindurchtritt und aus dem verdrängte Luft aus dem Mantelrohr 12 entweichen kann, oder Luft aus dem Innenrohr 13 und damit aus dem Mantelrohr 12 abgesaugt werden kann, wie durch Symbole angedeutet. Am unteren Ende hat das Mantelrohr eine Klappe 17, die das Mantelrohr beim Eintreiben in den Boden verschließen kann, während sie beim Ziehen des Senkrohres aus dem Boden sich selbstständig öffnen kann, so daß ein Strom vom trockenem Bindemittel, der durch einen Pfeil 18 angedeutet ist, aus dem Mantelrohr austreten kann. Der Außendurchmesser des Mantelrohres ist mit d_m gekennzeichnet.

[0016] In Figur 2 ist in perspektivischer Ansicht eine Bodenoberfläche ausschnittsweise symbolisiert, auf der ein Gitterraster 21 gezeigt ist, dessen Kreuzungspunkte in zwei zueinander senkrechten Richtungen um den gleichen Einheitsabstand a voneinander entfernt sind. Auf einem Teil der Rasterpunkte sind bereits fertiggestellte Säulen 22 sichtbar, von denen zwei in Vertikalschnitt dargestellt sind; diese haben Säulendurchmesser d_s .

[0017] In Figur 3 ist ein Vertikalschnitt durch eine obere Bodenschicht dargestellt. Auf der Bodenoberfläche 31 steht ein Raupenfahrzeug 32 auf. Dieses besitzt einen vertikal aufgestellten Mäklar 33 mit einem Schlitten 34. Am Schlitten 34 ist ein Senkrohr 11 befestigt, das bereits vorher beschrieben worden ist. Zum Raupenfahrzeug führt eine Schlauchleitung 35, die bis zum oberen Ende des Senkrohres 11 führt.

[0018] In Figur 3a sind fünf fertig ausgeführte Säulen 22 erkennbar. Zur Bildung einer weiteren Säule wird das Senkrohr gerade im Rasterabstand eingedrückt bzw. eingerammt, wie durch einen Vertikalpfeil dargestellt ist.

[0019] Mit einem weiteren Pfeil ist die allgemeine Arbeitsfortschrittsrichtung des Raupenfahrzeugs ange-

deutet.

[0020] In Figur 3b ist das Senkrohr 11 bis auf die Tiefe eingedrückt oder eingeschlagen, in der die fertigen Säulen 22 enden. In dieser Position beginnt die nächste Arbeitsphase, indem über die Leitung 35 nunmehr trockenes Bindemittel in das Senkrohr eingeblasen wird, während Luft gleichzeitig am oberen Ende austreten kann.

[0021] In Figur 3c ist die nächste Phase der Herstellung einer Säule kurz vor ihrem Abschluß gezeigt. Das Senkrohr 11 ist wie durch einen Pfeil angedeutet, weitgehend aus dem Boden gezogen. Bei geöffneter Klappe am unteren Ende des Senkrohres ist durch Ausfließen des trockenen Bindemittels eine weitere Säule 22 nahezu fertiggestellt.

[0022] In Figur 4 sind die Geräteeinheiten zur Versorgung der Leitung 35 dargestellt. Im einzelnen ist ein Silo 41 für trockenes Bindemittel gezeigt, aus dem über einen Schneckenförderer 42 mit Antriebsmotor 43 Bindemittel in einen Aufgabetrichter 44 einer Dosierpumpe 45 aufgegeben wird. An die Dosierpumpe 45 ist ein Druckluftkompressor 46 angeschlossen, der Druckluft als Trägermedium für das Bindemittel erzeugt, das dann über die Leitung 35 zum Senkrohr gefördert wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bodenverbesserung mittels Einbringens eines trockenen Bindemittels über ein zuvor in den Boden abgesenktes Senkrohr (11), das ein zylindrisches Mantelrohr (12) und eine am unteren Ende des Mantelrohres liegende Klappe (17) aufweist, mit der folgenden Schrittfolge:

das Senkrohr wird mit geschlossener Klappe bis auf eine vorbestimmte Tiefe senkrecht in den Boden eingetrieben,

dem Inneren des Mantelrohres wird das trockene Bindemittel zugeführt,

nach dem Füllen des Mantelrohres bis zu einer Teilhöhe mit trockenem Bindemittel wird das Senkrohr bei geöffneter Klappe unter weiterem Nachführen von Bindemittel aus dem Boden gezogen, wobei eine Säule aus trockenem Bindemittel im Boden entsteht, wobei das trockene Bindemittel mit Druckluft als Trägermedium in das Mantelrohr eingeblasen wird,

dadurch gekennzeichnet,

daß während des Einblasens gleichzeitig Luft vom unteren Ende des Mantelrohres über ein in diesem längsverlaufendes Innenrohr (13) in die Umgebung austritt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

daß das Füllen des Mantelrohres zumindest bis zu seiner halben Höhe erfolgt, bevor es gezogen wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet,** **daß** Luft über das Innenrohr aus dem Mantelrohr abgesaugt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** **daß** vorab ein Gitterraster auf der Bodenoberfläche markiert wird, in dem jeder Rasterpunkt die Position einer Säule bestimmt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,** **daß** die Gitterlinien mit untereinander gleichmäßigem Abstand voneinander von zwischen 15 und 100 cm markiert werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,** **daß** die Säulen mit einem Durchmesser von 100 bis 200 mm erzeugt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,** **daß** als trockenes Bindemittel Kalk oder Zement oder Mischungen daraus verwendet wird.
8. Vorrichtung zur Bodenverbesserung durch Einbringen eines Bindemittels, umfassend ein Senkrohr (11), das ein zylindrisches Mantelrohr (12) und eine am unteren Ende des Mantelrohres angeordnete Klappe (17) umfaßt, bei der das Mantelrohr an seinem oberen Ende mit einer Vorrichtung (15) zur Förderung des trockenen Bindemittels verbunden ist, wobei ein Druckluftherzeuger (45) oder ein Gebläse zur Förderung des trockenen Bindemittels mit Druckluft als Trägermedium in das Mantelrohr vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein im Mantelrohr längsverlaufendes Innenrohr (13) mit seinem unteren Ende frei im Mantelrohr endet und mit seinem oberen Ende aus dem Mantelrohr austritt und mit der Umgebung verbunden ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet,** **daß** ein Sauggebläse zur Absaugung von Luft aus dem Mantelrohr mit dem oberen Ende des Innenrohrs verbunden ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet,** **daß** das Senkrohr an einem der Mätkler (33) eines Raupenfahrzeuges (32) befestigt ist.

Claims

1. A method of improving the soil by introducing a dry bonding agent through a lowering pipe (11) which has previously been lowered into the soil and which comprises a cylindrical jacket pipe (12) and a flap (17) arranged at the lower end of the jacket pipe, comprising the following sequence of stages:

the lowering pipe, with its flap in a closed condition, is driven vertically into the soil down to a predetermined depth;

the dry bonding agent is fed into the jacket pipe;

after the jacket pipe has been filled with the dry bonding agent up to part of its height, the lowering pipe, with the flap being in an open condition, is lifted out of the soil, with further bonding agent being introduced, wherein the dry bonding agent is blown into the jacket pipe by compressed air serving as a carrier medium,

characterised in that, while the bonding agent is being blown in, air simultaneously leaves the lower end of the jacket pipe through an inner pipe (13) extending longitudinally in said jacket pipe, and enters the environment.
2. A method according to claim 1, **characterised in that** the jacket pipe is filled up to at least half its height before it is lifted.
3. A method according to any one of claims 1 and 2, **characterised in that** air is extracted from the jacket pipe through the inner pipe.
4. A method according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that**, first, a lattice grid is marked on the soil surface in which each grid point determines the position of a column.
5. A method according to claim 4, **characterised in that** the grid lines are marked at identical distances from one another, ranging between 15 and 100 cm.
6. A method according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the columns are produced with a diameter of 100 to 200 mm.
7. A method according to any one of claims 1 to 6, **characterised in**

that the dry bonding agent is lime or cement or mixtures thereof.

8. A device for improving soil by introducing a bonding agent, comprising a lowering pipe (11) which comprises a cylindrical jacket pipe (12) and a flap (17) arranged at the lower end of the jacket pipe, wherein the jacket pipe, at its upper end, is connected to a device (15) for conveying the dry bonding agent, wherein there is provided a compressed air generator (45) or a blower for conveying the dry bonding agent into the jacket pipe, using compressed air as the carrier medium, **characterised in that** an inner pipe (13) longitudinally extending in the jacket pipe, with its lower end, ends freely in the jacket pipe and, with its upper end, leaves the jacket pipe and is connected to the environment.
9. A device according to claim 8, **characterised in that** a suction blower for extracting air from the jacket pipe is connected to the upper end of the inner pipe.
10. A device according to any one of claims 8 or 9, **characterised in that** the lowering pipe is secured to a leader (33) of a tracked vehicle (32).

Revendications

1. Procédé d'amélioration des sols au moyen de l'introduction d'un liant sec par un tuyau vertical (11) enfoncé auparavant dans le sol, qui comprend un tuyau-fourreau cylindrique (12) et un clapet (17) disposé à l'extrémité inférieure du tuyau-fourreau, comprenant les étapes suivantes :
 - le tuyau vertical est introduit, avec le clapet fermé, dans le sol verticalement jusqu'à une profondeur prédéfinie,
 - le liant sec est conduit à l'intérieur du tuyau-fourreau,
 - après le remplissage du tuyau-fourreau jusqu'à une hauteur partielle avec du liant sec, le tuyau vertical avec le clapet ouvert, est retiré du sol, tout en continuant l'introduction de liant, une colonne de liant sec se formant dans le sol, le liant sec étant insufflé dans le tuyau-fourreau par de l'air comprimé comme milieu porteur,

caractérisé en ce que pendant l'insufflation, de l'air sort en même temps de l'extrémité inférieure du tuyau-fourreau, dans l'environnement par un tuyau interne (13) disposé longitudinalement dans le tuyau-fourreau.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le remplissage du tuyau-fourreau a lieu au moins jusqu'à mi-hauteur avant d'être retiré.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** l'air est aspiré du tuyau-fourreau par le tuyau interne. 5
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'un** réseau en treillis a été marqué auparavant sur la surface du sol, où chaque point du réseau définit la position d'une colonne. 10
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** les lignes du réseau sont marquées avec une distance égale entre elles variant entre 15 et 100 cm. 15
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les colonnes sont produites avec un diamètre de 100 à 200 mm. 20
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** pour le liant sec on utilise de la chaux, ou du ciment ou un mélange des deux. 25
8. Dispositif d'amélioration des sols au moyen de l'introduction d'un liant sec, comprenant un tuyau vertical (11), qui comprend un tuyau-fourreau cylindrique (12) et un clapet (17) disposé à l'extrémité inférieure du tuyau-fourreau, dans lequel le tuyau-fourreau est relié à son extrémité supérieure à un dispositif (15) pour le transport du liant sec, un compresseur d'air (45) ou un ventilateur étant prévu pour le transport du liant sec en utilisant de l'air comprimé comme milieu porteur dans le tuyau-fourreau, **caractérisé en ce que** dans le tuyau-fourreau un tuyau interne (13) à parcours longitudinal finit par son extrémité inférieure librement dans le tuyau-fourreau et par son extrémité supérieure sort du tuyau-fourreau et est relié à l'environnement. 30
35
40
9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'un** ventilateur aspirant pour l'extraction de l'air du tuyau-fourreau est relié à l'extrémité supérieure du tuyau interne. 45
10. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que** le tuyau vertical est fixé sur une des jumelles (33) d'un véhicule sur chenilles (32). 50

55

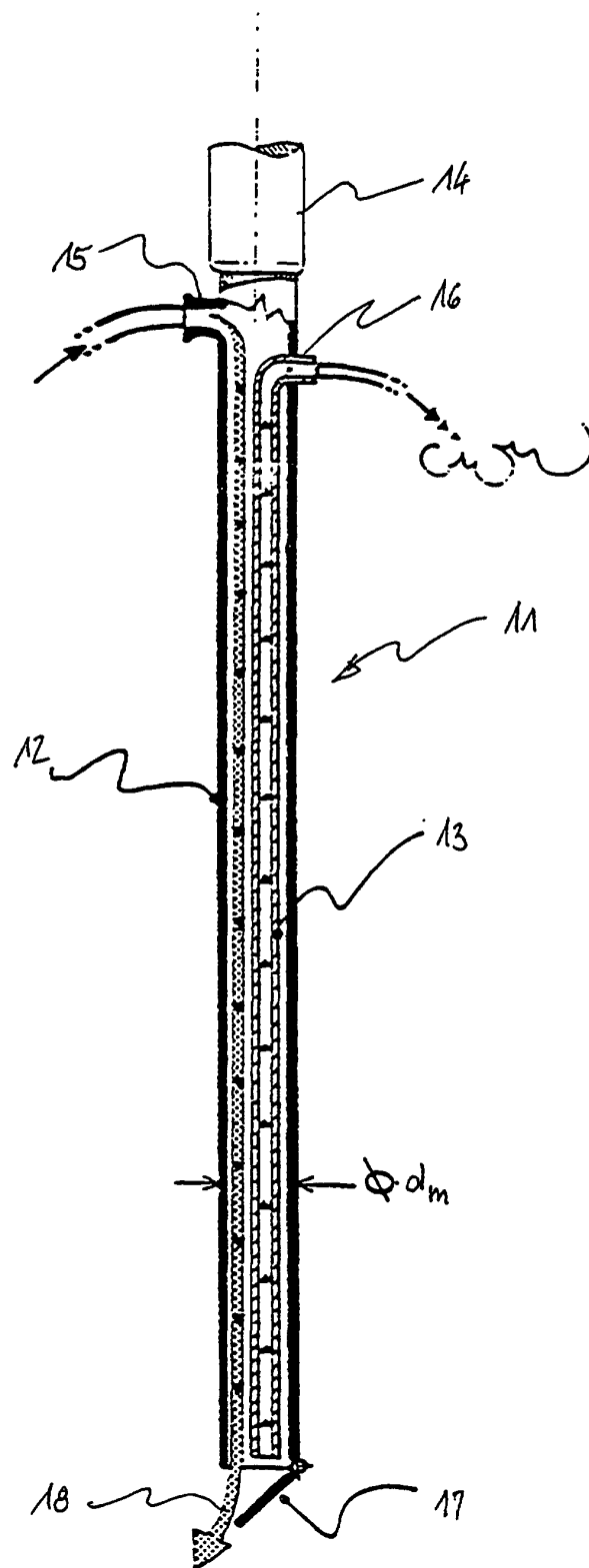


FIG. 1

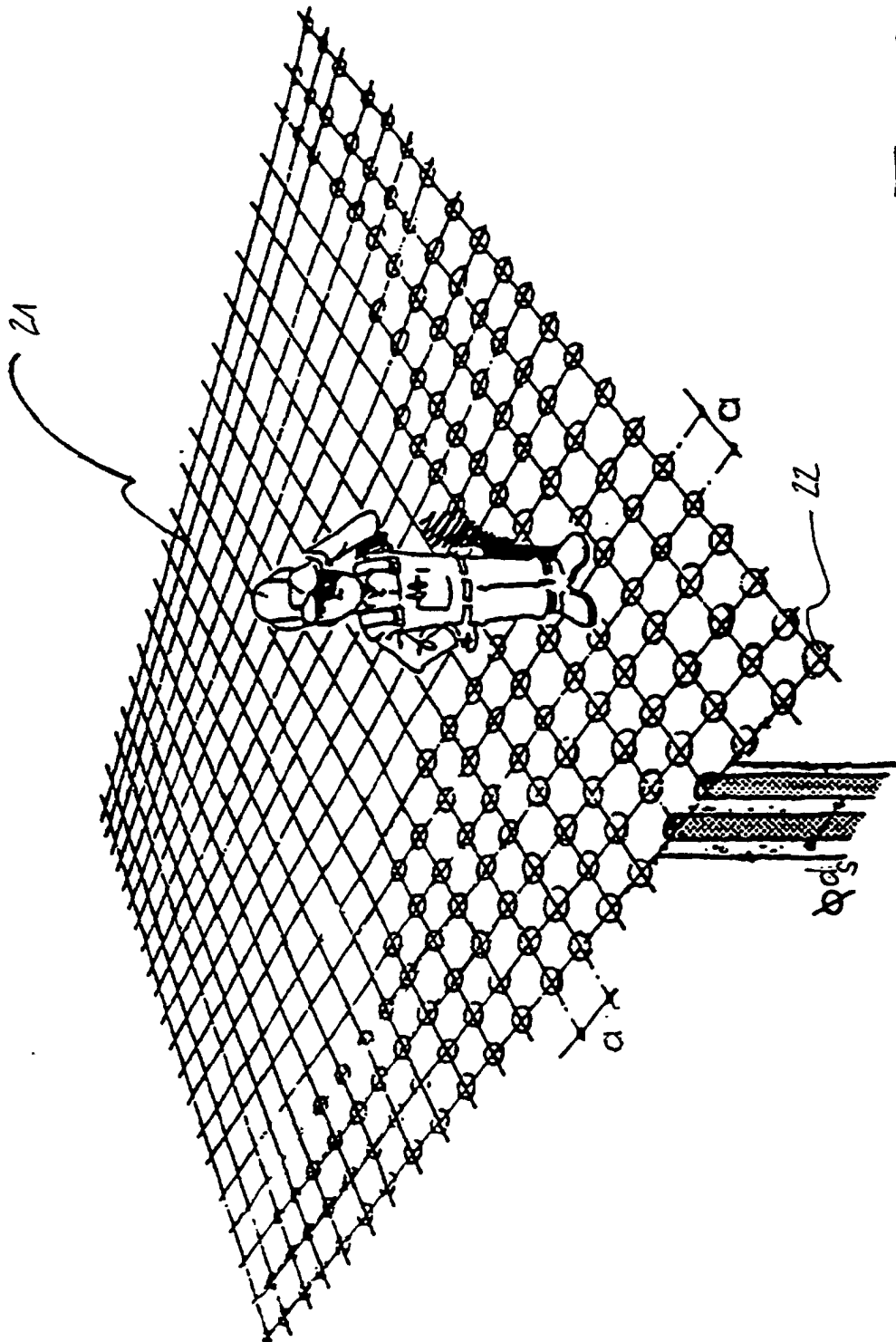


FIG. 2

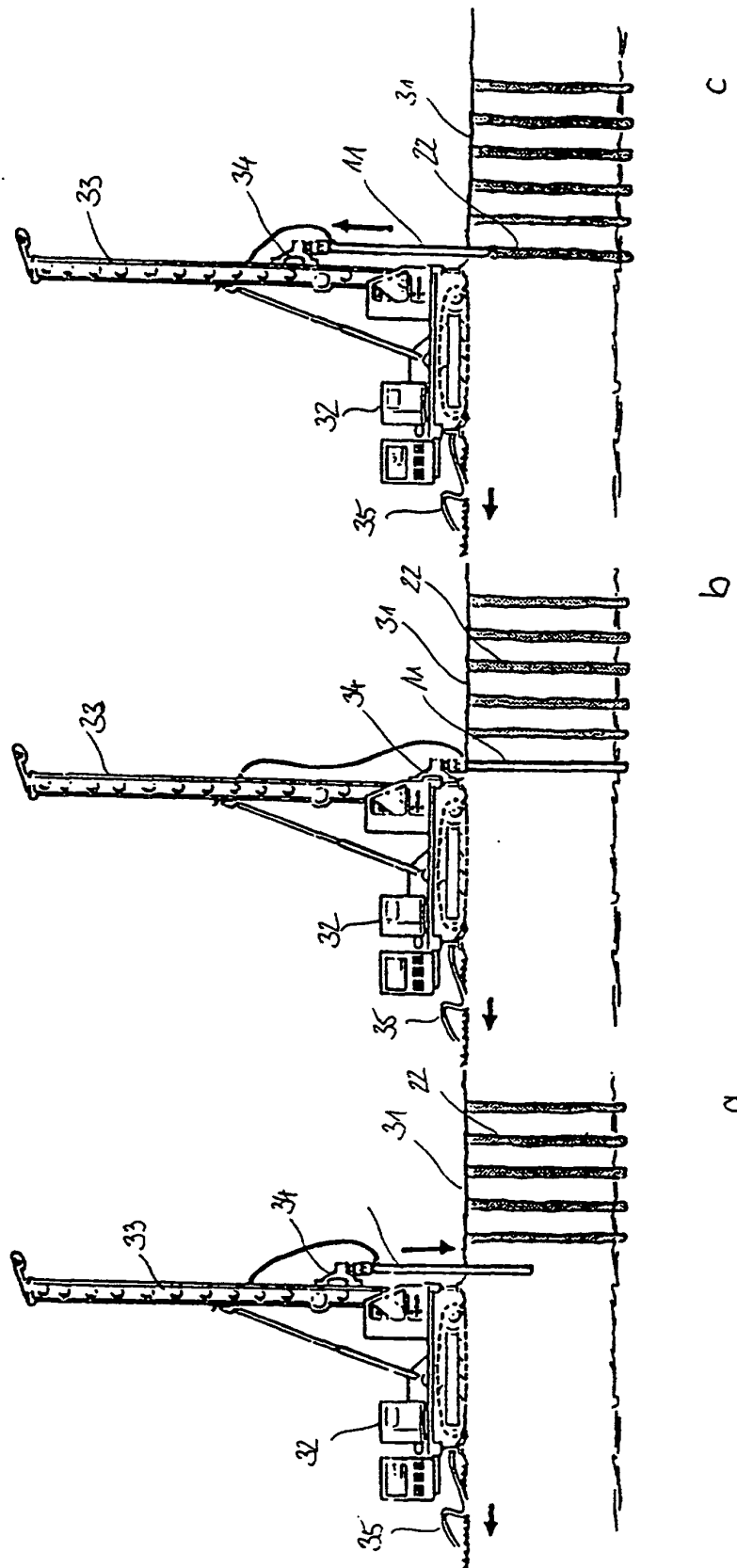


Fig. 3

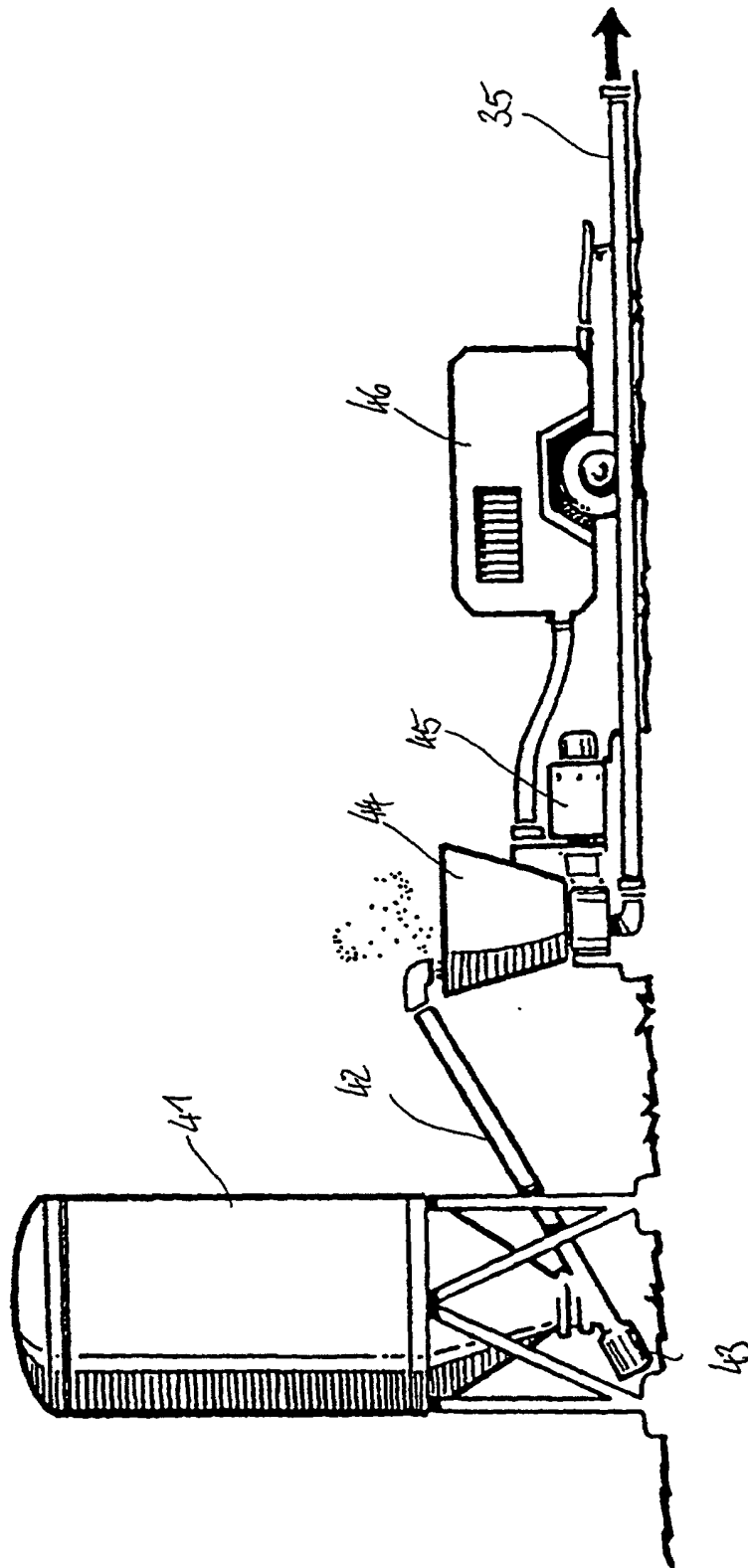


FIG. 4