(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 234 916 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.08.2002 Patentblatt 2002/35

(51) Int Cl.[7]: **E02D 3/08**

(21) Anmeldenummer: **02003803.0**

(22) Anmeldetag: **20.02.2002**

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

(30) Priorität: **22.02.2001 DE 10108602**

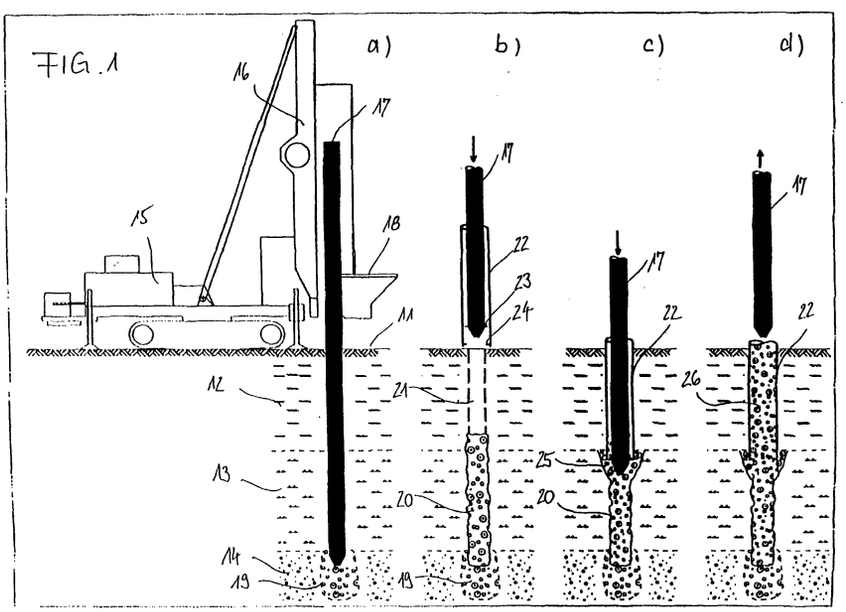
(71) Anmelder: **KELLER GRUNDBAU GmbH**
63067 Offenbach (DE)

(72) Erfinder:
- **Zimmermann, Kai-Uwe**
  16562 Hohen Neuendorf (DE)
- **Völzke, Burkhard**
  22941 Bagteheide (DE)
- **Trunk, Ulrich, Dr.**
  16548 Glienicke (DE)
- **Aschenbrenner, Gabriele**
  29227 Celle (DE)

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

(54) Verfahren zum Herstellen von Säulen

(57) Verfahren zum Herstellen von Säulen in nichttragfähigen Böden zum Zweck der Baugrundverbesserung bzw. -stabilisierung, mit den folgenden Verfahrensschritten zur Herstellung einer der Säulen, ein Verdrängungsgerät, insbesondere ein Tiefenrüttler mit Schleusenrohr oder ein Verdrängungsrohr mit Verschluß, wird von der Bodenoberfläche aus bis in eine tragfähige oder zumindest stützfähige Bodenschicht eingerüttelt, ein unmittelbar von zumindest stützfähigen Bodenschichten abgestützter unterer Säulenabschnitt wird, insbesondere mittels des Verdrängungsgerätes, von unten nach oben aus rolligem Material aufgebaut, eine rohr- oder schlauchförmige Umhüllung wird von der Bodenoberfläche aus, zumindest eine nicht-stützfähige Bodenschicht durchsetzend, bis in den unteren Säulenabschnitt hineinreichend eingebaut, die Umhüllung wird zur Bildung eines von der Umhüllung gestützten oberen Säulenabschnitts mit rolligem Material verfüllt.



EP 1 234 916 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Säulen in Böden mit zumindest einer nicht-tragfähigen Bodenschicht zum Zweck der Baugrundverbesserung bzw. -stabilisierung. Es sind vielfältige Verfahren bekannt, nach denen nicht ausreichend tragfähiger Untergrund durch das Einbauen von in einem Raster angeordneten Säulen verbessert wird. Hierbei kommen verschiedene Wirkmechanismen zur Geltung. Zum einen kann durch tiefreichende Säulenkörper eine Lastabtragung in tiefer liegende tragfähige Schichten erfolgen; daneben kann durch das Einbauen der Säulenkörper ohne vorherigen Bodenaushub eine Bodenverdichtung zwischen den Säulenkörpern erfolgen; schließlich kann bei Verwendung von trockenem Bindemittel in den Säulenkörpern Bodenwasser aus bindigen Böden entzogen werden.

[0002] Aus Kosten- und Verfahrensgründen günstig sind unverrohrte Säulen, die in Stopf- oder Rütteltechnik mittels Tiefenrüttlern mit Schleusenrohr in einem kontinuierlichen Arbeitsgang auf einem Säulenfuß aufgebaut werden können. Diese Herstelltechnik kommt an ihre Grenzen oder versagt beim Vorliegen von Weichschichten, die keine ausreichenden radialen Stützkräfte aufbauen können, um den Säulenkörper bei Belastung durch Auflasten formstabil halten zu können, in folgenden nicht-stützfähigen Bodenschichten genannt.

[0003] Aus der DE 44 08 173 A1 und der EP 0 900 883 A1 ist es bekannt, Säulenkörper, die bis in eine tragfähige Bodenschicht hineinreichen, mit einer Umhüllung aus einem Rohr oder einem Geotextilmaterial zu versehen, wobei zunächst ein Aushub oder eine Verdrängung des Bodens erfolgt und dann Umhüllung und Füllmaterial eingebracht werden. Bei sehr tief liegenden tragfähigen Schichten ist das Verfahren, das eine zeitweilige Verrohrung erfordert, zu aufwendig.

[0004] Hiervon ausgehend, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von Säulen vorzuschlagen, das bei tiefliegenden tragfähigen oder zumindest stützfähigen Schichten und nicht-stützfähigen Oberflächenschichten oder Zwischenschichten zu Zeit- und Kostenvorteilen bei der Anwendung führt. Die Lösung hierfür besteht in einem Verfahren zum Herstellen von Säulen in Böden mit zumindest einer nicht-tragfähigen Bodenschicht zum Zweck der Baugrundverbesserung bzw. -stabilisierung, mit den folgenden Verfahrensschritten zur Herstellung einer der Säulen, ein Verdrängungsgerät, insbesondere ein Tiefenrüttler mit Schleusenrohr oder ein Verdrängungsrohr mit Verschluß, wird von der Bodenoberfläche aus durch die zumindest eine nicht-tragfähige Bodenschicht bis in eine tragfähige oder zumindest stützfähige Bodenschicht eingerüttelt, ein unmittelbar von einer zumindest stützfähigen Bodenschichten abgestützter unterer Säulenabschnitt wird, insbesondere mittels des Verdrängungsgerätes, von unten nach oben aus rolligem Material aufgebaut, eine rohr- oder schlauchförmige Umhüllung wird von der Bodenoberfläche aus, zumindest eine nicht-stützfähige Bodenschicht durchsetzend, bis in den unteren Säulenabschnitt hineinreichend eingebaut, die Umhüllung wird zur Bildung eines von der Umhüllung gestützten oberen Säulenabschnitts mit rolligem Material verfüllt. Dieses wird in der Umhüllung verdichtet.

[0005] In günstiger Weiterbildung, insbesondere bei Vorliegen von tragfähigen Bodenschichten, wird zunächst ein verdickter Säulenfuß aus rolligem Material, insbesondere mittels des Verdrängungsgerätes, in der tragfähigen Bodenschicht eingebaut, auf dem dann der untere Säulenabschnitt aufgebaut wird.

[0006] Der wesentliche Vorteil des Verfahrens besteht also darin, soweit eben möglich in herkömmlicher Stopf- oder Rütteltechnik hergestellte unverrohrte Säulenkörper zu verwenden, die insbesondere auf einem in einer tragfähigen oder zumindest stützfähigen Schicht eingebetteten verdickten Säulenfuß ruhen können, und die Stabilität des Säulenkörpers durch Einsatz einer Umhüllung ausschließlich bis in eine Tiefe, von der aus nach unten eine ausreichende durchgehende Stützfähigkeit bis zum unteren Säulenende vorliegt, herzustellen. Die vorliegende Schichtung ist durch vorhergehende Aufschlußbohrungen oder andere Baugrunderkundungsmethoden zu ermitteln.

[0007] Die erfindungsgemäßen Säulen sind selbst bei Verwendung von ausschließlich bindemittelfreiem Material auch bei den zu erwartenden Auflasten dadurch formstabil, daß die Umhüllung im instabilen Bodenbereich so ausgelegt ist, daß sie die zu erwartenden Spannungszustände mit allenfalls geringer Radialverformung auffängt und damit die Lasten in den unverrohten unteren Säulenabschnitt und den Säulenfuß schadensfrei eingetragen werden können.

[0008] Nach einer ersten Verfahrensdurchführung wird die Umhüllung nach einem ersten Einrütteln und Ziehen des Verdrängungsgerätes - nach Herstellung des unteren Säulenabschnitts - an dessen unterem Ende koaxial auf diesem befestigt und bei einem zweiten Einrütteln des Verdrängungsgerätes auf ihre bestimmungsgemäße Tiefe niedergebracht. Der Verfahrensablauf stellt sich hierbei zunächst genauso dar wie bei der Herstellung üblicher Rüttel- oder Stopfsäulen, wobei wie bereits erwähnt, beim Ziehen der untere Säulenabschnitt nur bis an eine erste Weichschicht heran hergestellt wird und das Verdrängungsgerät danach unter Offenlassen eines Verdrängungsloches gezogen wird. Hierbei kann das Einbringen von Stützflüssigkeit erforderlich werden. Danach wird die Umhüllung auf dem Verdrängungsgerät befestigt und in einem zweiten zusätzlichen Rüttelvorgang mit diesem in die vorhandene offene Rüttelöffnung eingezogen und teilweise in den bereits bestehenden unteren Säulenabschnitt eingebracht. Danach kann das Verdrängungsgerät unter sofortigem Auffüllen der Umhüllung und Verdichten des Füllmaterials (Kontraktorverfahren) gezogen werden oder ohne Einbringen von Füllmaterial gezogen werden, welches dann vom oberen Umhüllungsende (von

der Bodenoberfläche aus) eingefüllt werden kann.

[0009] Nach einer zweiten vereinfachten Verfahrensführung wird die Umhüllung mit Abstand vom unteren Ende des Verdrängungsgerätes koaxial auf diesem befestigt und bereits bei einem ersten Einrütteln des Verdrängungsgerätes - vor dem Herstellen des unteren Säulenabschnitts - mit diesem niedergebracht und beim Ziehen von diesem getrennt. Das letztgenannte Trennen kann selbsttätig erfolgen, wenn in nur einer Richtung wirksame Mitnehmermittel verwendet werden. Es können auch besondere Kopplungsmittel, die von der 'Bodenoberfläche aus trennbar sind, vorgesehen sein. Bei dieser Verfahrensführung wird die Umhüllung auf die bestimmungsgemäße Tiefe gebracht, so daß sie bis in zumindest stützfähigen Bodenschichten hinuntereicht. Beim Ziehen des Verdrängungsgerätes kann das Material der Säule in einem einheitlichen Vorgang von unten nach oben eingebracht werden, wobei im oberen Bereich die radiale Abstützung durch die bereits eingebaute Umhüllung erfolgt. Ein beschleunigtes Ziehen des Verdrängungsgerätes im Bereich der Umhüllung und ein Einfüllen von Füllmaterial in den oberen Säulenabschnitt von der Bodenoberfläche aus ist hierbei weniger sinnvoll, jedoch nicht ausgeschlossen.

[0010] Die Verwendung von bindemittelfreiem rolligem Material - Gestein, Schotter, Kies, Sand - bietet sich in solchen Fällen an, in denen die Säulen auch vertikale Dränwirkung haben sollen, d.h. wenn Wasserdurchlässigkeit in vertikaler Richtung garantiert sein soll, oder in denen selbiges nicht von Nachteil ist.

[0011] In anderen Fällen ist die Verwendung von bindemittelhaltigem rolligem Material - Mörtel, Beton - vorzuziehen, insbesondere wenn höhere Auflasten abzutragen sind und/oder Wasseraustausch zwischen verschiedenen wasserführenden Schichten zu vermeiden ist.

[0012] Als Umhüllung kommen im wesentlichen formstabile Rohrkörper, sei es ohne Durchbrüche, sei es mit Durchbrüchen, aus den bekannten Materialen wie Stahlblech, Verbundwerkstoff oder Kunststoff in Betracht. Nach einem anderen Ansatz kann als Umhüllung ein Geotextilschlauch, sei es mit Vliesverbundanteil oder ohne Vliesanteil zur Verwendung kommen. In diesem Fall stellt sich ein notwendiger radialer Spannungszustand im Säulenkörper erst als Folge einer deutlichen radialen Aufweitung des Schlauchkörpers ein. Die verwendeten Rohrumhüllungen werden in der Regel als unten offenes Rohr ausgeführt. Bei der Verwendung von Geotextilien kann die Verwendung unten geschlossener Schläuche zum erleichterten Niederbringen günstiger sein.

[0013] Die vorliegende Erfindung findet überall dort Anwendung, wo bei der Verdrängung bzw. Verdichtung des Bodens beim Einbringen von Stopf- oder Rüttelsäulen die erforderliche Stützspannung bzw. Reaktionsspannung in oberen Bodenschichten - Oberflächenschichten oder Zwischenschichten - nicht erreicht wird und der Boden die für die Funktionstüchtigkeit der Säule erforderliche radiale Stützung nicht aufbauen kann bzw. ein horizontalles Verlaufen des Mörtels oder Betons beim Einbringen vor dessen Erhärtung nicht verhindern kann.

[0014] In den unmittelbar über dem unteren Säulenende liegenden Bodenschichten, in denen durchgehend eine ausreichende radiale Stützung gegeben ist, wird die Säule entsprechend bekannten Techniken ohne zusätzliche Umhüllung hergestellt.

[0015] Im Bereich der Lasteintragung über den unteren Säulenabschnitt muß eine ausreichend tragfähige oder zumindest stützfähige Schicht vorliegen, in der zunächst ein Säulenfuß aus rolligem Material ausgestopft werden kann. Üblicherweise werden Kies, Schotter, Sand, Mörtel oder Beton, d. h. anwendungsfallweise rolliges Material ohne oder mit Bindemittelzusatz vewendet.

[0016] Durch Verwendung von bindemittelhaltigem Material kann eine vertikale Durchströmung reduziert oder verhindert werden, so daß eine Verbindung zwischen unterschiedlichen Grundwasserstockwerken unterbunden bleibt.

[0017] In oberen Bodenschichten - Oberflächenschichten oder Zwischenschichten - , in denen eine ausreichende radiale Stützung der Säule nicht gewährleistet ist, wird die Säule erfindungsgemäß mit einer Umhüllung bestehend aus Rohren oder Geotextilschläuchen hergestellt.

[0018] Der obere Säulenabschnitt (mit Umhüllung) kann unabhängig von der Ausführungsart des unteren Säulenabschnittes (ohne Umhüllung) mit rolligem Material ohne oder mit Bindemittelzusatz gefüllt und ausgestopft werden, üblicherweise mit Kies, Schotter, Sand , Mörtel oder Beton.

[0019] Wird eine Umhüllung aus einem Material verwendet, das bei Lastaufbringung eine nennenswerte Dehnung erfährt, also insbesondere bei einer Umhüllung aus Geotextil, ist es vorteilhaft, das Füllmaterial in der Umhüllung sofort bei der Säulenherstellung zu verdichten, so daß keine erheblichen zusätzlichen Dehnungen bei Lastaufbringung erfolgen und nur bauwerksverträgliche Setzungen später hinzunehmen sind.

[0020] In Bodenschichten, in denen für unverrohrte Säulen, z. B. Schottersäulen, vermörtelte Stopfsäulen, Fertigmörtelstopfsäulen, Betonrüttelsäulen, erforderliche Stützspannungen nicht dauerhaft durch Verdrängung und Verdichtung des umgebenen Bodens erzeugt werden können, d. h. in denen der Boden nur in geringem Maße zur radialen Stützspannung beiträgt, muß diese daher zu einem wesentlichen Teil durch die Umfangsdehnung der Umhüllung beim Einbringen des Füllmaterials aufgebracht werden.

[0021] Die Umhüllung kann zusätzlich dazu dienen, einen Austausch oder chemische Reaktionen des Säulenmaterials mit dem Boden, der Bodenfeuchte, dem Grundwasser zu verhindern, beispielsweise eine Veränderung des pH-Wertes im umgebenden Boden durch das Einbringen von Bindemittel zu reduzieren oder

gänzlich zu vermeiden.

[0022] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können tragfähige Säulen hergestellt werden, die sofort oder nach Erhärtung des gegebenenfalls verwendeten Bindemittels belastet werden können. Aufgrund ihrer Herstellungsweise sind nur geringe Setzungen bei einem Aufbringen von Lasten zu erwarten.

[0023] Vor der Herstellung des zu verbessernden Baugrundes ist ein detaillierter Baugrundaufschluß erforderlich; insbesondere zur Festlegung der erforderlichen Länge der Umhüllungen werden vorzugsweise in einem engen Raster Drucksondierungen ausgeführt, mit denen der Übergang von nicht-stützfähigen Bodenschichten zu stütz- bzw. tragfähigen Bodenschichten ermittelt wird. Die untere Grenzschicht der untersten nicht-stützfähigen Bodenschicht bestimmt die Tiefe der Umhüllung, die stütz- und tragfähigen Bodenschichten brauchen im wesentlichen nicht unterschieden zu werden. Das Verfahren ist ohne weiteres anwendbar, wenn unter den nicht-stützfähigen Bodenschichten ausschließlich gut tragfähige Bodenschichten liegen. Es ist sinngemäß jedoch auch anwendbar, wenn unter den nicht-stützfähigen Bodenschichten ausschließlich zumindest stützfähige Bodenschichten liegen und die Säulen in diesem Bereich ausreichend tief sind, um einen Lastabtrag vorwiegend über Mantelreibung zu bewirken.

Figur 1 zeigt ein erstes, zweistufiges erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung von Säulen unter Verwendung einer Rohrumhüllung;

Figur 2 zeigt ein zweites, zweistufiges erfindungsgemäßes verfahren unter Verwendung einer Geotextilumhüllung;

Figur 3 zeigt ein drittes, einstufiges erfindungsgemäßes Verfahren unter Verwendung einer Rohrumhüllung;

Figur 4 zeigt ein viertes, einstufiges erfindungsgemäßes Verfahrend unter Verwendung einer Geotextilumhüllung.

[0024] In Figur 1 ist in vier Phasen a) bis d) die Herstellung einer erfindungsgemäßen Säule dargestellt. Ein vertikal geschnittener Baugrund mit der Oberfläche 11 hat eine nicht-trag- und nicht-stützfähige obere Bodenschicht 12 (Weichschicht), darunter eine zumindest stützfähige Bodenschicht 13 und schließlich darunter eine gut tragfähige Bodenschicht 14.

[0025] In der Darstellung a) ist ein auf der Oberfläche 11 in Stellung gebrachtes Raupenfahrzeug 15 gezeigt, in dessen aufgestelltem Mäkler 16 ein Rüttler 17 geführt ist, der einen Aufgabetrichter 18 zur Materialeinbringung durchfährt. Die Rüttlerspitze ist bis in die tragfähige Bodenschicht 14 eingerüttelt. Mit gestrichelten Linien ist ein verdickter Säulenfuß 19 gezeigt, der fakultativ in einem ersten Schritt durch Rüttelverdichtung oder Stopfverdichtung aus rolligem Material - mit oder ohne Bindemittelzuschlag - erzeugt werden kann.

[0026] In der Darstellung b) ist der Rüttler 17 bereits vollständig gezogen, wobei - auf dem fakultativ vorhandenen Säulenfuß 19 - in Rütteltechnik oder Stopftechnik ein unterer Säulenabschnitt 20 aus rolligem Material aufgebaut ist, der bis in die tragfähige Bodenschicht 14 reicht und radial unmittelbar vom Boden der stützfähigen Bodenschicht 13 abgestützt wird. Dieser untere Säulenabschnitt 20 ragt bis in die nicht-stützfähige obere Bodenschicht 12 geringfügig hinein, während im übrigen das Verdrängungsloch 21 in dieser Bodenschicht zu erkennen ist. Auf das untere Ende des Rüttlers 17 ist ein Rohr 22 koaxial aufgezogen, das über innere Mitnehmer 24 am unteren Ende verfügt, die von Mitnehmerzapfen 23 am unteren Ende des Rüttlers mitgenommen werden können.

[0027] In Darstellung c) ist gezeigt, daß der Rüttler 17 und mit ihm das Umhüllungsrohr 22 in einem zweiten Einrüttelvorgang bis in das obere Ende des unteren Säulenabschnitts 20, d. h. insbesondere bis in die zumindest stützfähige Bodenschicht 13 hineinreichend eingebracht sind. Der untere Säulenabschnitt 20 hat hierdurch eine obere Verdickung 25 erhalten.

[0028] In der Darstellung d) ist gezeigt, daß beim abschließenden Ziehen des Rüttlers 17 das Umhüllungsrohr 22 über den Rüttler mit rolligem Material gefüllt worden ist, das in geeignetem Maße verdichtet sein kann, wodurch ein oberer Säulenabschnitt 26 mit radialer Abstützung durch das Umhüllungsrohr 22 entstanden ist. Anstelle des hier verwendeten unten offenen Umhüllungsrohres 22 könnte auch ein unten durch einen Dekkel abgeschlossenes Rohr in den unteren Säulenabschnitt 20 eingestellt werden.

[0029] In Figur 2 sind gleiche Einzelheiten wie in Figur 1 mit gleichen Bezugsziffern versehen, die Verfahrensabfolge der Säulenherstellung ähnelt weitgehend der in Figur 1 in Einzelschritten dargestellten. Auf die dortige Beschreibung wird insoweit Bezug genommen.

[0030] Abweichend wird jedoch gemäß Darstellung b) nicht ein unten offenes Umhüllungsrohr, sondern ein unten geschlossener Schlauch 27 aus Geotextil beim zweiten Einrüttelvorgang vom Rüttler 17 in das Rüttelloch 21 eingezogen.

[0031] Das Ergebnis dieses Einrüttelvorganges ist in Darstellung c) erkennbar, wobei auch hier die Umhüllung 27 in den unteren Säulenabschnitt 20 eingedrungen ist und eine Verbreiterung 25 am Kopf verursacht hat.

[0032] Wie in Darstellung d) gezeigt, wird der Geotextilschlauch 27 zur Bildung eines oberen Säulenabschnittes 28 mit rolligem Material verfüllt, wobei der Schlauch 27 durch radiales Aufweiten Abstützkräfte aufbauen kann und das Füllmaterial im wesentlichen gegen den anstehenden Boden abgrenzt.

[0033] In Figur 3 ist in drei Phasen im wesentlichen die gleiche Gerätesituation und die gleiche Boden-

schichtung wie in den Figuren 1 und 2 gezeigt. Gleiche Einzelheiten sind mit gleichen Bezugsziffern versehen. Auf die dortige Beschreibung wird insoweit Bezug genommen. Hierbei wird jedoch ein festes Umhüllungsrohr 22' bereits beim ersten Einrüttelvorgang des Rüttlers 17 gemäß Darstellung a) mit Abstand von der Rüttlerspitze koaxial auf den Rüttler aufgeschoben und in den Boden niedergebracht. Die entsprechenden Mitnehmermittel 23, 24 befinden sich hierbei in entsprechendem Abstand von der Rüttlerspitze. Auch hier ist mit gestrichelten Linien ein verdickter Säulenfuß 19 gezeigt, der fakultativ in der tragfähigen Bodenschicht 14 aufgebaut sein kann. Das Umhüllungsrohr 22' hat bereits seine bestimmungsgemäße Position erreicht, das die nicht-stützfähige Bodenschicht 12 durchdringt und in die zumindest stützfähige Bodenschicht 13 hineinragt.

[0034] In der Darstellung b) ist der Rüttler 17 bereits in das Innere des Umhüllungsrohres 22' zurückgezogen, nachdem er beim Ziehen einen unteren Säulenabschnitt 20 im Bereich der zumindest stützfähigen Bodenschicht 13 erzeugt hat, der radial unmittelbar vom Boden abgestützt wird.

[0035] In der Darstellung c) ist der Rüttler 17 vollständig aus dem Umhüllungsrohr 22' nach oben herausgezogen, wobei das Umhüllungsrohr 22' zur Bildung eines oberen Säulenabschnittes 28 mit rolligem Material verfüllt ist, das sich hier vom Material des unteren Säulenabschnitts 20 unterscheidet.

[0036] In Figur 4 ist im wesentlichen die gleiche Gelände- und Gerätesituation und die gleiche Verfahrensabfolge wie in Figur 3 gezeigt. Gleiche Einzelheiten sind mit gleichen Bezugsziffern versehen. Auf die Beschreibung der Figur 3 wird insoweit Bezug genommen. Anstelle eines starren Umhüllungsrohres ist hierbei ein weniger gut erkennbarer unten offener Geotextilschlauch 27' über den Mittelabschnitt des Rüttlers 17 gezogen und soweit nach unten mitgenommen, daß er die nicht-stützfähige Bodenschicht 12 durchdringt und mit dem unteren Ende in die zumindest stützfähige Bodenschicht 13 hineinragt. Der Säulenfuß 19 ist im Bereich der tragfähigen Bodenschicht 14 bereits fertig gestellt.

[0037] Gemäß der Darstellung b) wird beim Ziehen des Rüttlers 17 der hier aus gleichem Material wie der Säulenfuß 19 bestehende untere Säulenabschnitt 20 hergestellt, der sich unmittelbar in der unteren Bodenschicht 13 radial abstützt.

[0038] Gemäß der Darstellung c) ist nach dem vollständigen Ziehen des Rüttlers 17 ein auf dem unteren Säulenabschnitt 20 aufbauender oberer Säulenabschnitt 28 durch Auffüllen des Geotextilschlauches 27' mit wiederum gleichem Material entstanden. Die radialen Stützkräfte für das Füllmaterial sind hierbei als Folge eines radialen Aufweitens des Umhüllungsschlauches 27' erzeugt.

[0039] In den Darstellungen ist das gemeinsame Prinzip erkennbar, das zur Verbilligung und Reduzierung des Materialverbrauches eine zusätzliche Umhüllung für das Säulenmaterial nur im Bereich nicht zumindest stützfähiger oberer Bodenschichten erfolgt. Hiermit reduziert sich der Bedarf an Stützkörpern nach Längenmetern sowie der Verbrauch von Füllmaterial im Bereich der nicht-stützfähigen Schichten. Die Lastabtragung erfolgt über den gesamten Säulenkörper in die unteren Bodenschichten hinein, wobei im Bereich des unteren Säulenabschnittes ein Lastabtrag über Mantelreibung zusätzlich zur Auflagerlast des Säulenfußes oder als ausschließliche Krafteinleitung in den Boden möglich wird.

Bezugszeichenliste

[0040]

11	Bodenoberfläche
12	nicht-stützfähige Bodenschicht
13	zumindest stützfähige Bodenschicht
14	tragfähige Bodenschicht
15	Fahrzeug
16	Mäkler
17	Rüttler
18	Trichter
19	Säulenfuß
20	unterer Säulenabschnitt
21	Rüttelloch
21	Umhüllungsrohr
23	Mitnehmer (17)
24	Mitnehmer (22)
25	Verdickung
26	oberer Säulenabschnitt
27	Geotextilumhüllung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Säulen in Böden mit zumindest einer nicht-tragfähigen Bodenschicht zum Zweck der Baugrundverbesserung bzw. -stabilisierung, mit den folgenden Verfahrensschritten zur Herstellung einer der Säulen,
ein Verdrängungsgerät (17), insbesondere ein Tiefenrüttler mit Schleusenrohr oder ein Verdrängungsrohr mit Verschluß, wird von der Bodenoberfläche (11) aus durch die zumindest eine nicht-tragfähige Bodenschicht bis in eine tragfähige oder zumindest stützfähige Bodenschicht (13, 14) eingerüttelt,
ein unmittelbar von einer zumindest stützfähigen Bodenschicht (13, 14) abgestützter unterer Säulenabschnitt (20) wird, insbesondere mittels des Verdrängungsgerätes (17), von unten nach oben aus rolligem Material aufgebaut,
eine rohr- oder schlauchförmige Umhüllung (22, 27) wird von der Bodenoberfläche (11) aus, zumindest eine nicht-stützfähige Bodenschicht (12) durchsetzend, bis in den unteren Säulenabschnitt (20) hin-

einreichend eingebaut, die Umhüllung (22, 27) wird zur Bildung eines von der Umhüllung gestützten oberen Säulenabschnitts (26, 28) mit rolligem Material verfüllt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß zunächst ein verdickter Säulenfuß (19) aus rolligem Material, insbesondere mittels des Verdrängungsgerätes (17), in der tragfähigen oder zumindest stützfähigen Bodenschicht (13, 14) eingebaut wird, auf dem dann der untere Säulenabschnitt (20) aufgebaut wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Umhüllung (22, 27) nach einem ersten Einrütteln und einem Ziehen des Verdrängungsgerätes (17) - nach dem Herstellen des unteren Säulenabschnitts - an dessen unterem Ende koaxial auf diesem befestigt wird und bei einem zweiten Einrütteln des Verdrängungsgerätes (17) auf ihre bestimmungsgemäße Tiefe niedergebracht wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Umhüllung (22, 27) mit Abstand vom unteren Ende des Verdrängungsgerätes (17) koaxial auf diesem befestigt wird und bei einem ersten Einrütteln des Verdrängungsgerätes (17) - vor dem Herstellen des unteren Säulenabschnitts - niedergebracht wird und sich beim Ziehen von diesem trennt bzw. von diesem getrennt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß bindemittelfreies rolliges Material- Gestein, Schotter, Kies, Sand - verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß bindemittelhaltiges rolliges Material - Mörtel, Beton - verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Umhüllung ein Rohrkörper (22) - ohne Durchbrüche, mit Durchbrüchen; aus Stahlblech, aus Verbundwerkstoff, aus Kunststoff - verwendet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Umhüllung ein Geotextilschlauch (27) - mit Vliesverbundanteil; ohne Vliesanteil - verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine unten geschlossene Umhüllung (22, 27) verwendet wird.

10. Säulenkörper im Boden zur Verbesserung bzw. Stabilisierung von Böden mit zumindest einer nichttragfähigen Bodenschicht, umfassend
einen unverrohrten unteren Säulenabschnitt (20), der in tragfähige bzw. zumindest radial stützfähige Bodenschichten (13, 14) eingebaut ist,
einen mit Umhüllung (22, 27) versehenen oberen Säulenabschnitt (26, 28), der zumindest eine nichtstützfähige Bodenschicht (12) durchsetzt und mit seiner Umhüllung (22, 27) in den unteren Säulenabschnitt (20) hineinreicht.

11. Säulenkörper nach Anspruch 10,
gekennzeichnet durch
einen in einer tragfähigen oder zumindest stützfähigen Bodenschicht (13, 14) eingebetteten Säulenfuß (19), auf dem der untere Säulenabschnitt (20) aufgebaut ist.

12. Säulenkörper nach einem der Ansprüche 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß bindemittelhaltiges rolliges Material - Mörtel, Beton - verwendet wird.

13. Säulenkörper nach einem der Ansprüche 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß bindemittelhaltiges rolliges Material - Mörtel, Beton - verwendet wird.

14. Säulenkörper nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Umhüllung ein Rohrkörper (22) - ohne Durchbrüche, mit Durchbrüchen; aus Stahlblech, aus Verbundwerkstoff, aus Kunststoff - verwendet wird.

15. Säulenkörper nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Umhüllung ein Geotextilschlauch (27) - mit Vliesfüllung, ohne Vliesanteil - verwendet wird.

16. Säulenkörper nach einem der Ansprüche 10 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine unten geschlossene Umhüllung (22, 27) verwendet wird.

17. Verbesserter bzw. stabilisierter Baugrund, in welchem Säulenkörper nach einem der Ansprüche 10 bis 16 nach einem Oberflächenraster verteilt eingebaut sind.

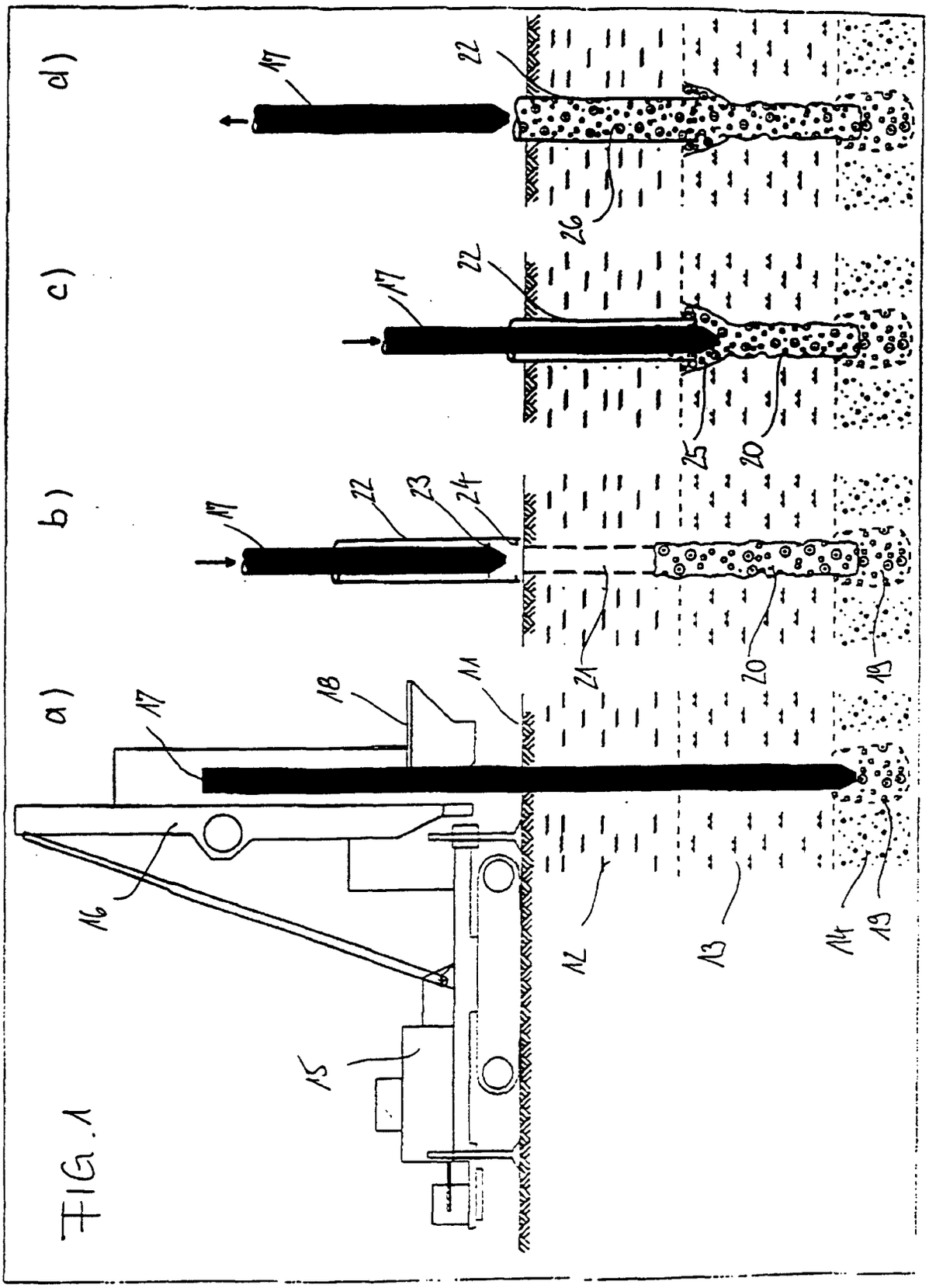


FIG. 1

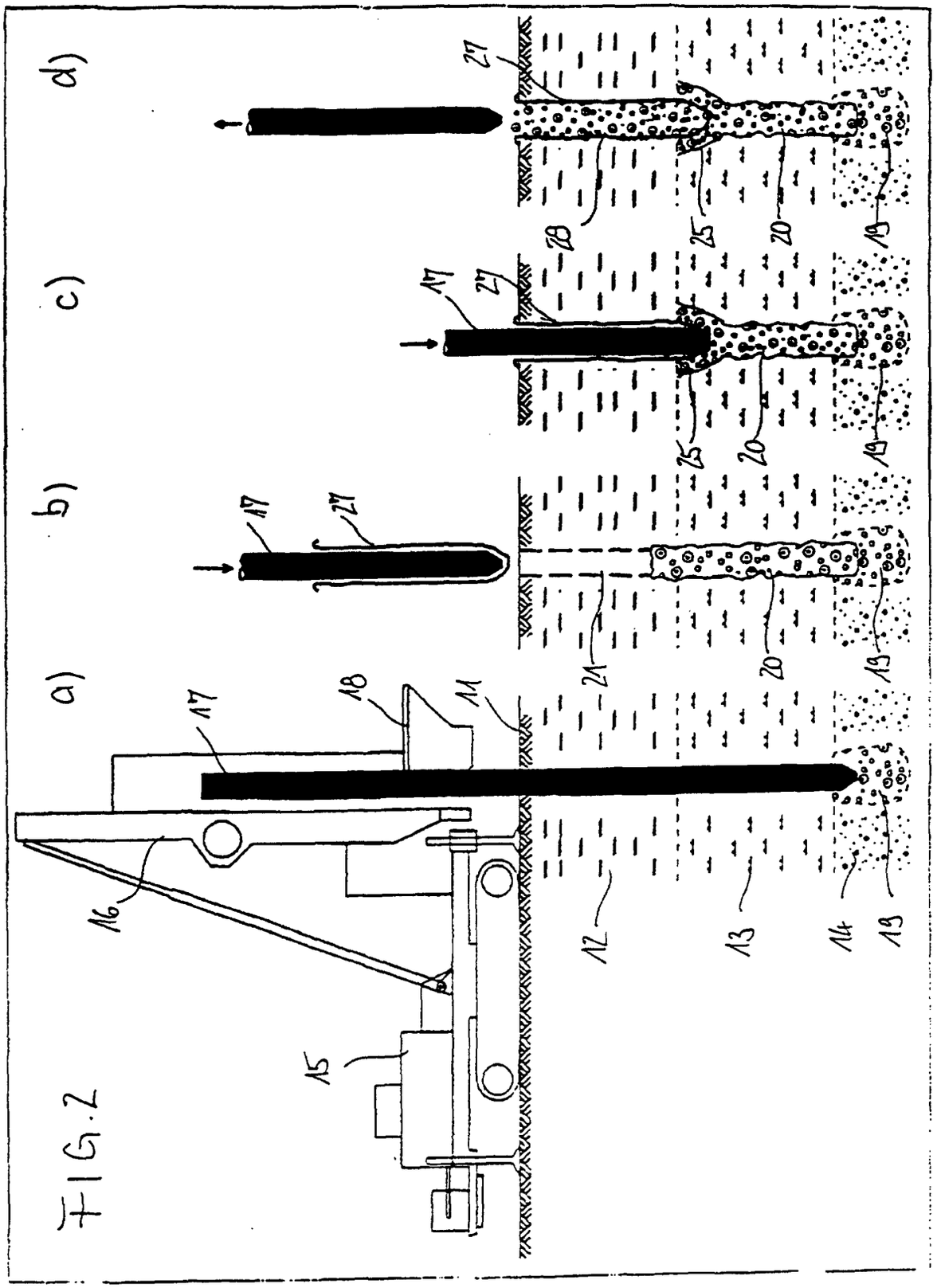


FIG.2

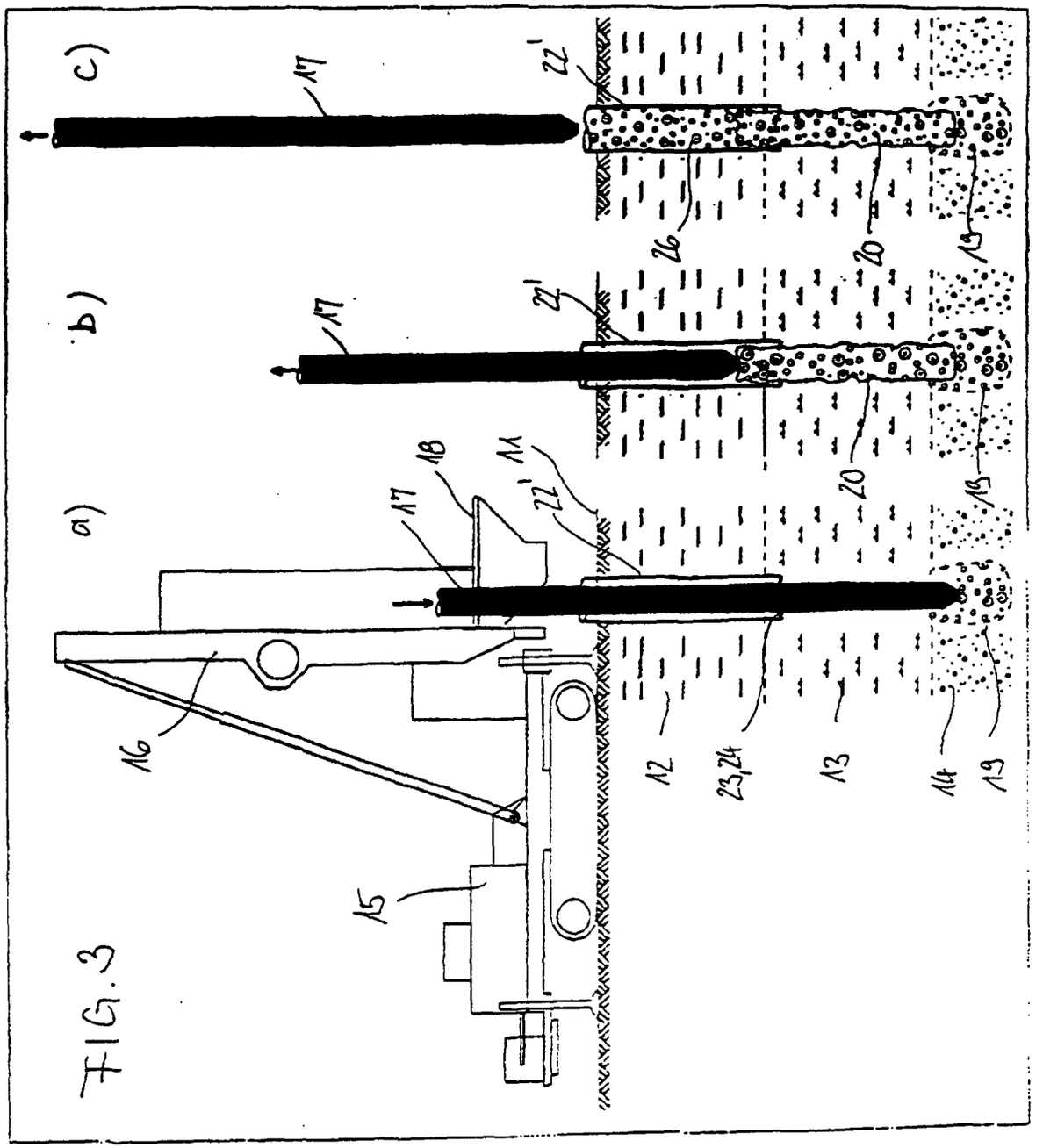


FIG. 3

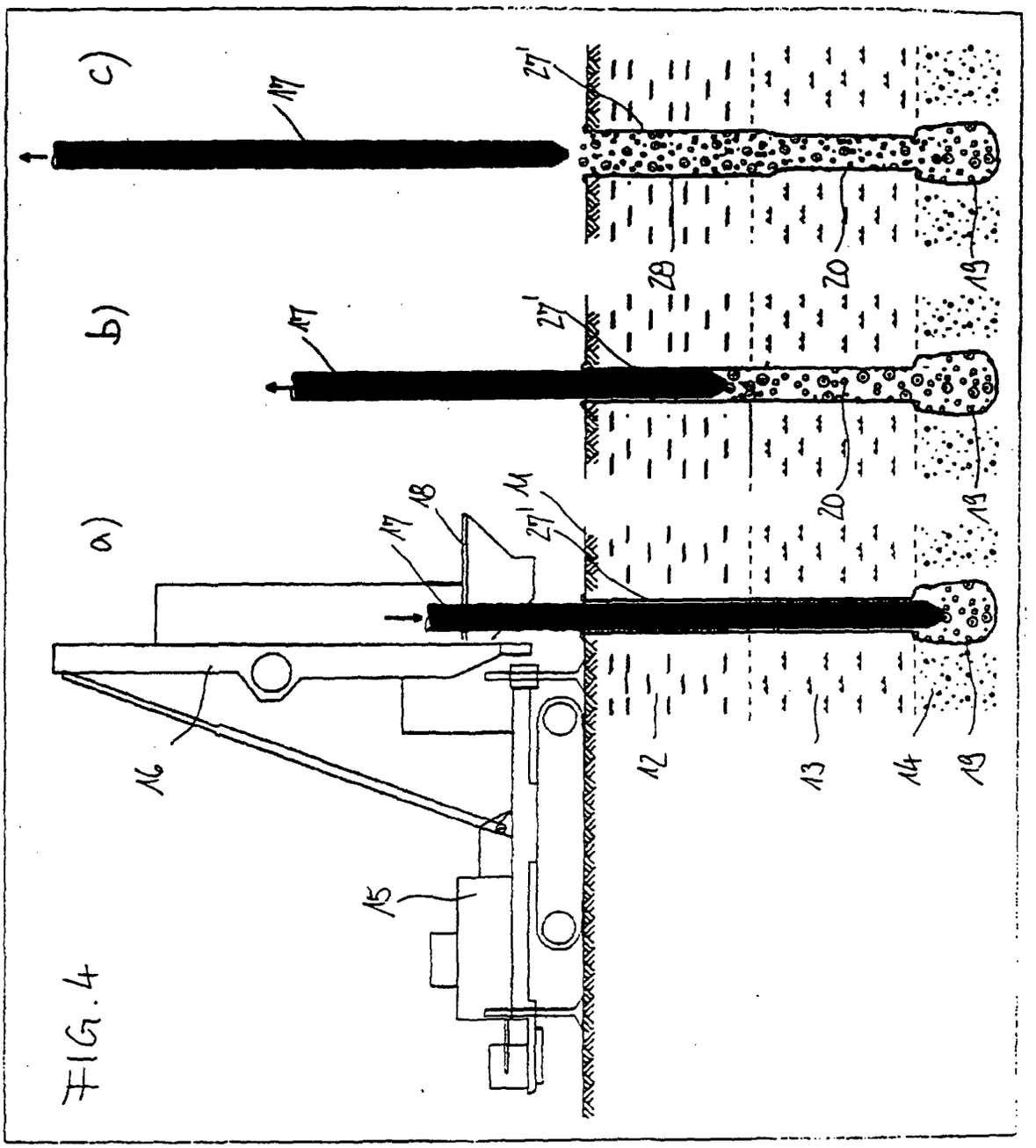


FIG. 4