

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 609 872 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
09.07.1997 Patentblatt 1997/28

(51) Int Cl.⁶: **E02D 17/08**

(21) Anmeldenummer: **94101607.3**

(22) Anmeldetag: **03.02.1994**

(54) Verfahren zur tiefgründigen Bodenverfestigung und Einrichtung zur Durchführung

Method and apparatus for depthwise soil consolidation

Méthode et dispositif pour la consolidation en profondeur du sol

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR LI NL

(30) Priorität: **05.02.1993 DE 4303285**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.08.1994 Patentblatt 1994/32

(73) Patentinhaber: **LEONHARD WEISS GmbH & Co.**
NIEDERLASSUNG CRAILSHEIM
D-74564 Crailsheim (DE)

(72) Erfinder:
• **Schmidt, Fritz J.**
D-73033 Göppingen (DE)
• **Schmidt, Werner**
D-74564 Crailsheim (DE)

• **Rieger, Jürgen**
D-97990 Weikersheim (DE)
• **Petersen, Volker**
D-74564 Crailsheim (DE)

(74) Vertreter: **Pfusch, Volker, Dipl.-Ing.**
Patentanwalts-Partnerschaft
Rotermund + Pfusch
Waiblinger Strasse 11
70372 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 103 706 **BE-A- 793 936**
CH-A- 582 282 **DE-U- 9 211 801**
US-A- 4 073 410

EP 0 609 872 B1

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).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur tiefgründigen Bodenverfestigung, insbesondere zur Verfestigung des Untergrundes von Eisenbahn-Gleiskörpern, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Einrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Bei den bisher bekannten gattungsgemäßen Verfahren (siehe DE-U-9 211 801) wird der Bodenaushub jeweils abgefahren und das in den ausgehobenen Graben wieder einzufüllende Material als neues Material angefahren.

Nachteilig bei diesen bekannten Verfahren ist es, daß Zeit und Energie aufgewendet werden muß, um den Aushub abzufahren bzw. das neu einzufüllende Material von einem entfernt liegenden Ort aus an die Aushubstelle zur Wiederauffüllung heranzufahren. Für den abzufahrenden Aushub wird darüber hinaus Deponieraum benötigt, der heute häufig nur noch schwer zu finden ist.

Besonders schwierig gestalten sich die bekannten Verfahren insbesondere bei der Aufbereitung und Verfestigung des Untergrundes von Eisenbahn-Gleiskörpern, bei dem der Bodenaustausch je nach Beanspruchungsart der Gleiskörper über mehrere Meter in die Tiefe gehen muß. Ein Bodenaustausch bis zu Tiefen von vier bis sechs Meter ist bei hoher Beanspruchung in vielen Fällen mindestens erforderlich. Bei einer Bodenaufbereitung eines Eisenbahn-Gleiskörper-Untergrundes kommt noch hinzu, daß der Zu- und Abtransport des Bodenaushubes bzw. des Bodenauffüllmaterials meist über den Bahndamm selbst als Zu- und Abfahrtsweg erfolgen muß. Diese relativ schmalen Fahrwege sind für einen Lastwagentransport äußerst ungünstig und zwar vor allem deswegen, weil die Lastwagen an dem Graben selbst möglichst eine solche Stellung einnehmen sollen, daß die Ladefläche direkt zu der Grabenöffnung weist. Da die Lastwagen an dem Ort des offenen Grabens, wenn nur der Bahndamm als Fahrweg zur Verfügung steht, nicht drehen können, bedeutet dies, daß die Lastwagen jeweils eine Strecke rückwärts fahren müssen. Daß ein solches Fahren über längere Strecken auf einem schmalen Bahndamm nicht angenehm ist, läßt sich leicht erkennen.

Hier eine bessere, insbesondere Ressourcen schonendere sowie Energie sparendere und damit insgesamt umweltschonendere Lösung zu schaffen, ist das Problem, mit dem sich die vorliegende Erfindung beschäftigt.

Eine grundsätzliche Lösung dieses Problems zeigt das kennzeichnende Merkmal des Patentanspruchs 1 auf.

Danach besteht die Möglichkeit, im günstigsten Fall praktisch nahezu vollkommen ohne Abfahrt von Aushubmaterial und Herbeischaffen neuen Materials auszukommen. Häufig ist der Aushub nämlich so beschaffen, daß bereits eine im wesentlichen von der Zugabe eines verfestigungsfördernden Fremdmaterials freie

Aufbereitung und Wiederauffüllung unter Anwendung an sich bekannter Verdichtungsmaßnahmen zur Erzielung der geforderten Untergrundverfestigung ausreicht.

In diesen Fällen reicht es schon aus, den Bodenaushub untereinander zu vermischen und je nach Bodenbeschaffenheit gegebenenfalls in zerkleinertem Zustand zu vermischen. Diese Aufbereitung kann allein mit einem Mischer sowie gegebenenfalls in Kombination mit einem Brecher erfolgen. Das derart direkt vor Ort, d. h. an dem fortschreitenden Graben aufbereitete Bodenaushubmaterial kann direkt an dem dem Aushub entgegengerichteten Ende des kontinuierlich fortschreitenden Grabens eingebracht und dort in der für die erforderliche Verfestigung notwendigen Weise verdichtet werden.

In vielen Fällen ist es allerdings zur Erzielung einer bestimmten vorgegebenen Verfestigung des Bodenmaterials erforderlich, dem Bodenaushub bei der Aufbereitung an sich bekannte verfestigend wirkende Zuschlagstoffe beizugeben.

Eine Zerkleinerung des Bodenaushubes vor einer Vermischung ist erforderlich, wenn der Aushub Bodenklassen 4 bis 7 nach DIN 18300 enthält. Dabei ist es möglich, den Bodenaushub vor dem Zerkleinern nach einer Zerkleinerung erfordernden Bodenklassen und solchen, die keine Zerkleinerung erfordern, zu klassifizieren.

Um bei der Zuführung von für die Verfestigung erforderlichen Zuschlagstoffen ein für die zu erzielende Verfestigung erforderliches genaues Mischungsverhältnis erhalten zu können, werden sowohl der Bodenaushub als auch die Zuschlagstoffe in entsprechender aufeinander abgestimmter Dosierung gemischt, wozu dem betreffenden Mischer die einzelnen Stoffe in dosierter Form zugegeben werden.

Die für eine Verfestigung einzusetzenden Zuschlagstoffe sind dem Fachmann mit Bezug auf den jeweils aufzuarbeitenden Boden und die im Ergebnis zu erzielende Verfestigung an sich bekannt und können mineralischer, hydraulischer und/oder chemischer Art sein. So können beispielsweise als Zuschlagstoffe Kalk und/oder Zement mit gegebenenfalls Wasser eingesetzt werden.

In Fällen, in denen der Bodenaushub aus kontaminiertem Material besteht, kann in die vor Ort erfolgende Bodenaufbereitung eine thermische, chemische, biologische oder durch Waschen erzielbare Dekontamination integriert werden. Die für diesen Zweck jeweils anzuwendenden Verfahren sind dem Fachmann ebenfalls an sich bekannt, so daß dies hier nicht näher erläutert werden muß. Welches der obengenannten kontaminationsverfahren im Einzelfall anzuwenden ist, richtet sich selbstverständlich nach der Art der Kontamination in dem Bodenaushub. Bei einer biologischen Aufbereitung kann diese dadurch erfolgen, daß die die biologische Reinigung bewirkenden Zuschlagstoffe lediglich bei der Aufbereitung zugegeben und ihre Wirkung erst in dem wieder aufgefüllten Bodenmaterial zur Geltung kommen

lassen.

Voraussetzung für das erfindungsgemäße Verfahren ist ein stetig fortschreitender Graben, dessen Länge möglichst kurz sein sollte, damit der Bodenaushub auf möglichst kurzem Weg in aufbereiteter Form wieder aufgefüllt und verdichtet werden kann. Besonders wichtig und vorteilhaft ist ein solcher kurzer offener Graben in Fällen, in denen der Untergrund eines Bahngleises neben einem in engem Abstand angrenzenden befahrenen Nachbargleis erfolgen muß. Denn dann ist bei dem offenen Graben Sorge dafür zu tragen, daß der Untergrund des befahrenen Gleises nicht in den offenen Graben eindringt. Um dies zu vermeiden, muß der fortschreitende Graben in diesen Fällen stets an der zu dem Nachbargleis liegenden Längsseitenwand abgestützt sein.

Eine solche Abstützung kann beispielsweise dadurch erzielt werden, daß noch vor dem Ausheben des Grabens eine Stützwand in den Erdboden eingebracht wird, die später bei dem Ausheben des Grabens dessen zu dem Nachbargleis liegende Seitenlängswand bildet. Eine derartige Abstützwand kann als verlorene Wand in den Boden eingebracht sein oder sie kann auch so gestaltet sein, daß sie nach wieder aufgefülltem Graben herausnehmbar ist. Eine verlorene Abstützwand kann beispielsweise dadurch erzielt werden, daß vor dem Ausheben des Grabens mit einer Bodenfräse ein Spalt in das Erdreich geätzt wird, der anschließend mit stahlarmiertem Beton ausgegossen wird. Diese Betonwand kann zusätzlich noch durch Zuganker gegenüber dem Untergrund des Nachbargleises, neben dem der Graben entlang der Stützwand gezogen werden soll, gesichert werden.

Besonders elegant und praktisch ist allerdings ein Verfahren, bei dem die in bestimmten Anwendungsfällen erforderlichen Graben-Seitenlängswand-Abstützungen im Rhythmus des fortschreitenden Grabens mitwandern.

Erreichen läßt sich ein solches stetiges Mitwandern der Abstützwände dadurch, daß in der Längsmittle des Grabens seitlich gegeneinander verspannbare Stützelemente vorgesehen werden, mit denen eine feste Stütze zwischen den beiden Graben-Seitenlängswänden erzielbar ist. Bei fortschreitendem Graben wird die Verspannung der Stützelemente gegen die Graben-Seitenlängswände aufgehoben und die Stützelemente gegeneinander zusammengezogen. In diesem Zustand läßt sich die gesamte Einheit der Stützelemente in Graben-Fortschreitungsrichtung verschieben bzw. vorziehen. Das Vorziehen kann beispielsweise mit einem Bagger, der sich außerhalb des Grabens befindet, erfolgen. Nach einem Verschieben der Stützelemente können diese dann wieder erneut zur Abstützung der Längsseitenwände gegeneinander verspannt werden. Die Verspannung erfolgt zweckmäßigerweise über Hydraulikantriebe.

In Graben-Fortschreitungsrichtung vorne gesehen können die Stützelemente in Graben-Fortschrittsrich-

tung bewegliche Schilde besitzen. Diese Schilde sind zwischen zwei vorgegebenen Endpositionen verschiebbar. In der einen Endposition befinden sich die Schilde angezogen an das sie jeweils tragende Stützelement. In diese Endposition werden die Schilde gebracht, wenn die Stützelemente in gegenseitig zueinander entspannter Stellung in Graben-Fortschreitungsrichtung verschoben werden. Sobald die Stützelemente danach erneut gegen die Graben-Längsseitenwände verspannt sind, werden die Schilde in ihre zweite Endposition gebracht, wobei sie in das auszuhebende Erdreich eingedrückt werden. Eingedrückt werden die Schilde deshalb, weil die Stützelemente soweit in Graben-Fortschreitungsrichtung vorgeschoben worden sind, daß die Schilde in ihrer gegenüber den Stützelementen eingezogenen Lage direkt an dem noch auszuhebenden Erdreich zu liegen gekommen sind. Das Verschieben der Schilde gegenüber den Stützelementen erfolgt zweckmäßigerweise ebenfalls hydraulisch. Die Vorderkante der Schilde kann dem Böschungswinkel entsprechend geneigt sein, der sich beim Ausheben des Bodenmaterials durch einen Bagger ergibt.

Entsprechende Schilde können auch an den Stützelementen an dem der Fortschreitungsrichtung des Grabens entgegengesetzten Ende in gleicher Wirkungsweise angebracht sein.

Zur Verdichtung des in den Graben rückgeführten aufbereiteten Bodenmaterials ist der Einsatz einer Grabenwalze, die das Bodenmaterial schichtweise verdichtet besonders günstig. Die Grabenwalze kann dabei an den Ausleger eines Teleskopbaggers geführt sein, der sich auf dem bereits wieder eingefüllten und verdichteten Boden abstützt.

Auch für den Bodenaushub eignet sich ein Teleskopbagger besonders gut.

Eine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignete Einrichtung muß aus mobilen Aggregaten bestehen, die dem kontinuierlich fortschreitenden Graben etwa zeitgleich folgen können und jeweils der Grabenöffnung so zugeordnet werden können, daß einerseits der Bodenaushub direkt von dem Aushubgerät aufgegeben werden kann und daß andererseits das aufbereitete Bodenmaterial ebenfalls direkt in den Grabenauffüllraum rückführbar ist.

Wichtig ist ferner, daß die Breite der zur Aufbereitung des Bodenaushubs erforderlichen Aggregate die Breite des Grabens zumindest nicht wesentlich überschreitet. Dies ist beispielsweise in der Regel erforderlich, wenn der Untergrund eines Gleiskörpers aufbereitet werden soll, der sich in direkter Nachbarschaft eines parallelen Bahngleises, das während der Aufbereitungszeit auch noch befahrbar sein soll, liegt.

Besonders erfolgreich und wirtschaftlich läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren mit einer Einrichtung durchführen, bei der die wesentlichen zur Aufbereitung des Bodenaushubs erforderlichen Aggregate oberhalb der Öffnung des fortschreitenden Grabens mobil lagern.

Möglich ist es bei einer alternativen Ausführungs-

form aber auch, daß die mobile Einheit mit den zur Bodenaufbereitung notwendigen Aggregaten mobil auf dem bereits aufgefüllten Bodenmaterial lagert. In diesem Fall kann die Länge des fortschreitenden Grabens besonders kurz sein. Dadurch läßt sich in manchen Fällen eine Seitenabstützung des offenen Grabens vermeiden. Grundsätzlich kann jedoch auch hier die vorstehend beschriebene wandernde hydraulische Abstützeinrichtung eingesetzt werden.

Sind die zu einer mobilen Einheit zusammengefaßten Aggregate für die Bodenaufbereitung auf einem gemeinsamen Traggerüst befestigt, kann dieses Traggerüst auf einen Schlitten aufgebracht sein, dessen Kufen sich auf den Längsenden des Grabens abstützen. Der Schlitten kann dann auf einfache Weise bei fortschreitendem Graben dem Graben folgend weitergeschoben werden. Das Weiterschieben kann beispielsweise durch den den Bodenaushub vornehmenden Bagger durch einfaches Ziehen erfolgen.

Anstelle der Schlittenkufen können selbstverständlich auch Raupenkette eingesetzt werden. Das Traggerüst kann sich ferner auch über Räder auf dem Boden außerhalb des offenen Grabens abstützen.

Um das aufbereitete Bodenmaterial gezielt in den wieder aufzufüllenden Bereich des Grabens einbringen zu können, kann ein Förderband in das Traggerüst eingebaut sein, über das das aufbereitete Bodenmaterial gezielt verteilt werden kann. Das Förderband kann dabei horizontal schwenkbar sein, um dadurch das wieder aufzufüllende Bodenmaterial gleichmäßig über die Grabenbreite verteilen zu können.

Obwohl das erfindungsgemäße Verfahren besonders zweckmäßig bei der Aufbereitung des Untergrundes von Gleiskörpern einsetzbar ist, eignet sich dieses Verfahren in gleicher Weise ganz generell grundsätzlich für alle Anwendungsfälle, in denen Böden in ihrem Aufbau tiefgründig durch Aushub verändert werden müssen. Gedacht ist dabei vor allem auch an die Dekontamination von Böden, bei der bisher ausgehobenes Erdreich in der Regel nicht vor Ort aufbereitet und direkt wieder aufgefüllt worden ist.

Ausführungsbeispiele für die vorliegende Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden nachfolgend beschrieben.

In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine Ansicht einer auf einem Schlitten montierten mobilen Aufbereitungsanlage in einer Stellung oberhalb der Öffnung eines strichpunktirt angedeuteten Grabens,

Fig. 2 eine Draufsicht auf die mobile Aufbereitungsanlage ohne die in Fig. 1 dargestellten Bagger,

Fig. 3 eine Ansicht der Aufbereitungsanlage nach den Pfeilen III-III in Fig. 2,

Fig. 4a-d einen Schnitt nach Linie IV-IV in Fig. 3 für eine Darstellung der Grabenwand-Abstützelemente in verschiedenen Stellungen,

Fig. 5 eine Ansicht auf eine alternativ gestaltete Aufbereitungsanlage mit Abstützung auf dem aufgefüllten Bodenbereich bei strichpunktirt gestelltem Graben.

In einem in Richtung des Pfeiles A fortschreitend wandernden Graben 1 wird an dem in Fortschreitungsrichtung vorne liegenden Ende 2 Bodenmaterial ausgehoben und an dem entgegengesetzten Ende in aufbereiteter Form wieder eingefüllt. Die dargestellte Grabentiefe beträgt etwa zwei bis drei Meter, wobei auch größere Tiefen gegeben sein können. Die Länge des Grabens 1 beträgt an dessen Grund etwa sieben bis acht Meter. Die Längserstreckung des Grabens 1 an der Oberfläche mißt etwa fünfzehn Meter.

Die Bodenaufbereitungsanlage lagert auf einem sich auf den Endrändern des Grabens 1 abstützenden Schlitten 4, auf dem oberhalb der Öffnung des Grabens 1 die einzelnen Aufbereitungsaggregate auf einem Traggerüst 5 montiert sind.

Die einzelnen Aufbereitungsaggregate bestehen aus einem Materialaufgabe-Trichter 6, der das von dem Löffel eines Teleskopbaggers 7 ausgehobene Bodenmaterial aufnimmt und in ein die Funktionen eines Brechers und Mischers erfüllendes Brecher-Mischer-Aggregat 8 überführt. Aus dem Brecher-Mischer-Aggregat 8 fällt das aufbereitete Bodenmaterial auf ein Förderband 9, das dieses Material an das hintere Ende des Grabens 1 als Wiederauffüll-Material führt. Damit das Material von dem Förderband über die Breite des Grabens gleichmäßig verteilt werden kann, ist das Förderband 9 entsprechend schwenkbar gelagert.

Das wieder aufgefüllte aufbereitete Bodenmaterial wird im Bereich des hinteren Endes des Grabens 1 mit Hilfe einer Grabenwalze 10 schichtweise verdichtet. Geführt wird diese Grabenwalze 10 von dem Ausleger eines sich auf dem wieder aufgefüllten Bodenmaterial abstützenden Teleskopbaggers 11. Zum Schutz vor auffallendem aufbereitetem Bodenmaterial ist die Grabenwalze 10 oben durch ein Schutzdach 12 abgedeckt.

Für den Fall, daß für die erforderliche Verfestigung des Bodenmaterials bei der Aufbereitung Zuschlagstoffe, wie beispielsweise Zement, Kalk und/oder Wasser zugegeben werden müssen, können diese Zuschlagstoffe aus einem Behälter 13 über eine Förderschnecke 14 in den Trichter 6 für das aufzugebende Aushubmaterial zugeführt werden.

Zur Abstützung der Graben-Längsseitenwände sind Stützelemente 15 an das Traggerüst 5 angelenkt. Die Stützelemente 15 erstrecken sich im wesentlichen über den Bereich in der Längsmitte des Grabens 1, der zwischen dem eigentlichen Aushubbereich am vorderen Ende 2 und dem Wiederauffüllbereich am hinteren

Ende 3 des Grabens befindet. In dem vorderen Bereich des Grabens 1 sind die im vorliegenden Fall plattenförmig ausgebildeten Stützelemente 15 dem Böschungswinkel des vorderen Endes 2 des Grabens 1 in der Form angepaßt, d. h. sie weisen dort eine geneigte Vorderkante auf. Des weiteren sind an dem vorderen Ende der Stützelemente 15 in diesen längsverschiebbare Schilde 16 angeordnet. Die Stützelemente 15 sind über Hydraulikantriebe quer zur Längsrichtung des Grabens 1 verschiebbar. Dadurch können sie unter gegenseitiger Abstützung gegen die Seitenlängswände des offenen Grabens gespannt werden, wodurch eine seitliche Grabenabstützung bewirkt wird. In entspanntem Zustand, d. h. in einem Zustand, in dem die Stützelemente 15 durch die Hydraulikantriebe von der Grabenwand entfernt sind, kann die gesamte Aufbereitungsanlage in Graben-Fortschreitungsrichtung verschoben werden. Danach können die Stützelemente 15 erneut gegen die Grabenseitenwände zu deren Sicherung hydraulisch angepreßt werden.

Die Spann- und Entspannlage der Stützelemente 15 sowie das Zusammenspiel der Schilde 16 mit den Stützelementen 15 ist in den verschiedenen Einzeldarstellungen der Fig. 4 gezeigt.

In der Stellung nach Fig. 4a sind die Stützelemente 15 durch die Hydraulikantriebe 17 gegen die Graben-Seitenwände fest gespannt. Diesem Verspannen ist ein Verschieben der Stützelemente 15 in Graben-Fortschreitungsrichtung vorausgegangen. In diesem verspannten Zustand der Stützelemente 15 befinden sich die an diese Elemente angelenkten Schilde 16 in gegenüber diesen Elementen eingefahrenem Zustand.

Da die Stützelemente 15 in verspanntem Zustand kraftschlüssig an den Graben-Seitenwänden anliegen, können in diesem Zustand die Schilde 16 über die dafür vorgesehenen Hydraulikantriebe 18 in Graben-Fortschreitungsrichtung vorgetrieben werden und zwar in das noch nicht ausgehobene Erdreich. Den derart ausgefahrenen Zustand der Schilde 16 zeigt Fig. 4b.

Fig. 4c zeigt den Zustand, in dem die Stützelemente 15 durch die Hydraulikantriebe 17 von den Graben-Seitenwänden abgezogen sind. Dabei befinden sich die Schilde 16 in einer zu den Stützelementen 15 ausgefahrenen Position.

In dieser Position können die Stützelemente 15 über einen Vorschub des Schlittens 4 in Graben-Fortschreitungsrichtung verschoben werden. Eine entsprechend verschobene Position der Stützelemente 15 zeigt Fig. 4d. Sobald in dieser Position die Stützelemente 15 wieder entsprechend der Darstellung in Fig. 4a gegen die Graben-Seitenwände verspannt sind, werden die Schilde 16, die zunächst bis an den offenen vorderen Rand das Erdreich kontaktierend herangeführt waren, in dieses Erdreich mit Hilfe der Hydraulikantriebe 18 eingetrieben. Dadurch besitzen die Stützelemente 15 auch in ihrem vorderen Bereich eine direkte Abstützung innerhalb des Erdreiches.

Bei der Ausführungsform einer Aufbereitungsan-

lage nach Fig. 5 befindet sich die gesamte Einheit der mobilen Aufbereitungsanlage auf dem Randbereich des bereits wieder aufgefüllten fortschreitenden Grabens 1. Die Graben-Fortschreitungsrichtung ist wiederum mit einem Pfeil A angegeben.

Die mobile Aufbereitungsanlage besteht aus zwei übereinander angeordneten Förderbändern 19 und 20. Das obere dieser Förderbänder ist das Förderband 19, auf das an dem dem Graben 1 zugewandten Ende der Bodenaushub von dem Löffel eines Teleskopbaggers 7 aufgegeben wird. Von dem anderen Ende dieses Förderbandes 19 gelangt der Bodenaushub über einen Trichter 21 in ein Brecher-Mischer-Aggregat 22. Aus diesem Aggregat 22 fördert ein unterhalb des Förderbandes 19 verlaufendes Förderband 20 das aufbereitete Bodenmaterial an das hintere Ende 3 des Grabens 1 zur nachfolgenden Verdichtung. Wie bei der Ausführung nach Fig. 1 können auch bei der Ausführung nach Fig. 5 über Zusatzeinrichtungen Zuschlagstoffe zu dem aufzubereitenden Bodenmaterial beigegeben werden.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 5 kann der fortschreitende Graben eine besonders kurze Länge haben. Auf diese Weise ist es in vielen Fällen möglich, ohne eine seitliche Abstützung des Grabens 1 auskommen zu können. Im Prinzip sind aber auch bei dieser Ausführungsform selbstverständlich fortschreitend bewegbare Stützelemente 15 einsetzbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur tiefgründigen Bodenverfestigung, insbesondere zur Verfestigung des Untergrundes von Eisenbahn-Gleiskörpern, bei dem in einem etwa kontinuierlich fortschreitenden jeweils seitlich abgestützten Graben in der Breite und Tiefe des zu verfestigenden Bodenbereiches Bodenmaterial an dem in Fortschreitungsrichtung vorderen Ende ausgehoben und etwa zeitgleich an seinem in kurzer Entfernung davon liegenden entgegengesetzten hinteren Ende wieder mit zur Verfestigung geeignetem Material unter Durchführung der zur Verfestigung erforderlichen Maßnahmen aufgefüllt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein Teil des wieder aufgefüllten Materials aus dem vorhergehenden Aushub stammendes direkt vor Ort auf die zur Erzielung einer vorbestimmten Verfestigung erforderlichen Eigenschaften aufbereitetes Material ist, wobei die Aufbereitung und Wiederauffüllung etwa kontinuierlich im Rhythmus des anfallenden Aushubs erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Bodenaushub bei der Aufbereitung untereinander vermischt sowie gegebenenfalls zuvor zerkleinert und gegebenenfalls mit die Verfestigung bewirkenden und/oder verstärkenden Zuschlag-

stoffen versehen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zerkleinerung in einem Brecher erfolgt und
nur für Bodenaushub der Bodenklassen 4 bis 7
nach DIN 18300 bzw. mit Anteilen dieser Boden-
klassen vorgesehen ist. 5
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Bodenaushub vor dem Zerkleinern und/
oder Vermischen nach Bodenklassen für eine erfor-
derliche und nicht erforderliche Zerkleinerung klas-
siert und aufgetrennt wird. 10
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
dadurch gekennzeichnet,
daß die für die Verfestigung des wieder aufzufüllen-
den aufbereiteten Bodenaushubs erforderlichen
Zuschlagstoffe zusammen mit dem Bodenaushub
in vorbestimmten aufeinander abgestimmten Do-
sismengen spätestens dem Mischprozeß zugege-
ben werden, wobei diese Zuschlagstoffe je nach Er-
fordernis mineralische, hydraulische und/oder che-
mische Stoffe sein können oder Kalk und/oder Ze-
ment zusammen mit gegebenenfalls Wasser. 20
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che, bei dem das Aushubmaterial kontaminiert ist,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Aushubmaterial bei der Aufbereitung in an
sich bekannter Weise thermisch, chemisch, biolo-
gisch oder durch Waschen dekontaminiert wird. 25
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
dadurch gekennzeichnet,
daß zumindest eine der Längsseitenwände des
fortschreitenden Grabens bereits vor dem Aushub
dieses Grabens als verlorene oder nach Auffüllen
des Grabens wieder entfernbare oder in Richtung
des fortschreitenden Grabens mitwandernde gege-
benenfalls im Bodenmaterial verankerte Abstütz-
wand ausgebildet ist. 30
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Abstützwand eine stahlarmierte Betonwand
ist, die in einen vor Aushub des Grabens etwa in
der Tiefe des auszuhebenden Grabens eingefrä-
sten Spalt eingefüllt wird. 35
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,

daß in die Tiefe des Grabens ragende Stützelemen-
te (15) unter gegenseitiger Abstützung gegen die
Seitenlängswände des Grabens zur Erzielung einer
Graben-Stützwandfunktion verspannbar und zum
Fortbewegen von den entsprechenden Graben-
wänden entfernbar sind, wobei das gegenseitige
Verspannen der Stützelemente (15) und deren Ent-
fernen von den Seitenlängswänden des Grabens
(1) hydraulisch erfolgen kann.

10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß an den spannbaren Stützelementen (15) zu-
mindest in Graben-Fortschreitungsrichtung vorne
und relativ zu diesen bewegbare Schilde (16) an-
gelenkt sind, die bei ungespannten Stützelementen
(15) gegen diese in eine erste Endposition einzieh-
bar und bei gespannten Stützelementen (15) in das
noch auszuhebende Erdreich hinein in ihre zweite
gegenüber den Stützelementen (15) entgegenge-
richtete Endposition verschiebbar sind.
11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß die in Graben-Fortschreitungsrichtung liegen-
de jeweilige Vorderkante der Schilde (16) zur Lot-
rechten in dem Sinne geneigt ist, daß sie mit stei-
gender Grabentiefe in bezug auf die Grabenfort-
schreitungsrichtung nach hinten verläuft und daß
die Schilde (16) gegenüber den Stützelementen
(15) hydraulisch bewegt werden können.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Verdichtung des in den Graben (1) rückge-
führten aufbereiteten Bodenmaterials schichtweise
mit Hilfe einer Grabenwalze (10) erfolgt, wobei die
Grabenwalze (10) unter einem sie abdeckenden
Dach (12) arbeiten und insbesondere von dem Aus-
leger eines Teleskopbaggers (11) geführt werden
kann.
13. Einrichtung zur Durchführung der Verfahren nach
einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die zur Aufbereitung des Bodenaushubs er-
forderlichen Aggregate (6,8,9,13,14;19,20,21,22)
mobil sind, dem kontinuierlich fortschreitenden
Graben (1) etwa zeitgleich folgen und der Graben-
öffnung jeweils so zugeordnet sind, daß einerseits
der Bodenaushub direkt von dem Aushubgerät (7)
aufgegeben werden kann und daß andererseits das
aufbereitete Bodenmaterial ebenfalls direkt in den
Grabenauffüllraum rückführbar ist, wobei die Breite
der zur Aufbereitung des Bodenaushubs erforderli-
chen Aggregate (6,8,9,13,14;19,20,21,22), die eine
gemeinsame mobile, oberhalb der Öffnung des fort-

schreitenden Grabens (1) mobil lagernde Einheit sind, die Breite des Grabens (1) zumindest nicht wesentlich überschreitet.

14. Einrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zur Aufbereitung des Bodenaushubs erforderlichen Aggregate (19,20,21,22) auf dem jeweils neu aufgefüllten Material mobil lagern.
15. Einrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die mobile Lagerung der die zur Aufbereitung des Bodenaushubs erforderlichen Aggregate (6,8,9,13,14) aufnehmenden Einheit über ein sich an den Längsenden des Grabens (1) abstützendes Traggerüst erfolgt, wobei dieses ein ziehbarer Schlitten (4) oder ein über Raupenketten oder Räder fahrbares Gestell sein kann.
16. Einrichtung nach Anspruch 15, bei der das abstützende Traggerüst ein ziehbarer Schlitten oder ein über Raupenketten oder Räder fahrbares Gestell ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die die zur Aufbereitung des Bodenaushubs erforderlichen Aggregate (6,8,13,14) aufnehmende Einheit mit einem Förderband (9) versehen ist, über das das aufbereitete Bodenmaterial dem ausgehobenen Graben (1) wieder zuführbar ist, wobei das Förderband (9) mit seinem dem wieder aufzufüllenden Ende des Grabens (1) zugekehrten Ende über etwa die Grabenbreite verschwenkbar sein kann.

Claims

1. Method for deep soil consolidation, in particular for consolidating the subsoil of railway tracks, in which, in a substantially continuously advancing trench supported on each side in the width and depth of the soil region to be consolidated, soil material is excavated at the front end in the direction of advance and is used again for backfilling substantially simultaneously at its remote rear end located at a short distance therefrom with material which is suitable for consolidation while carrying out the measures necessary for consolidation, characterised in that at least a proportion of the material used again for backfilling is material which originates from the previous excavation and has been upgraded directly on site to the qualities required for achieving a predetermined consolidation, upgrading and backfilling again taking place substantially continuously at the rate of the excavation taking place.
2. Method according to claim 1, characterised in that the excavated soil is blended during upgrading, is

optionally reduced in size beforehand and is optionally provided with consolidating and/reinforcing aggregates.

3. Method according to claim 1 or 2, characterised in that size reduction is carried out in a crusher and is provided only for excavated soil categories 4 to 7 according to DIN 18300 or with fractions of these soil categories.
4. Method according to one of the preceding claims, characterised in that the excavated soil, prior to size reduction and/or blending according to soil categories, is classified and separated for size reduction which may or may not be necessary.
5. Method according to one of the preceding claims, characterised in that the aggregates required for consolidating the upgraded excavated soil which is to be used again for backfilling are added together with the excavated soil in predetermined mutually adapted metered quantities at the latest to the mixing process, wherein these aggregates can be mineral, hydraulic and/or chemical substances, depending on the requirements, or lime and/or cement optionally together with water.
6. Method according to one of the preceding claims, in which the excavated material is contaminated, characterised in that the excavated material is decontaminated thermally, chemically, biologically or by washing in a known manner during upgrading.
7. Method according to one of the preceding claims, characterised in that at least one of the longitudinal side walls of the advancing trench is designed as a supporting wall which is temporary prior to excavation of this trench or is removable after backfilling of the trench or travels in the direction of the advancing trench and is optionally secured in the soil material.
8. Method according to one of the preceding claims, characterised in that the supporting wall is a steel-reinforced concrete wall which is introduced into a gap which has been sunk prior to excavation of the trench substantially to the depth of the trench to be excavated.
9. Method according to one of claims 1 to 7, characterised in that supporting elements (15) projecting into the depth of the trench can be fastened with mutual support against the lateral longitudinal walls of the trench for fulfilling a trench supporting wall function and can be removed for moving the corresponding trench walls on, wherein the mutual fastening of the supporting elements (15) and the removal thereof from the lateral longitudinal walls of the trench (1) can be carried out hydraulically.

10. Method according to claim 9, characterised in that shields (16) which are movable relative to the supporting elements (15) are articulated to the fastenable supporting elements (15) at least in the direction of advance of the trench at the front and can be drawn into a first end position toward the supporting elements (15) when they are not fastened and can be displaced into the earth still to be excavated into their second end position remote from the supporting elements (15) when the supporting elements (15) are fastened.
11. Method according to claim 10, characterised in that the respective front edge of the shields (16) located in the direction of advance of the trench is inclined to the vertical such that it extends backwards with respect to the direction of advance of the trench as the trench depth increases and in that the shields (16) can be moved hydraulically relative to the supporting elements (15).
12. Method according to one of the preceding claims, characterised in that the compaction of the upgraded soil material recycled into the trench (1) is carried out in layers using a trench roller (10), wherein the trench roller (10) can operate under a roof (12) which covers it and, in particular, can be guided by the extension arm of a telescopic excavator (11).
13. Arrangement for carrying out the method according to one of the preceding claims, characterised in that the assemblies (6, 8, 9, 13, 14; 19, 20, 21, 22) required for upgrading the excavated soil are mobile, follow the continuously advancing trench (1) substantially simultaneously and are respectively allocated to the trench orifice in such a way that, on the one hand, the excavated soil can be loaded directly from the excavating device (7) and in that, on the other hand, the upgraded soil material can also be recycled directly into the trench backfilling space, wherein the width of the assemblies (6, 8, 9, 13, 14; 19, 20, 21, 22) which are required for upgrading the excavated soil and are a common mobile unit which is mounted in a mobile manner above the orifice of the advancing trench (1) at least does not significantly exceed the width of the trench (1).
14. Arrangement according to claim 13, characterised in that the assemblies (19, 20, 21, 22) required for upgrading the excavated soil are mounted in a mobile manner on the respective fresh backfill material.
15. Arrangement according to claim 13, characterised in that the mobile mounting of the unit receiving the assemblies (6, 8, 9, 13, 14) required for upgrading the excavated soil is achieved by means of a structure supported at the longitudinal ends of the trench

(1), wherein the structure can be a towable carriage (4) or a chassis capable of travelling via caterpillar tracks or wheels.

16. Arrangement according to claim 15, in which the supporting structure is a towable carriage or a chassis capable of travelling via caterpillar tracks or wheels, characterised in that the unit receiving the assemblies (6, 8, 13, 14) required for upgrading the excavated soil is provided with a conveyor belt (9) by means of which the upgraded soil material can be supplied to the excavated trench (1) again, wherein the conveyor belt (9) can be pivoted with its end facing the end of the trench (1) to be back-filled over substantially the width of the trench.

Revendications

1. Procédé de consolidation en profondeur du sol, en particulier de consolidation du substratum de corps de voies de chemin de fer, dans lequel, dans une tranchée progressant de façon à peu près continue et soutenue latéralement qui a la largeur et la profondeur de la zone de sol à consolider, du sol est excavé à l'extrémité avant dans la direction de progression, et à peu près en même temps, la tranchée est, à son extrémité arrière opposée située à une courte distance de son extrémité avant, remblayée avec du matériau approprié à la consolidation avec exécution des opérations nécessaires à la consolidation, caractérisé par le fait qu'au moins une partie du matériau rapporté est du matériau provenant de l'excavation précédente traité directement sur place pour avoir les propriétés nécessaires à la réalisation d'une consolidation déterminée, le traitement et le remblayage étant effectués de façon à peu près continue au rythme de l'excavation produite.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le sol excavé est, lors du traitement, mélangé et éventuellement auparavant fragmenté et éventuellement additionné de matières supplémentaires produisant et/ou renforçant la consolidation.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que la fragmentation est effectuée dans un concasseur et prévue seulement pour du sol excavé des classes 4 à 7 de DIN 18300 ou contenant des portions de ces classes de sol.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le sol excavé est, avant la fragmentation et/ou le mélange, classé et divisé en classes pour une fragmentation nécessaire et une fragmentation non nécessaire.
5. Procédé selon l'une des revendications précéden-

tes, caractérisé par le fait que les matières supplémentaires nécessaires à la consolidation du sol excavé traité à rapporter sont ajoutées conjointement avec le sol excavé, dans des quantités dosées accordées entre elles fixées à l'avance, au plus tard au processus de mélange, ces matières supplémentaires pouvant être, suivant les besoins, des substances minérales, hydrauliques et/ou chimiques ou de la chaux et/ou du ciment avec éventuellement de l'eau.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le matériau excavé est contaminé, caractérisé par le fait que le matériau excavé est, lors du traitement, décontaminé d'une manière connue par voie thermique, chimique ou biologique ou par lavage.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'au moins une des parois latérales longitudinales de la tranchée en progression est déjà, avant l'excavation de celle-ci, constituée d'une paroi de soutènement perdue ou pouvant être enlevée après le remblayage de la tranchée ou se déplaçant dans la direction de la tranchée en progression, éventuellement ancrée dans le sol.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la paroi de soutènement est une paroi en béton armé coulée dans une fente fraisée avant l'excavation de la tranchée à peu près à la profondeur de la tranchée à excaver.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que des éléments de soutènement (15) allant jusqu'au fond de la tranchée peuvent être serrés avec soutien mutuel contre les parois longitudinales latérales de la tranchée pour la réalisation d'une fonction de parois de soutènement de la tranchée et enlevés des parois correspondantes de la tranchée pour l'avancement, le serrage mutuel de ces éléments de soutènement (15) et leur enlèvement des parois longitudinales latérales de la tranchée (1) pouvant être effectués par voie hydraulique.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé par le fait qu'aux éléments de soutènement serrables (15) sont articulés des boucliers (16) mobiles au moins vers l'avant dans la direction de progression de la tranchée et par rapport à ceux-ci qui, lorsque les éléments de soutènement (15) sont desserrés, peuvent être rentrés contre ceux-ci dans une première position extrême et, lorsque les éléments de soutènement (15) sont serrés, peuvent être enfoncés dans le sol à excaver jusqu'à leur deuxième position extrême dirigée en sens contraire des éléments

de soutènement (15).

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé par le fait que le bord avant des boucliers (16) situé dans la direction de progression de la tranchée est incliné par rapport à la verticale de façon telle que lorsque la profondeur de la tranchée augmente, il s'étende vers l'arrière relativement à la direction de progression de la tranchée, et que les boucliers (16) peuvent être déplacés par voie hydraulique par rapport aux éléments de soutènement (15).

12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le compactage du sol traité ramené dans la tranchée (1) est effectué par couches au moyen d'un rouleau à tranchées (10), ce rouleau (10) pouvant travailler sous un toit (12) le couvrant et être conduit en particulier par la flèche d'une pelle télescopique (11).

13. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les organes (6, 8, 9, 13, 14 ; 19, 20, 21, 22) nécessaires au traitement du sol excavé sont mobiles, suivent à peu près, temporellement, la tranchée (1) progressant de façon continue et sont placés par rapport à l'orifice de la tranchée de façon que d'une part, le sol excavé puisse y être chargé directement par l'engin excavateur (7), et d'autre part, le sol traité puisse être ramené également directement dans l'espace de remblayage de la tranchée, la largeur des organes (6, 8, 9, 13, 14 ; 19, 20, 21, 22) nécessaires au traitement du sol excavé, qui forment un ensemble commun reposant mobile au-dessus de l'orifice de la tranchée en progression (1), au plus, ne dépassant pas beaucoup la largeur de la tranchée (1).

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé par le fait que les organes (19, 20, 21, 22) nécessaires au traitement du sol excavé reposent mobiles sur le matériau nouvellement rapporté.

15. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé par le fait que l'appui mobile de l'ensemble recevant les organes (6, 8, 9, 13, 14) nécessaires au traitement du sol excavé est réalisé par l'intermédiaire d'une charpente support qui s'appuie sur les extrémités longitudinales de la tranchée (1) et peut être un chariot tirable (4) ou un châssis mobile sur chenilles ou sur roues.

16. Dispositif selon la revendication 15, dans lequel la charpente support appuyée est un chariot tirable ou un châssis mobile sur chenilles ou sur roues, caractérisé par le fait que l'ensemble recevant les organes (6, 8, 13, 14) nécessaires au traitement du sol excavé est pourvu d'une bande transporteuse (9)

par laquelle le sol traité peut être ramené à la tranchée excavée (1), l'extrémité de cette bande transporteuse (9) dirigée vers l'extrémité à remblayer de la tranchée (1) pouvant être pivotante sur à peu près la largeur de la tranchée.

5

10

15

20

25

30

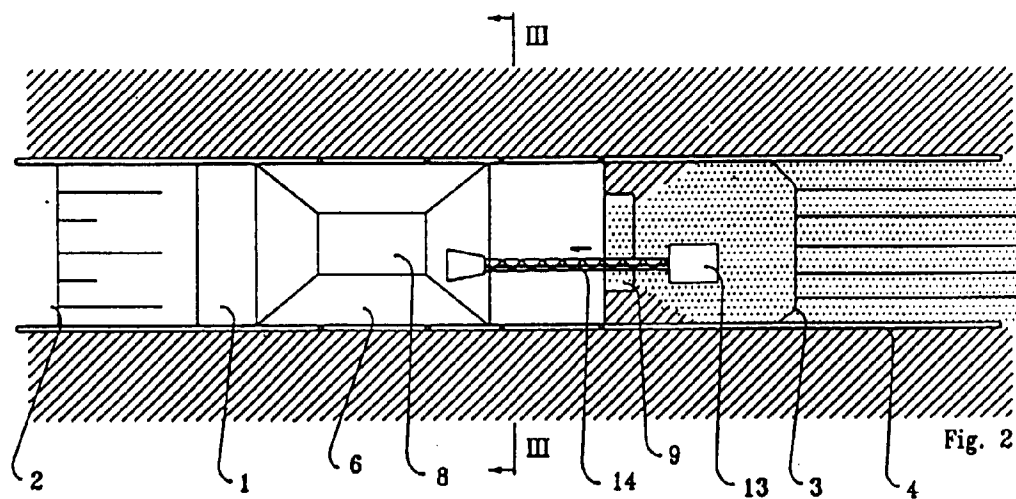
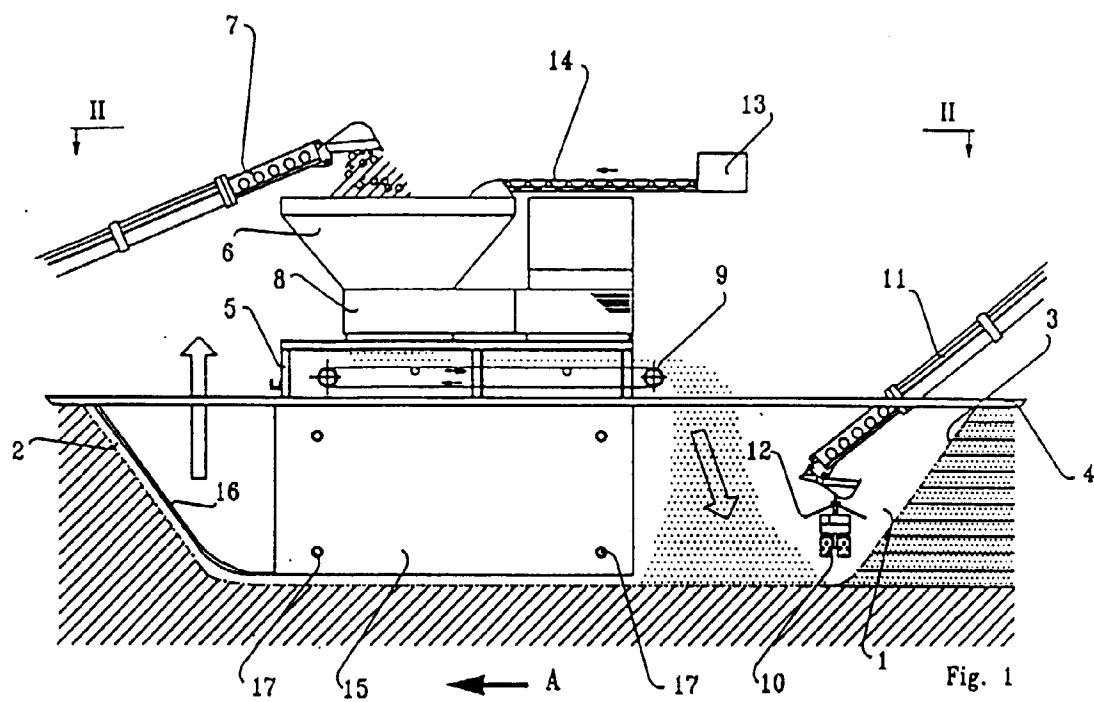
35

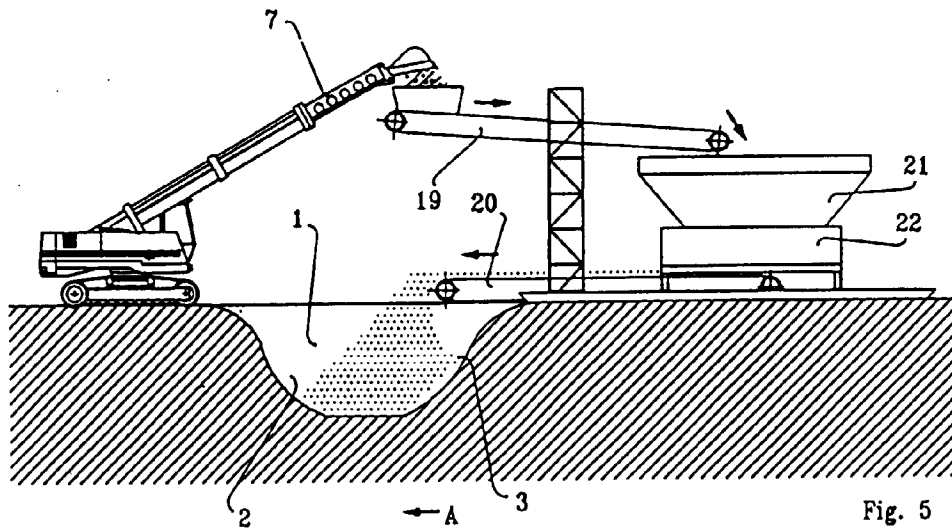
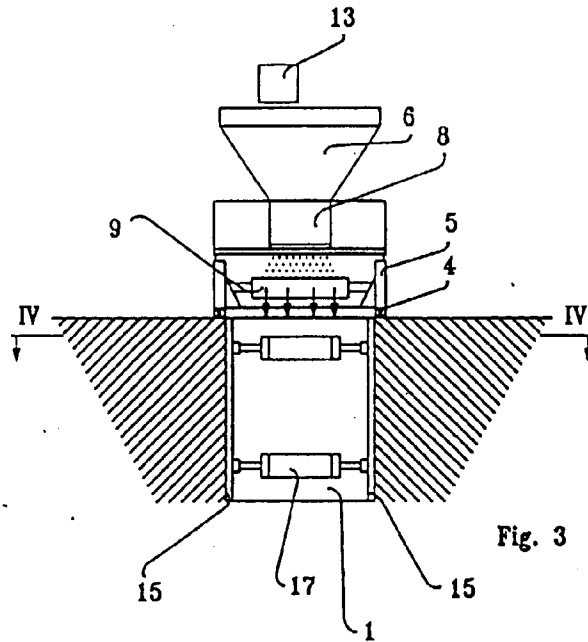
40

45

50

55





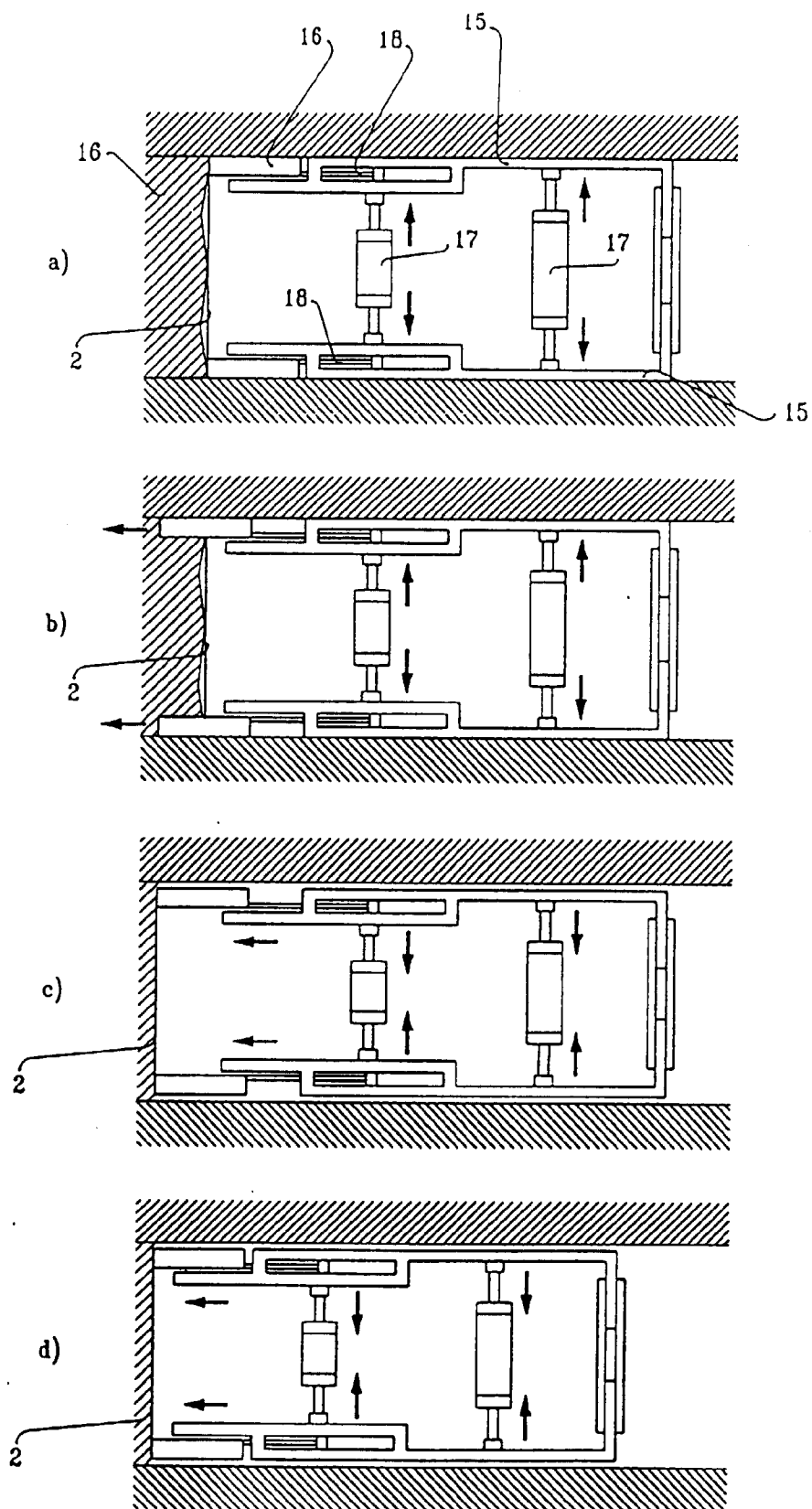


Fig. 4