

(19)



(11)

EP 4 144 952 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.11.2024 Patentblatt 2024/47

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E21B 7/04 (2006.01) E21B 7/30 (2006.01)
E21B 7/28 (2006.01) E21B 17/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22194255.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E21B 7/046; E21B 7/28; E21B 7/30; E21B 17/02

(22) Anmeldetag: **07.09.2022**

(54) HORIZONTALBOHRVERFAHREN UND HORIZONTALBOHRSYSTEM

HORIZONTAL DRILLING METHOD AND HORIZONTAL DRILLING SYSTEM

PROCÉDÉ DE FORAGE HORIZONTAL ET SYSTÈME DE FORAGE HORIZONTAL

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

- **Weirather, Erik**
9478 Azmoos (CH)
- **Schlegel, Christoph**
9478 Azmoos (CH)
- **Hofer, Björn**
9478 Azmoos (CH)

(30) Priorität: **07.09.2021 CH 0702512021**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.03.2023 Patentblatt 2023/10

(74) Vertreter: **Swisspat Riederer Hasler**
Patentanwälte AG
Elestastrasse 8
7310 Bad Ragaz (CH)

- (73) Patentinhaber:
- **Marty Bauleistungen AG**
9478 Azmoos (CH)
 - **Ghelma AG Spezieltiefbau**
3860 Meiringen (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-U1- 29 703 655 US-A- 5 979 574
US-A1- 2018 163 475 US-B2- 9 828 805

- (72) Erfinder:
- **Marty Jun., Werner**
9478 Azmoos (CH)

EP 4 144 952 B1

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

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Horizontalbohrverfahren gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Horizontalbohrsystem gemäss Oberbegriff des Anspruchs 14.

Stand der Technik

[0002] Das übliche Verfahren im Tiefbau zur Herstellung eines Bohrloches zur Verlegung von unterirdischen Rohrleitungen mit einem Durchmesser von bis zu 1000 mm ist das Horizontalspülbohrverfahren. Da bei diesem Verfahren die Aushebung eines Grabens vermieden werden kann, ist es besonders für die Unterquerung von fließenden Gewässern, Straßen und Autobahnen usw. geeignet.

[0003] Die Horizontalspülbohranlage bohrt mit einem Bohrkopf eine Pilotbohrung von einer Startgrube in Richtung Zielgrube. Der Bohrkopf ist mit dem aus stückweisem Bohrgestänge zusammengeschaubten Bohrstrang verschraubt, der von der Horizontalspülbohranlage in das Erdreich getrieben wird und eine gewisse Flexibilität aufweist. Ein gegenüber dem Bohrkopf geringerer Durchmesser des Bohrgestänges lässt einen Ringraum frei. Durch das Gestänge wird eine Bentonit-Bohrspülung zum Bohrkopf gepumpt, wo sie austritt und das Bohrklein durch den Ringraum ausspült. Neben dem Ausspülen von Bohrklein stellt die Bohrspülung auch die Stützung des Bohrloches sicher und dichtet die Bohrlochwand ab. Zusätzlich dient sie durch die speziellen Eigenschaften von Bentonit dem Kühlen des Bohrkopfes und als Schmiermittel.

[0004] Hat der Bohrkopf die Zielgrube erreicht, wird er gegen einen sogenannten Räumer ausgetauscht. Der Räumer hat einen größeren Durchmesser als der Bohrkopf und weitet beim Zurückziehen die Pilotbohrung auf unter gleichzeitiger Verdichtung der Bohrungswände. Je nach Bodenbeschaffenheit wird mehr Bohrklein ausgelesen oder mehr verdrängt. An den Räumer angehängt kann entweder für weitere Aufweitungsschritte nochmals ein Bohrstrang oder abschließend ein oder mehrere Rohre in den Bohrkanal eingezogen werden.

[0005] Die US 5 979 574 A, US2018/163475 A1, US 9 828 805 B2 und DE 297 03 655 U1 beschreiben ein solches Horizontalspülbohrverfahren.

[0006] Es gibt jedoch geologische Zusammensetzungen des Bodens, bei welchen sich das Horizontalspülbohrverfahren nicht zur Herstellung eines Durchbruches eignet. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn der Boden instabil ist und die Gefahr von Setzungen nach der Bohrung besteht. Auch kann es sein, dass der Boden den Durchbruch nach der Bohrung sofort wieder verkleinert, sodass die Kräfte am Räumer zu gross sind, um diesen durch den Durchbruch zu führen bzw. das Bohrloch in sich zusammenfällt und einen Rohreinzug unmög-

lich macht.

[0007] Zur Verfestigung des Bohrloches wird in der DE 297 03 655 U1 vorgeschlagen einen elastomeren Formkörper in das Bohrgestänge einzubinden. Der Formkörper verdichtet das Erdreich rund um die aufgeweitete Bohrlochwandung.

Aufgabe der Erfindung

[0008] Aus den Nachteilen des beschriebenen Stands der Technik resultiert die Aufgabe, ein Horizontalbohrverfahren zu zeigen, welches auch bei den oben beschriebenen instabilen Bodenverhältnissen eingesetzt werden kann.

Beschreibung

[0009] Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt bei einem Horizontalbohrverfahren durch die im kennzeichnenden Abschnitt des Patentanspruchs 1 angeführten Merkmale. Weiterbildungen und/oder vorteilhafte Ausführungsvarianten sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0010] Die Erfindung ist durch die Einbindung wenigstens eines Düsenstrahlelements (DSE) in das Bohrgestänge gekennzeichnet, mit welchem DSE in dem Bohrgestänge eingeleitetes Bindemittel in den das Bohrloch umgebenden Boden mit einem Düsenstrahlverfahren vor dem Schritt 3) oder während des Schrittes 1) injiziert wird, wodurch rund um das Bohrloch eine Bindemittelsäule entsteht. Das Verfahren ermöglicht es, Horizontalbohrungen in instabilem Boden durchzuführen, was mit Verfahren des Stands der Technik nicht möglich ist. Bei den bekannten Verfahren wird das Bohrloch bei solchen Böden instabil oder kollabiert schlechtestenfalls. Instabile Böden, welche für Verfahren des Stands der Technik ungeeignet sind, in welche mit dem vorliegenden Verfahren jedoch ein stabiles Bohrloch gebohrt werden kann, enthalten beispielsweise Rheinkies oder Grobschotter ohne nennenswerten Feinkornanteil. Das Verfahren ermöglicht es, dass ein im Wesentlichen horizontales Bohrloch auch in instabilem Boden herstellbar ist, ohne dass das Bohrloch Gefahr läuft sich zu setzen. Setzungen an der Oberfläche des Bodens sind daher jedenfalls vermieden. Da der anstehende Boden durch die Bindemittelsäule gesättigt ist, kann Grundwasser den Boden um das Bohrloch nicht ausspülen und nicht destabilisieren. Wenn es die Stabilität des Bodens zulässt, kann wenigstens eine DSE zwischen dem Bohrkopf und dem Bohrgestänge eingesetzt werden. Dadurch können die Arbeitsschritte 1) und 2) gleichzeitig erfolgen.

[0011] Als zweckdienlich hat es sich erwiesen, wenn das Düsenstrahlverfahren eine Hochdruckinjektion (HDI) oder eine Niederdruckinjektion (NDI) ist. Um eine stabile Bindemittelsäule aufbauen zu können, muss das Korngerüst des anstehenden Erdreiches aufgeschnitten werden. Dies erfolgt durch den Düsenstrahl bei der HDI mit bis zu 750 bar. Falls der Boden derart beschaffen ist,

dass der Bohrkopf das Korngerüst aufschneiden kann, ist es möglich auf die NDI zurückzugreifen, bei welcher Drücke von nur bis zu 250 bar zur Anwendung kommen. Dadurch lässt sich je nach Bodenbeschaffenheit das passende Düsenstrahlverfahren wählen.

[0012] Zweckmässigerweise ist das Bindemittel eine Zementsuspension. Diese Suspension dringt in den Boden ein und bildet zusammen mit dem aufgeschnittenen Korngerüst eine stabile Bindemittelsäule rund um das Bohrloch.

[0013] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist eine Mehrzahl von Düsenstrahlelementen hintereinander in das Bohrgestänge integriert und über das erste Ende des Bohrgestänges, welche frei von der Bindemittelzuleitung ist, wird das Öffnen und Schliessen der Düsen eines DSE gesteuert. Ein bestehendes Bohrsystem kann daher durch die speziellen DSE mit wenig Aufwand ergänzt werden. Diese müssen lediglich zwischen zwei Bohrstangen eingeschraubt werden. Dabei kann jedes vorhandene Ende des Bohrgestänges genutzt werden, um das Herstellen der Bindemittelsäule kontinuierlich und unterbrechungsfrei zu ermöglichen. Fällt ein DSE aus, da beispielsweise eine Düse verstopft ist, so kann jederzeit auf ein weiteres DSE zurückgegriffen werden.

[0014] Als vorteilhaft erweist es sich, wenn zwischen dem zweiten Ende des Bohrgestänges, an welchem das Bindemittel eingeleitet wird, und der Bindemittelzuleitung aus einer Mischanlage ein Kupplungselement vorgesehen ist, in welchem Kupplungselement sich das Bohrgestänge drehen kann. Das Kupplungselement stellt die Verbindung zwischen der starren Bindemittelzuleitung und dem sich drehenden Bohrgestänge her.

[0015] Die Erfindung zeichnet sich auch bevorzugt dadurch aus, dass das Bohrgestänge während der Erhärtungszeit des Bindemittels über eine Distanz von höchstens 7 m hin- und her verschoben und rotiert wird. Während der Erhärtungszeit der Bindemittelsäule kann das Bohrgestänge nicht an dem Bindemittel haften und kann nach der Erhärtungszeit weiterhin gedreht und rotiert werden.

[0016] Zur Verhinderung des Anhaftens an dem Bindemittel sind an den Kupplungsenden der Rohrstangen Abtragsflügel vorgesehen, welche Bindemittel auf der gesamten Länge des Bohrloches während der Aushärtungszeit abtragen. Dadurch wird das Bohrgestänge sukzessive «freigeschnitten» und bleibt jederzeit beweglich.

[0017] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das Bohrloch nach dem Schritt 1) mit einem Räumer aufgeweitet und mit Bentonit gespült wird. Dadurch lässt sich dichter und gesättigter Boden, in welchen von vorneherein kein Bindemittel injizierbar ist, mit Bentonit aufgelockert und ausgeschwemmt. Dadurch kann in dem anstehenden Boden Platz für das Bindemittel geschaffen werden.

[0018] Zweckmässigerweise wird das Bohrloch nach dem Schritt 3) oder 4) kontrolliert und gereinigt. Dieser Arbeitsschritt wird als «Cleangang» bezeichnet. Dadurch

kann ein Steckenbleiben eines Produkterohres beim Einziehen verhindert werden oder andere Fehler in dem Bohrloch erkannt werden.

[0019] Vorteilhaft ist es, wenn nach dem Schritt 3) oder 4) ein Produkterohr mittels des Bohrgestänges in das Bohrloch eingezogen wird. Dadurch dient das Bohrfahrer einer Rohrverlegung mit allen Vorteilen des Horizontalspülbohrverfahrens, jedoch auch in instabilen Böden.

[0020] Mit Vorteil erfolgt die Kontrolle und Reinigung des Bohrloches dadurch, dass ein Produkterohr von höchstens 5 m Länge durch das Bohrloch gezogen wird. Wenn dieses Proberohr sich vollständig durch das Bohrloch ziehen lässt, so ist davon auszugehen, dass auch das gesamte Produkterohr in das Bohrloch einziehbar ist. Zusätzlich kann das Proberohr Verunreinigungen aus dem Bohrloch fördern.

[0021] Dadurch, dass mit Vorteil ein zwischen der Bindemittelsäule und dem Produkterohr vorhandener Hohlraum mit einem Füllmaterial verfüllt wird, können Setzungen im Boden und an der Oberfläche zuverlässig verhindert werden. Solche Setzungen sind jedoch sehr unwahrscheinlich, da die Bindemittelsäule ohnedies sehr stabil und setzungssicher ist.

[0022] In einer bevorzugten Ausführungsform zur Herstellung eines Tunnels werden eine Mehrzahl von Bohrlochern entlang eines Tunnelbogens gebohrt, deren Bindemittelsäulen einander berühren, wird das Erdreich innerhalb des Tunnelbogens entfernt, wird der Tunnelbogen mit Verankerungen die Bindemittelsäulen durchdringend armiert und wird der Tunnelbogen mit Spritzbeton verkleidet. Dadurch lässt sich mit geringem Aufwand unter Verwendung des vorliegenden Horizontalbohrverfahrens ein Tunnel mit einer Länge bis zu 1 km herstellen. Auf eine Tunnelbohrmaschine, welche in der Herstellung und im Betrieb sehr teuer ist, kann verzichtet werden.

[0023] In einer bevorzugten Ausführungsform zur Baugrundstabilisierung unterhalb eines gesetzten Gegenstandes, insbesondere eines Gebäudes, wird ein Bohrloch und eine Bindemittelsäule erstellt, wird in das Bohrloch eine Litze eingezogen, wird die Litze an ihren beiden Enden gespannt und verankert und wird der in dem Bohrloch verbleibende Hohlraum mit einem Füllmaterial verfüllt. Dadurch lässt sich mit geringem Aufwand der Setzungsvorgang des Erdreiches unterhalb eines Gebäudes stoppen und die weitere Absenkung des Gebäudes verhindern.

[0024] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Horizontalbohrsystem zur Durchführung eines Horizontalbohrverfahrens nach der obigen Beschreibung und gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 14. Die Erfindung zeichnet sich auch dadurch aus, dass zwischen zwei benachbarte Bohrstangen wenigstens ein DSE mit wenigstens einer Düse an seinem Mantel und bevorzugt mehrere miteinander verbundene DSE anordenbar sind, wobei eine der Bohrstangen über das erste Ende des Bohrgestänges der Steuerung des Verschlusses bzw. der Öffnung der Düsen dient und die andere Bohrstange

über das zweite Ende des Bohrgestänges der Versorgung der DSE mit Bindemittel dient. Dadurch ist das bestehende Bohrgestänge optimal zum Betrieb der HDI oder der NDI nutzbar. Zusätzlich lässt sich der Ausfall einer DSE sofort durch Inbetriebnahme einer weiteren DSE kompensieren. Das aufwendige Ausziehen des Bohrgestänges und der Austausch der kaputten DSE gegen eine funktionstüchtige DSE kann dadurch vermieden werden.

[0025] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind an den Kupplungsenden der Bohrstangen Abtragsflügel ausgebildet, deren Umfangskreis einen grösseren Durchmesser als das jeweilige Kupplungsende aufweisen. Dadurch lässt sich das Bohrgestänge während der Aushärtung der Bindemittelsäule durch ständige Rotation freischneiden.

[0026] Zweckmässigerweise weist das System zur Bindemittelzuleitung aus einer Mischanlage ein Kupplungselement auf, durch welches das Bindemittel in das zweite Ende des Bohrgestänges eingeleitet wird und in welchem Kupplungselement sich das Bohrgestänge abgedichtet drehen kann. Durch das Kupplungselement lässt sich eine Verbindung zwischen der feststehenden Bindemittelzuleitung und dem sich drehenden Bohrgestänge herstellen.

[0027] Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die schematischen Darstellungen. Die folgenden Prinzipskizzen zeigen in nicht massstabsgetreuer Darstellung:

- Figur 1: erstellen einer Pilotbohrung;
- Figur 2: erstellen einer Bindemittelsäule;
- Figur 3: abwarten der Erhärtungszeit;
- Figur 4: aufweiten des Bohrloches;
- Figur 5: kontrollieren und reinigen des Bohrloches;
- Figur 6: einziehen des Produkterohres;
- Figur 7: auffüllen des Hohlraumes rund um das Produkterohr;
- Figur 8: gleichzeitiges erstellen der Pilotbohrung und der Bindemittelsäule;
- Figur 9: aufweiten des Bohrloches nach Erstellung der Pilotbohrung;
- Figur 10: Anordnung mehrerer Düsenstrahlelemente (Detail X);
- Figur 11: Einleitung des Bindemittels (Detail Y);
- Figur 12: Bohrstangendetail mit Abtragsflügeln (Detail Z);
- Figur 13: Tunnel mit einer Mehrzahl von Bohrlöchern mit Bindemittelsäule
- Figur 14: ausgebrochener Tunnel
- Figur 15: armierter Tunnelbogen
- Figur 16: Pilotbohrung unter einem gesetzten Gebäude
- Figur 17: Bohrloch mit einer verlegten Litze und
- Figur 18: Litze im verfüllten Bohrloch

[0028] In den Figuren 1 bis 10 und 13 bis 18 ist ein

Bohrloch gezeigt, welches gesamthaft mit dem Bezugszeichen 11 bezeichnet ist. Das Bohrloch 11 wird erstellt, ohne dass dafür ein Graben ausgehoben werden muss, da ein Horizontalbohrverfahren zur Anwendung kommt.

Zur Erstellung des Bohrloches 11 wird eine Pilotbohrung vorgenommen. Dazu wird ein Bohrkopf 13 an der Spitze eines Bohrgestänges 15 in den Boden getrieben. Das Bohrgestänge 15 wird durch eine Mehrzahl von aneinander gekuppelten Bohrstangen 17 erstellt. Die zugewandten Seiten von benachbarten Bohrstangen 17 können beispielsweise ineinander geschraubt werden. Dazu besitzt eine Bohrstange ein Aussengewinde 19 und die andere Bohrstange ein Innengewinde 21. Die jeweilige Verschieberichtung des Bohrgestänges 15 wird in den Figuren mit einem Pfeil angezeigt.

[0029] Ein Bohrgerät 23 versetzt das Bohrgestänge 15 und den Bohrkopf 13 in Rotation, wodurch der Bohrkopf von einer Startgrube 25 ausgehend in Richtung einer Zielgrube 27 getrieben wird. Dabei wird das Bohrgestänge 15 sukzessive um eine weitere Bohrstange 17 verlängert bis der Bohrkopf 13 die Zielgrube 27 erreicht. Während des Bohrvorganges wird in das Bohrgestänge 15 Bentonit aufgegeben, welcher den Bohrkopf 13 kühlt und schmirt und das Bohrklein aus dem Bohrloch ausgespült. Die austretende Bohrspülung ist mit Bohrklein angereichert und sammelt sich in der Startgrube, von welcher sie über die Recyclinganlage wieder zur Mischanlage gepumpt wird. In einer Recyclinganlage 29 wird ausgelegenes Bohrklein von der Bentonitpülung getrennt, damit die Bohrspülung wiederverwendet werden kann. Dieser erste Verfahrensschritt ist in Figur 1 gezeigt.

[0030] Ist die Geologie des Bodens, in welchen das Bohrloch 11 getrieben wird, instabil, so ist die Anwendung der bekannten Horizontalpülbohrtechnik nicht möglich, weil das Bohrloch instabil ist. Beispielsweise führt das Auftreten von Rheinkies im Boden zu solchen instabilen Verhältnissen.

[0031] Um das Bohrloch stabil zu machen, wird folgender Verfahrensschritt vorgenommen: Nachdem der Bohrkopf 13 die Zielgrube erreicht hat, wird er abmontiert und wenigstens ein Düsenstrahlelement (DSE) 31 wird an das Bohrgestänge 15 angekuppelt. Diese Anordnung ist im Detail X in Figur 10 gezeigt. Jedes DSE 31 besitzt zumindest eine Düse 33 und an seinen Enden ein Aussengewinde 19 bzw. ein Innengewinde 21. Dadurch kann jedes DSE 31 mit einer Bohrstange 17 oder an einem weiteren DSE 31 verbunden werden. In einer solchen Anordnung hat das Bohrgestänge ein erstes Ende 35 und ein zweites Ende 37. Über das zweite Ende 37 wird ein Bindemittel in das Bohrgestänge 15 und die DSE 31 eingeleitet. Bevorzugt ist das Bindemittel eine Zementsuspension. Über die Düsen 33 eines DSE 31 wird das Bindemittel mit dem anstehenden Boden vermischt, wodurch eine Bindemittelsäule 39 rund um das Bohrloch 11 aushärtet und das Bohrloch 11 stabilisiert. Aus Gründen der Redundanz sind mehrere DSE 31 hintereinander angeordnet. Falls die Düsen 33 eines DSE 31 verstopfen, so kann ein weiteres DSE 31 mit funktionsfähigen Düsen

33 in Betrieb genommen werden. Das Öffnen bzw. Schliessen der Düsen 33 eines DSE 31 erfolgt über ein Ventil 41. Das Ventil 41 wird beispielsweise über eine Steuerleitung, Druckluft, ein Funksignal, mechanisch, oder eine Rückzugsbewegung angesteuert. Die Steuerleitung kann über das erste Ende 35 in dem Bohrgestänge 15 realisiert sein. Das Ventil 41 kann Druckluft erhalten, wenn an der an die DSE 31 anschliessende Bohrstange 17 eine Klappe 42 geöffnet wird. Falls also eine Düse 33 schlechtestenfalls mitten in dem Bohrloch 11 verstopft, so muss das Bohrgestänge 15 nicht vollständig aus dem Bohrloch herausgezogen werden, sondern es kann ein weiteres DSE 31 aktiviert werden. Eine Düse 31 besitzt einen Durchmesser von 2,5 bis 6 mm.

[0032] Die DSE 31 werden von der Zielgrube 27 in die Startgrube 25 gezogen (Figur 2). Wenn die DSE 31 die Startgrube 25 erreicht haben, ist das gesamte Bohrloch mit einer Bindemittelsäule 39 verstärkt. Setzungen des Bodens und der Oberfläche sind daher durch die Bindemittelsäule 39 zuverlässig verhindert. Zudem ist der Boden, an dem das Bohrloch 11 ansteht, durch das Bindemittel gesättigt und Grundwasser kann in den Boden nicht mehr eindringen und diesen verziehen oder ausschwemmen.

[0033] Damit das Bindemittel in das drehende Bohrgestänge 15 aufgegeben werden kann, ist ein Kupplungselement 43 vorgesehen, welches im Detail Y in Figur 11 gezeigt ist. Das Bindemittel wird in einer Mischanlage 45 mit Zement aus einem Silo 47 und Wasser als eine Suspension zur Verfügung gestellt. Das Kupplungselement 43 ermöglicht, dass das Bindemittel durch die feststehende Zuleitung 49 aus der Mischanlage 45 in das drehende Bohrgestänge 15 eingeleitet werden kann, indem sich das Bohrgestänge 15 in dem Kupplungselement 43 drehen kann.

[0034] Je nach der vorhandenen Bodenbeschaffenheit kann das Düsenstrahlverfahren eine Hochdruckinjektion (HDI) oder eine Niederdruckinjektion (NDI) sein. Bei der HDI wird das Bindemittel mit bis zu 550 bar in den anstehenden Boden eingebracht. Durch den hohen Druck schneidet der Düsenstrahl das Korngerüst des Bodens auf und vermischt dieses mit dem Bindemittel. Die HDI kann im 1-, 2- oder 3 Phasenverfahren erfolgen. Das Bindemittel kann also allein, oder mit Luft oder Wasser oder mit Luft und Wasser injiziert werden.

[0035] Falls der Boden derart beschaffen ist, dass der Bohrkopf das Korngerüst aufschneiden kann, so kann auch mit der NDI gearbeitet werden. Bei der NDI ist ein Druck von höchstens 200 bar ausreichend und dieses Verfahren ist dementsprechend kostengünstiger.

[0036] Da die Bindemittelsäule 39 aushärten muss, muss das Bohrgestänge während bis zu 24 h in dem Bohrloch bleiben. Damit das Bohrgestänge während dieser Zeit nicht an dem Bindemittel 39 anhaftet, wird das Bohrgestänge 15 ständig gedreht und um bis zu 7 m linear hin- und her bewegt. An den Kupplungsenden 50 der Bohrstangen 17 sind Abtragsflügel 51 ausgebildet (Siehe Detail Z dargestellt in Figur 12). Die Abtragsflügel

51 können durch die Rotation des Bohrgestänges 15 die Bohrstangen 17 aus dem Bindemittel freischneiden.

[0037] Das nunmehr ausgehärtete Bohrloch kann in einer oder mehreren Stufen aufgeweitet werden. Dazu wird ein Räumer 52 in das Bohrgestänge 15 integriert und durch das Bohrloch 11 gezogen. Nach Bedarf kann dieser Vorgang mit weiteren Räumern 52 mit grösserem Durchmesser wiederholt werden. Dadurch können Bohrlöcher 11 mit einem Bohrlochdurchmesser bis zu 100 cm erstellt werden (Figur 4).

[0038] Zur Kontrolle und Reinigung des fertigen Bohrloches 11 kann ein Kontrollräumer durch das Bohrloch 11 gezogen werden. Denkbar ist auch ein Stück des später zu verlegenden Produkterohres 53 mit einer Länge von beispielsweise 5 m durch das Bohrloch 11 zu ziehen. Wenn sich dieses Stück durch das Bohrloch ziehen lässt, so ist davon auszugehen, dass das Produkterohr 53 über die gesamte Länge des Bohrloches 11 in dieses einziehen lässt. In Figur 5 ist das Bohrloch 11 gezeigt, welches nunmehr gesäubert und kontrolliert ist und bereit für den Einzug des Produkterohres 53 ist.

[0039] In Figur 6 ist der Einzug des Produkterohres 53 gezeigt. Durch das Vorhandensein der Bindemittelsäule 39 und deren Stabilisierung des Bohrloches 11 muss das Produkterohr 53 nicht möglichst rasch eingezogen werden, wie dies bei Verfahren des Stands der Technik notwendig ist. Vielmehr kann der Einziehvorgang unterbrochen werden und es herrscht kein Zeitdruck beim Verschweissen der einzelnen Produkterohrstücke. Daher muss das Produkterohr 53 auch nicht vollständig ausgelegt und bereit für den Einzug sein, wenn das Bohrloch 11 fertiggestellt ist. Das Produkterohr 53 kann ein Schutzrohr für andere Rohre, Kabel oder eine Fernwärmeleitung sein. Es kann aber auch direkt das Mediumrohr z.B. einer Wasser- oder Gasleitung sein.

[0040] Damit sicher keine Setzungen entstehen, wird der Hohlraum 55 zwischen der Bindemittelsäule 39 bzw. dem Bohrloch 11 und dem Produkterohr 53 mit einem Füllmaterial 54 verfüllt. Dazu wird, wie in Figur 7 gezeigt, das Füllmaterial 54 mit einer Pumpe 57 in den Hohlraum 55 gefördert.

[0041] In Figur 8 ist eine Ausführungsform des Verfahrens gezeigt, welche bei sicheren geologischen Verhältnissen angewendet werden kann. Dabei kann auf eine Bentonitpülung während des Bohrens des Bohrloches verzichtet werden und die Injektion mit Bindemittel nach der HDI oder NDI kann während des Bohrens erfolgen. Dadurch können 2 Arbeitsschritte gleichzeitig erfolgen, wodurch eine signifikante Zeiteinsparung möglich ist. Zur Durchführung dieser Ausführungsform kann direkt an dem Bohrkopf 13 eine Mehrzahl von DSE 31 angekuppelt sein und an das letzte DSE 31 kann das Bohrgestänge 15 angekuppelt sein. Das entstehende Bohrklein kann durch die HDI gespalten werden und muss daher nicht aus dem Bohrloch abtransportiert werden.

[0042] Die Ausführungsform gemäss der Figur 9 wird angewendet, wenn der Boden äusserst dicht und gesättigt ist. Dabei wird ein Räumer 52 an dem Bohrgestänge

15 mehrmals durch das Bohrloch 11 gezogen und die Umgebung 59 des Bohrloches 11 mehrmals mit Bentonit gespült. Dadurch entsteht Platz im Boden bzw. er wird aufgelockert, um das Bindemittel in diesen injizieren zu können.

[0043] In den Figuren 13 bis 15 ist eine Anwendung des oben beschriebenen Horizontalbohrverfahrens gezeigt, um einen Tunnel 60 herzustellen: Dabei werden eine Mehrzahl von Bohrlöchern 11 gebohrt und Bindemittelsäulen 39 durch HDI oder NDI erstellt, um einen Tunnelbogen 61 zu erzeugen. Nach Erzeugung des Tunnelbogens 61 kann das Erdreich innerhalb des Tunnelbogens 61 entfernt werden (Figur 14). Anschliessend können in die Bindemittelsäulen 39 mit Verankerungen 63 armiert werden. Abschliessend kann der Tunnelbogen 61 mit einer Verkleidung 65, bevorzugt aus Spritzbeton, verkleidet werden.

[0044] Auf diese Weise können Verkehrstunnel, Entlastungstollen oder unterirdische Kanäle bis zu einer Länge von 1 km erstellt werden.

[0045] Eine weitere Anwendung des erfinderischen Bohrverfahrens ist in den Figuren 16 bis 18 gezeigt, um eine Baugrundstabilisierung unterhalb eines Gebäudes 66 vorzunehmen: Nachdem das Bohrloch 11 und die Bindemittelsäule 39, wie weiter oben beschrieben, hergestellt sind (Figur 16), kann in das Bohrloch eine Litze 67 mit dem Bohrgestänge 15 eingezogen werden. Die Litze 67 kann ein Stahlseil mit Kopfplatten an den Enden sein. Die Litze 67 wird gespannt und an ihren Enden ausserhalb des Bohrloches 11 verankert. Dann wird der verbleibende Hohlraum in dem Bohrloch 11 mit einem Füllmaterial 54 verfüllt. Durch die Litze 67 kann der Baugrund stabilisiert werden und die Setzung kann gestoppt werden.

[0046] Das vorliegende Horizontalbohrverfahren ermöglicht es stabile Bohrlöcher 11, ohne das Ausheben von Gräben herzustellen, auch wenn der Boden instabil ist und deshalb das Horizontalspülbohrverfahren nicht angewendet werden kann. Die Verfestigung des Bodens wird durch eine Bindemittelsäule 39 erreicht, welche durch Injektion eines Bindemittels in den Boden mit einem Düsenstrahlverfahren erzeugt wird.

Legende:

[0047]

11	Bohrloch
13	Bohrkopf
15	Bohrgestänge
17	Bohrstange
19	Aussengewinde
21	Innengewinde
23	Bohrgerät
25	Startgrube
27	Zielgrube
29	Recyclinganlage
31	Düsenstrahlelement

33	Düse
35	Erstes Ende des Bohrgestänges
37	Zweites Ende des Bohrgestänges
39	Bindemittelsäule
5	41 Ventil
	42 Klappe
	43 Kupplungselement
	45 Mischanlage
	47 Silo
10	49 Zuleitung
	50 Kupplungsenden
	51 Abtragsflügel
	52 Räumler
	53 Produkterohr
15	54 Füllmaterial
	55 Hohlraum
	57 Pumpe
	59 Umgebung des Bohrloches im Boden
	60 Tunnel
20	61 Tunnelbogen
	63 Verankerungen
	65 Verkleidung
	66 Gebäude
	67 Litze
25	

Patentansprüche

1. Horizontalbohrverfahren die folgenden Arbeitsschritte aufweisend

1) Erstellen einer Pilotbohrung bei welcher ein Bohrkopf (13) an einem Bohrgestänge (15) mit einer Mehrzahl von hintereinander gekuppelten Bohrstäben (17), von einer Startgrube (25) zu einer Zielgrube (27) im Boden getrieben wird und Bentonit über das Bohrgestänge (15) zum Bohrkopf (13) gefördert wird, wodurch ein Bohrloch (11) entsteht,

3) Austauschen des Bohrkopfes (13) durch einen Räumler (52) in der Zielgrube (27) und Aufweiten des Bohrloches (11) durch Ziehen des Räumers (52) von der Zielgrube (27) zur Startgrube (25) und

4) Optionale Wiederholung des Schrittes 3) mit weiteren Räumern zur stufenweisen Aufweitung des Bohrloches (11)

weiter gekennzeichnet durch

2) Einbindung mehrere mit einander verbundene Düsenstrahlelemente (DSE) (31) in das Bohrgestänge (15), mit welche in dem Bohrgestänge (15) zusätzlich zum Bentonit eingeleitetes Bindemittel, insbesondere eine Zementsuspension, in den das Bohrloch (11) umgebenden Boden mit einem Düsenstrahlverfahren vor dem Schritt 3) oder während des Schrittes 1) injiziert wird, wodurch rund um das Bohrloch (11) eine ausgehärtete Bindemittelsäule (39) entsteht.

2. Bohrverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Düsenstrahlverfahren eine Hochdruckinjektion (HDI) oder eine Niederdruckinjektion (NDI) ist.
3. Bohrverfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Mehrzahl von Düsenstrahlelementen (31) hintereinander in das Bohrgestänge (17) integriert ist und über das erste Ende (35) des Bohrgestänges (15), welche frei von der Bindemittelzuleitung ist, das Öffnen und Schließen der Düsen eines DSE gesteuert wird.
4. Bohrverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem zweiten Ende (37) des Bohrgestänges (15), an welchem das Bindemittel eingeleitet wird, und der Bindemittelzuleitung (49) aus einer Mischanlage (45) ein Kupplungselement (43) vorgesehen ist, in welchem Kupplungselement (43) sich das Bohrgestänge (15) drehen kann.
5. Bohrverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bohrgestänge (15) während der Erhärtungszeit des Bindemittels über eine Distanz von höchstens 7 m hin- und her verschoben und rotiert wird.
6. Bohrverfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Kupplungsenden (50) der Bohrstangen (17) Abtragsflügel (51) vorgesehen sind, welche Bindemittel auf der gesamten Länge des Bohrloches (11) während der Aushärtungszeit abtragen.
7. Bohrverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bohrloch (11) nach dem Schritt 1) mit einem Räumer (52) aufgeweitet wird und mit Bentonit gespült wird.
8. Bohrverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bohrloch (11) nach dem Schritt 3) oder 4) kontrolliert und gereinigt wird.
9. Bohrverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Schritt 3) oder 4) ein Produkterohr (53) mittels des Bohrgestänges (15) in das Bohrloch (11) eingezogen wird.
10. Bohrverfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontrolle und Reinigung des Bohrloches (11) dadurch erfolgt, dass ein Produkterohr (53) von höchstens 5 m Länge durch das Bohrloch (11) gezogen wird.
11. Bohrverfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zwischen der Bindemittelsäule und dem Produkterohr (53) vorhandener Hohlraum (55) mit einem Füllmaterial (54) verfüllt wird.
12. Bohrverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Herstellung eines Tunnels
- eine Mehrzahl von Bohrlöchern (11) entlang eines Tunnelbogens (61) gebohrt werden, deren Bindemittelsäulen (39) einander berühren,
 - das Erdreich innerhalb des Tunnelbogens (61) entfernt wird,
 - der Tunnelbogen (61) mit Verankerungen (63) die Bindemittelsäulen (39) durchdringend armiert wird und
 - der Tunnelbogen (61) mit Spritzbeton verkleidet wird.
13. Bohrverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Baugrundstabilisierung unterhalb eines gesetzten Gegenstandes, insbesondere eines Gebäudes (66)
- ein Bohrloch (11) und eine Bindemittelsäule (31) erstellt wird,
 - in das Bohrloch (11) eine Litze (67) eingezogen wird,
 - die Litze (67) an ihren beiden Enden gespannt und verankert wird und
 - der in dem Bohrloch (11) verbleibende Hohlraum (55) mit einem Füllmaterial (54) verfüllt wird.
14. Horizontalbohrsystem zur Durchführung eines Horizontalbohrverfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche aufweisend
- eine Mehrzahl von Bohrstangen (17), welche sich zu einem Bohrgestänge (15) mit einem ersten und zweiten Ende (35,37) verbunden sind und von einem Bohrgerät (23) angetrieben werden und
 - ein DSE (31) mit wenigstens einer Düse (33) an seinem Mantel, welche zwischen zwei benachbarte Bohrstangen (17) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere miteinander verbundene DSE (31) zwischen zwei benachbarten Bohrstangen hintereinander angeordnet sind und an jedem DSE (31) ein Ventil (41) vorhanden ist, welches die Düsen (31) einer DSE (31) öffnet und schliesst, indem das Ventil (41) durch eine der Bohrstangen (17) über das erste Ende (35) des Bohrgestänges (15) angesteuert ist und **dass** über die andere Bohrstange (17) über das zweite Ende (37) des Bohrgestänges (15) die

DSE (31) mit Bindemittel versorgt ist.

15. Horizontalbohrsystem nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das System zur Bindemittelzuleitung aus einer Mischanlage (45) ein Kupplungselement (43) aufweist, durch welches das Bindemittel in das zweite Ende (37) des Bohrgestänges (15) eingeleitet wird und in welchem Kupplungselement (43) sich das Bohrgestänge (15) abgedichtet drehen kann.
16. Horizontalbohrsystem nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Kupplungsenden (50) der Bohrstangen (17) Abtragsflügel (51) ausgebildet sind, deren Umfangskreis einen grösseren Durchmesser als das jeweilige Kupplungsende (50) aufweisen.

Claims

1. Horizontal drilling process comprising the following working steps:

1) Producing of a pilot drilling for which a drilling head (13) on a drill string (15) with a multitude of drill rods (17) coupled the one behind the other is driven into the ground from a starter pit (25) to a target pit (27) and bentonite is transported via the drill string (15) to the drilling head (13) so that a drill hole (11) is formed,

3) Replacement of the drilling head (13) by a reamer (52) in the target pit (27) and widening of the drill hole (11) by pulling the reamer (52) from the target pit (27) to the starter pit (25) and 4) Optional repeat of step 3) with further reamers for the stepwise widening of the drill hole (11) further **characterized by**

2) integration of several jet grouting elements (31) coupled with one another into the drill string (15) with which a binder agent, in particular a cement grout, additionally introduced to the bentonite in the drill string (15) is injected into the ground surrounding the drill hole (11) with a jet grouting process before step 3) or during step 1) so that a hardened binder agent column (39) is formed.

2. Drilling process according to claim 1, **characterized in that** the jet grouting process is a high pressure injection or a low pressure injection.
3. Drilling process according to one of the claims 1 or 2, **characterized in that** a multitude of jet grouting elements (31) is integrated the one after the other into the drill string (17) and the opening and closing of the nozzles of a jet grouting element is controlled via the first end (35) of the drill string (15) that is free

from the binder agent supply line.

4. Drilling process according to one of the preceding claims, **characterized in that** a coupling element (43) is provided between the second end (37) of the drill string (15) at which the binder agent is introduced and the binder agent supply line (49) from a mixing system (45), coupling element (43) in which the drill string (15) can rotate.

5. Drilling process according to one of the preceding claims, **characterized in that** the drill string (15) is moved back and forth and rotated during the hardening time of the binder agent over a distance of maximally 7 m.

6. Drilling process according to claim 5, **characterized in that** removal wings (51) are provided at the coupling ends (50) of the drill rods (17) that remove binder agent on the entire length of the drill hole (11) during the hardening time.

7. Drilling process according to one of the preceding claims, **characterized in that** the drill hole (11) is widened with a reamer (52) after step 1) and is rinsed with bentonite.

8. Drilling process according to one of the preceding claims, **characterized in that** the drill hole (11) is controlled and cleaned after step 3) or 4).

9. Drilling process according to the preceding claims, **characterized in that** a product pipe (53) is driven into the drill hole (11) by means of the drill string (15) after step 3) or 4).

10. Drilling process according to claim 9, **characterized in that** the control and cleaning of the drill hole (11) is performed a product pipe (53) of a maximal length of 5 m is drawn through the bore hole (11).

11. Drilling process according to one of the claims 9 or 10, **characterized in that** a hollow space (55) existing between the binder agent column and the product pipe (53) is filled with a filling material (54).

12. Drilling process according to one of the claims 1 to 8, **characterized in that** for constructing a tunnel

- a multitude of drill holes (11) is drilled along a tunnel arch (61), the binder agent columns (39) of which contact each other,
- the ground is removed inside the tunnel arch (61),
- the tunnel arch (61) is reinforced with anchors (63) that penetrate the binder agent columns (39) and
- the tunnel arch (61) is coated with sprayed con-

crete.

13. Drilling process according to one of the claims 1 to 8, **characterized in that** for soil stabilization below a set object, in particular a building (66),
- a drill hole (11) and a binder agent column (31) are produced,
 - a strand (67) is driven into the drill hole (11),
 - the strand (67) is tensioned and anchored at its both ends and
 - the hollow space (55) that remains in the drill hole (11) is filled with a filling material (54).
14. Horizontal drilling system for carrying out a horizontal drilling process according one of the preceding claims comprising
- a multitude of drill rods (17) that are connected to a drill string (15) with a first and a second end (35, 37) and are driven by a drill rig (23) and a jet grouting element (31) with at least one nozzle (33) on its sheath is arranged between two adjacent drill rods (17)
- characterized in that**
- several jet grouting elements (31) connected with one another are arranged the one behind the other between two adjacent drill rods and a valve (41) is arranged on each jet grouting element (31) that opens and closes the nozzles (31) of a jet grouting element (31), wherein the valve (41) is controlled by one of the drill rods (17) via the first end (35) of the drill string (15) and that the jet grouting elements (31) are supplied with binder agent via the second end (37) of the drill string (15).
15. Horizontal drilling system according to claim 14, **characterized in that** the system comprises a coupling element (43) for the binder agent supply from a mixing system (45), coupling element through which the binder agent is introduced into the second end (37) of the drill string (15) and coupling element (43) in which the drill string (15) can sealingly rotate.
16. Horizontal drilling system according to claim 14 or 15, **characterized in that** removal wings (51) are configured at the coupling ends (50) of the drill rods (17) the circumferential circle of which has a bigger diameter than the respective coupling end (50).

Revendications

1. Procédé de forage horizontal présentant les étapes de travail suivantes :
- 1) réalisation d'un perçage pilote pour lequel une

tête de forage (13), sur un train de tiges (15) avec une multitude de tiges de forage (17) couplées l'une derrière l'autre, est enfoncée dans le sol d'une fosse de départ (25) vers une fosse d'arrivée (27) et de la bentonite est transportée par le train de tiges (15) vers la tête de forage (13) si bien qu'un trou de forage (11) se forme, 3) remplacement de la tête de forage (13) par un alésoir (52) dans la fosse d'arrivée (27) et élargissement du trou de forage (11) en tirant l'alésoir (52) de la fosse d'arrivée (27) vers la fosse de départ (25) et 4) répétition optionnelle de l'étape (3) avec d'autres alésoirs pour l'élargissement graduel du trou de forage (11)

caractérisé de plus par

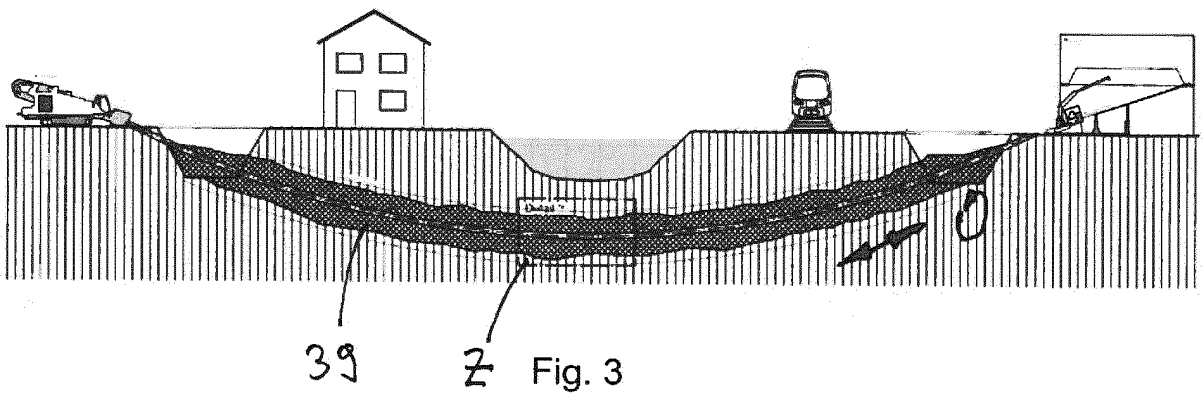
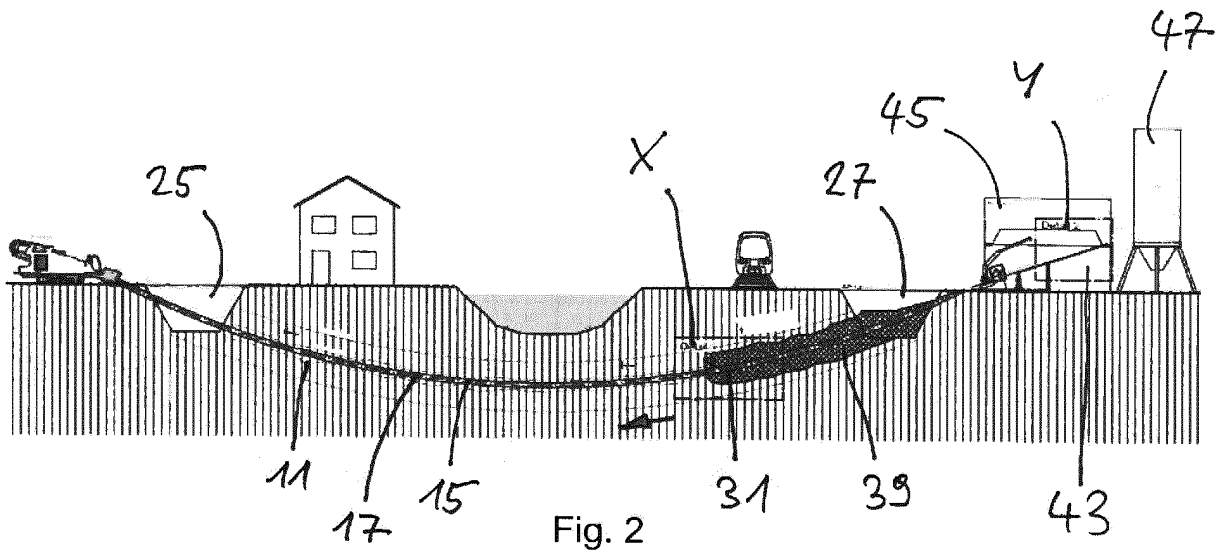
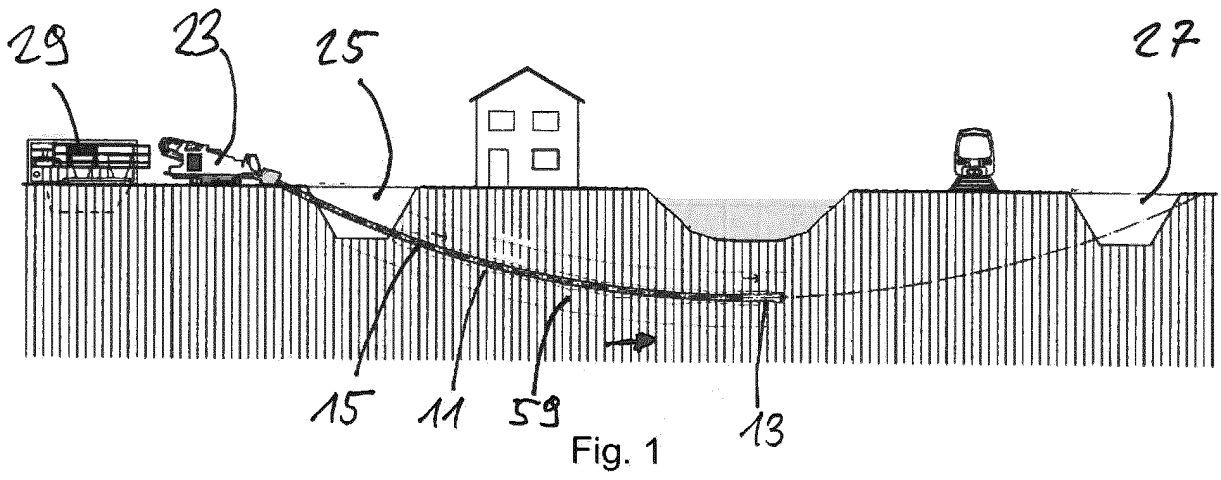
2) intégration de plusieurs éléments de buse de jet reliés l'un à l'autre (31) dans le train de tiges (15) avec lesquels un liant introduit dans le train de tiges (15) en plus de la bétonite, en particulier une suspension de ciment, est injecté dans le sol qui entoure le trou de forage (11) avec un procédé de jet avant l'étape (3) ou pendant l'étape (1) si bien qu'une colonne de liant (39) durcie se forme tout autour du trou de forage (11).

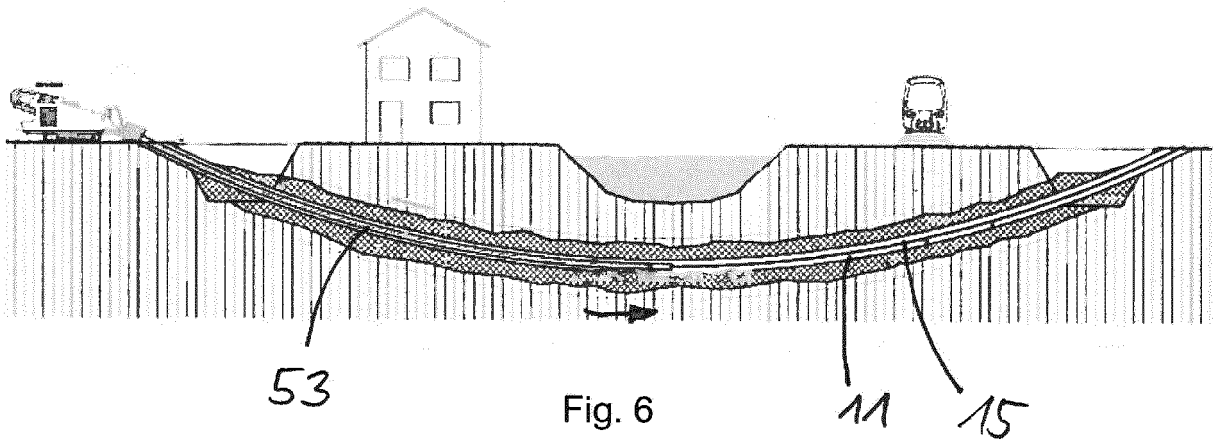
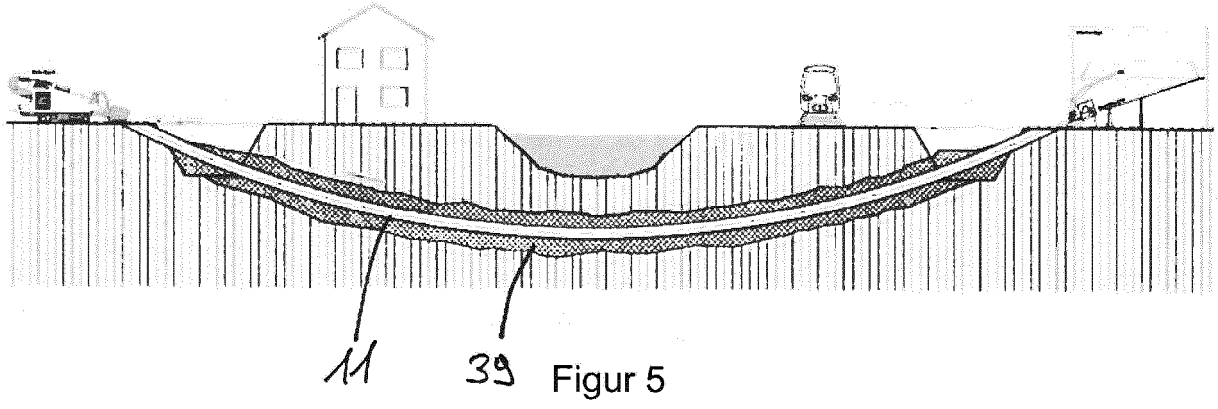
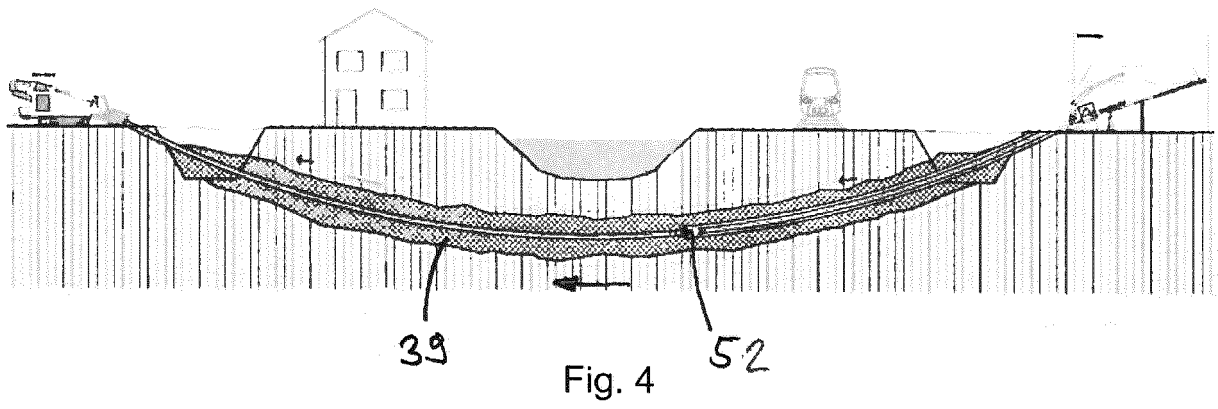
2. Procédé de forage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le procédé de jet est une injection à haute pression (HDI) ou une injection à basse pression (NDI).
3. Procédé de forage selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**une multitude d'éléments de buse de jet (31) est intégrée dans le train de tiges (17) et l'ouverture et la fermeture des buse de jets d'un élément de buse de jet est commandée par la première extrémité (35) du train de tiges (15) qui est exempt de conduite d'amenée de liant.
4. Procédé de forage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il est prévu un élément de couplage (43) entre la seconde extrémité (37) du train de tiges sur laquelle le liant est introduit et la conduite d'amenée de liant (49) d'une installation de mélange, élément de couplage (43) dans lequel le train de tiges (15) peut tourner, élément de couplage (43) dans lequel le train de tiges (15) peut tourner.
5. Procédé de forage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le train de tiges (15) est déplacé en va-et-vient et en rotation pendant le temps de durcissement du liant sur une distance de 7 m au plus.
6. Procédé de forage selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** des ailettes d'enlèvement (51) qui enlèvent le liant sur toute la longueur du trou de fo-

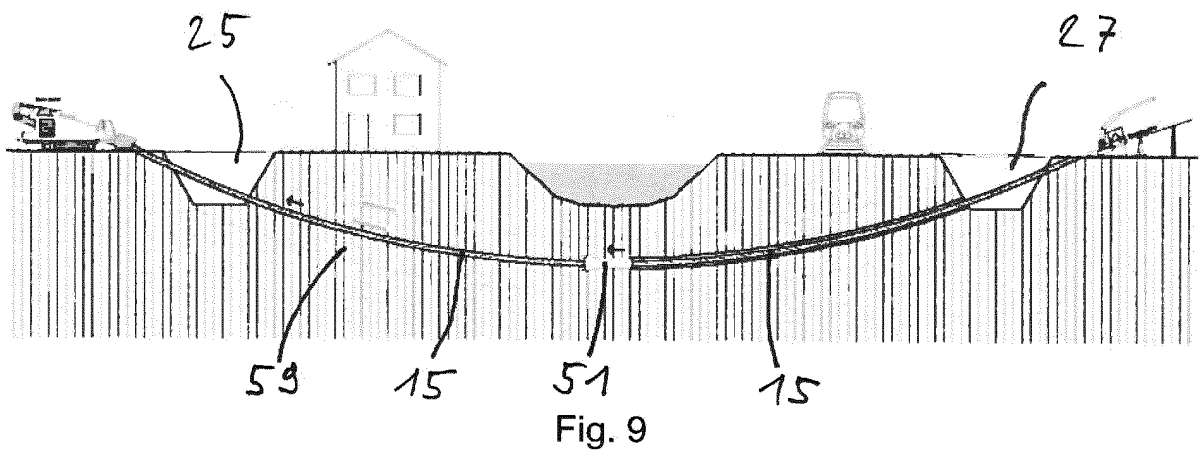
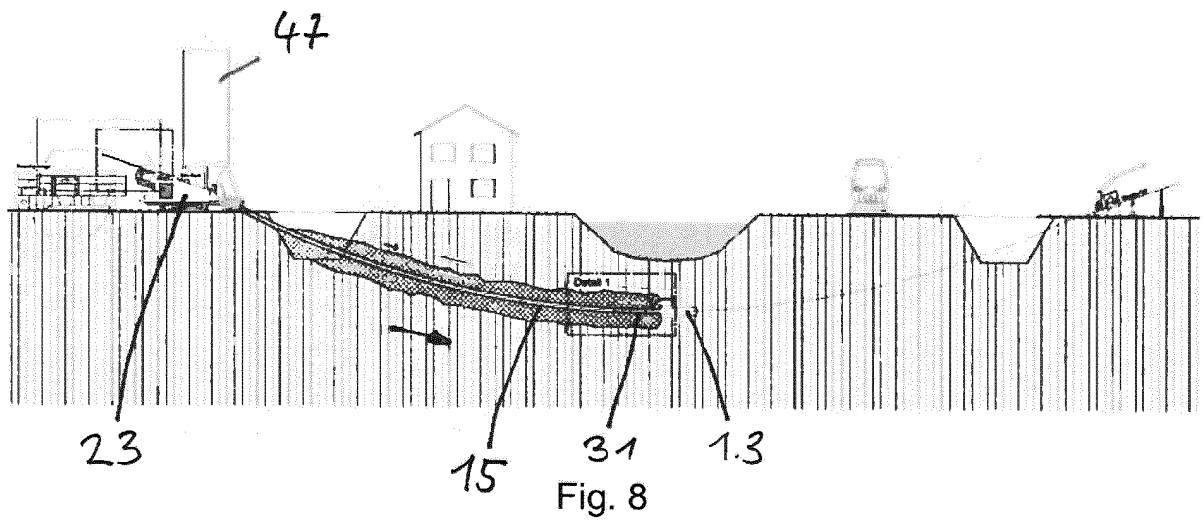
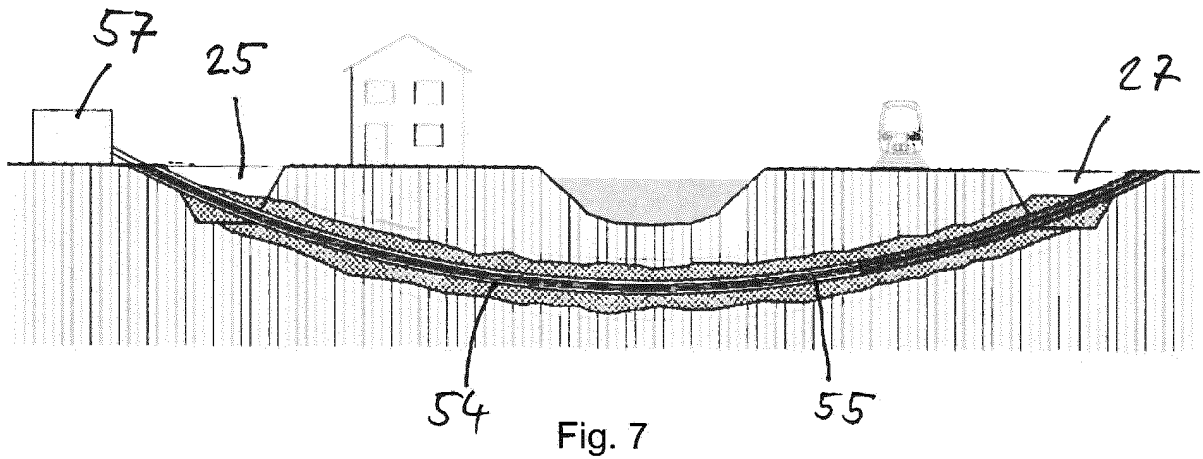
- rage (11) pendant le temps de durcissement sont prévues sur les extrémités de couplage (50) des tiges de forage (17).
7. Procédé de forage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le trou de forage (11) est élargi avec un alésoir après l'étape 1) et est rincé avec de la bétonite. 5
8. Procédé de forage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le trou de forage (11) est contrôlé et nettoyé après l'étape 3) ou 4). 10
9. Procédé de forage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** un tube de produit (53) est enfoncé dans le trou de forage (11) au moyen du train de tiges (15) après l'étape 3) ou 4). 15
10. Procédé de forage selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le contrôle et le nettoyage du trou de forage (11) est effectué par le fait qu'un tube de produit (53) d'une longueur de 5 m maximum est tiré à travers le trou de forage (11). 20
11. Procédé de forage selon l'une des revendications 9 ou 10, **caractérisé en ce que** un espace creux (55) qui existe entre la colonne de liant et le tube de produit (53) est rempli d'un matériau de remplissage (54). 25
12. Procédé de forage selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** pour la fabrication d'un tunnel 30
- une multitude de trous de forage (11) est forée le long d'une arche de tunnel (61) dont les colonnes de liant (39) sont en contact mutuel,
 - la terre à l'intérieur de l'arche de tunnel (61) est enlevée,
 - l'arche de tunnel (61) est armée d'ancrages (63) qui traversent les colonnes de liant et
 - l'arche de tunnel (61) est revêtue de béton injecté. 40
13. Procédé de forage selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** pour la stabilisation d'un terrain à bâtir en dessous d'un objet posé, en particulier d'un bâtiment (66), 45
- un trou de forage (11) est une colonne de liant sont réalisés,
 - un toron (67) est enfoncé dans le trou de forage (11),
 - le toron (67) est tendu et fixé à ses deux extrémités et
 - l'espace creux (55) qui reste dans le trou de forage (11) est rempli de matériau de remplis- 50

sage (54).

14. Système de forage horizontal pour réaliser un procédé de forage horizontal selon l'une des revendications précédentes qui présente 5
- une multitude de tiges de forage (17) qui sont reliées en un train de tiges (15) avec une première et une seconde extrémité (35, 37) et qui sont entraînées par un engin de forage (23) et un élément de buse de jet (31) avec au moins une buse (33) est placée sur son enveloppe entre deux tiges de forage voisines (17), **caractérisé en ce que** plusieurs éléments de buse de jet reliés l'un à l'autre (31) sont placés l'un derrière l'autre entre deux tiges de forage voisines et qu'il existe une vanne (41) sur chaque élément de buse par jet (31), vanne qui ouvre et ferme les buses d'un élément de buse par jet (31), la vanne (41) étant commandée par l'une des tiges de forage (17) par la première extrémité (35) du train de tiges (15) et **que** l'élément de buse par jet (31) est alimenté en liant par l'autre tige de forage (17) par la seconde extrémité (37) du train de tiges. 10
15. Système de forage horizontal selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** le système présente, pour l'amenée de liant à partir d'une installation de mélange (45), un élément de couplage (43) par lequel le liant est introduit dans la seconde extrémité (37) du train de tiges (15) et élément de couplage (43) dans lequel le train de tiges peut être en rotation de manière étanche. 15
16. Système de forage horizontal selon la revendication 14 ou 15, **caractérisé en ce que** des ailettes d'enlèvement (51) sont configurées aux extrémités de couplage (50) des tiges de forage (17), ailettes dont la largeur circonférentielle présente un diamètre supérieur à l'extrémité de couplage respective. 20







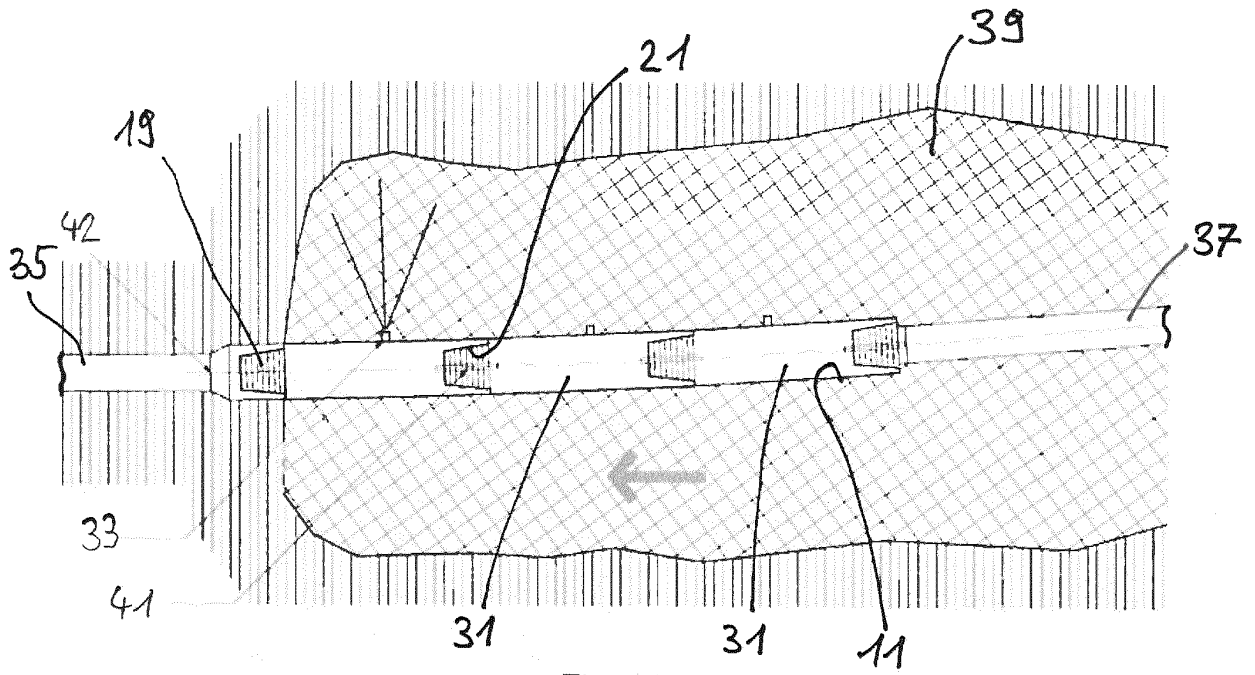


Fig. 10

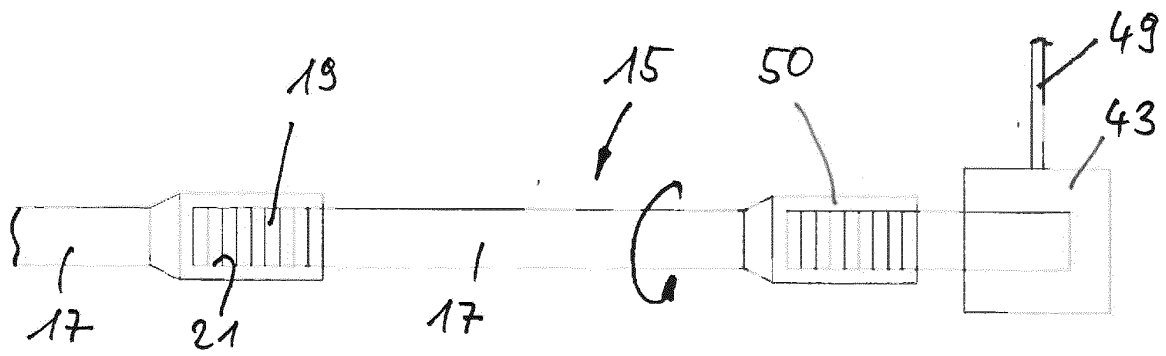


Fig. 11

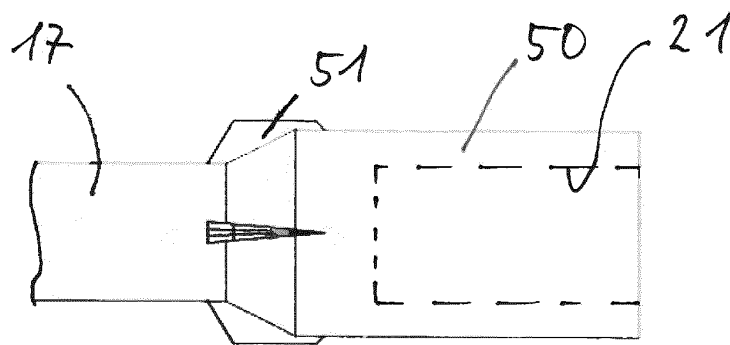


Fig. 12

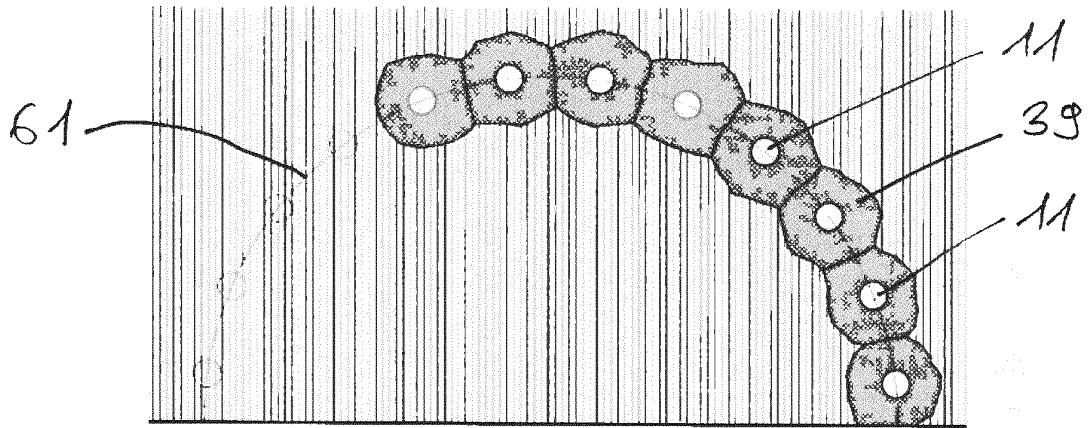


Fig. 13

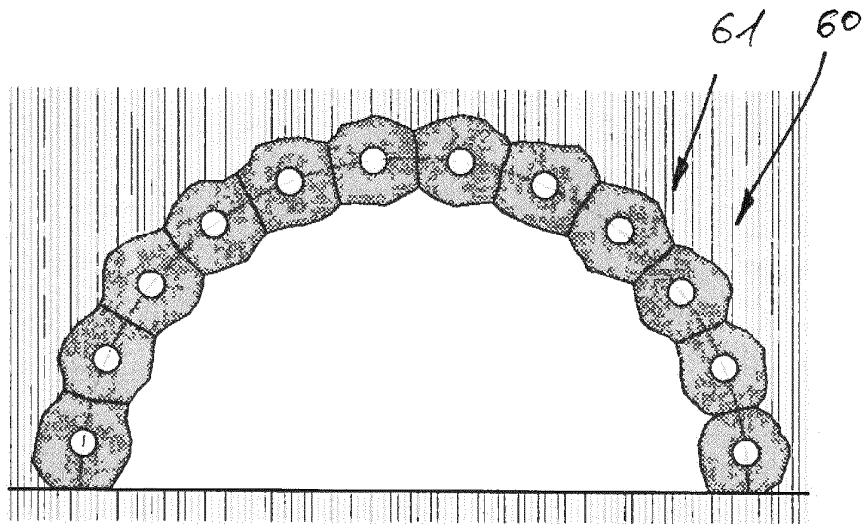


Fig. 14

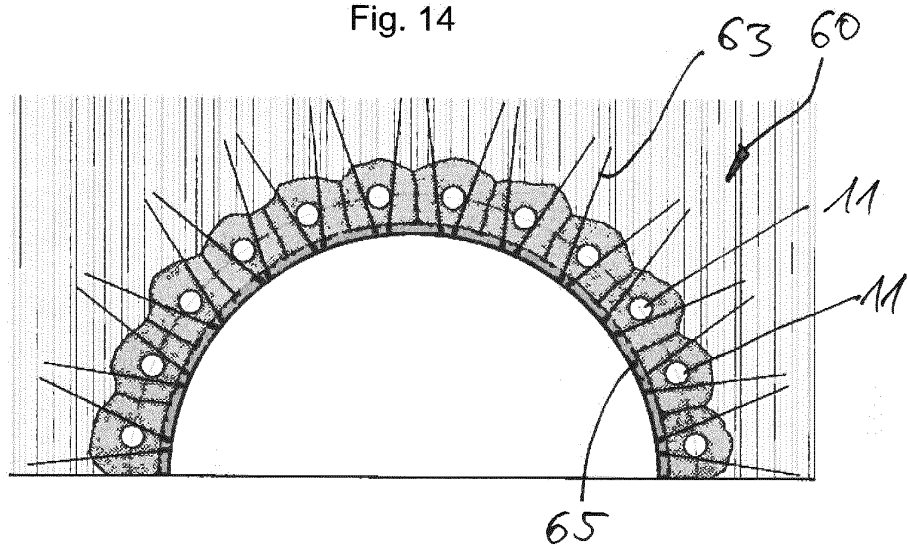
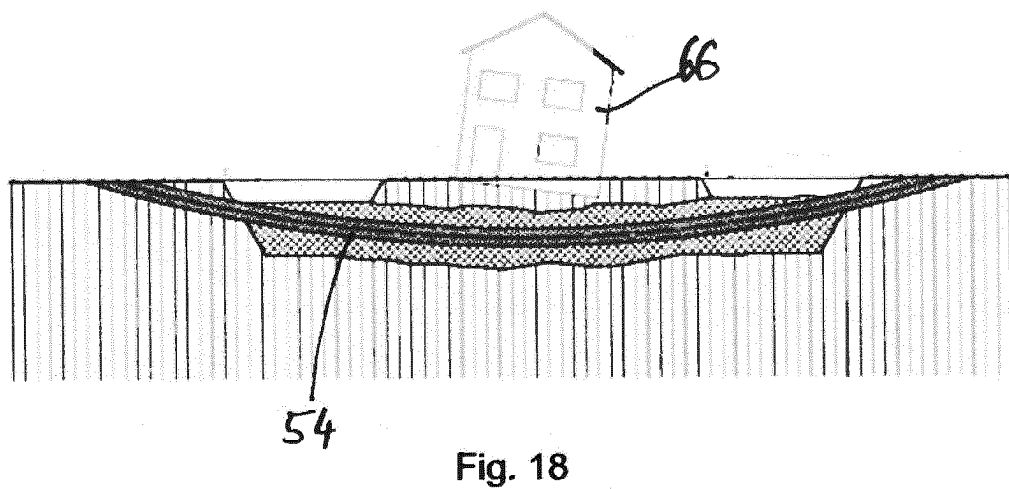
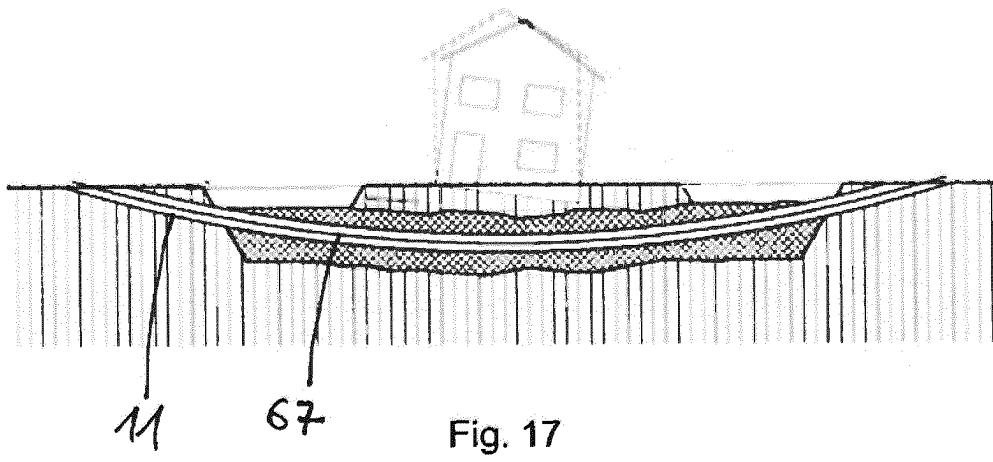
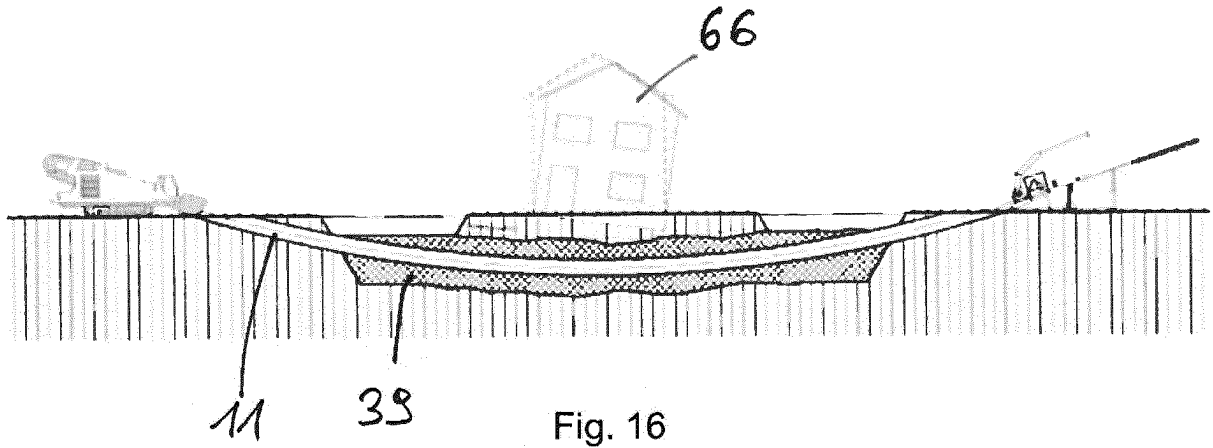


Fig. 15



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5979574 A [0005]
- US 2018163475 A1 [0005]
- US 9828805 B2 [0005]
- DE 29703655 U1 [0005] [0007]