



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 119 032.8**

(22) Anmeldetag: **17.07.2020**

(43) Offenlegungstag: **20.01.2022**

(51) Int Cl.: **E21B 7/04** (2006.01)

**E21B 7/28** (2006.01)

**E21B 10/26** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Max Wild GmbH, 88450 Berkheim, DE; TPH  
Bausysteme GmbH, 22848 Norderstedt, DE**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Olbricht, Buchhold, Keulertz  
Partnerschaft mbB, 87700 Memmingen, DE**

(72) Erfinder:

**Wild, Christian, 88451 Dettingen, DE; Tintelnot,  
Götz, 22587 Hamburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

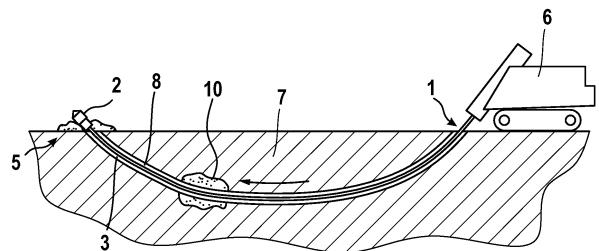
DE	197 29 809	C1
DE	198 08 478	C2
US	2010 / 0 181 110	A1
EP	2 863 003	A2
WO	2015/ 197 828	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Vorbereiten oder Herstellen einer Bohrung in einem Boden**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Vorbereiten oder Herstellen einer Bohrung in einem Boden zum Verlegen einer Leitung in der Bohrung umfasst die Schritte des Anordnens eines an einem Bohrgestänge angeordneten Pilotbohrkopfs an einem Startpunkt im Boden, des Antreibens und Führens des Pilotbohrkopfs in dem Boden auf einer vordefinierten Bahn von dem Startpunkt zu einem Endpunkt zum Herstellen einer Pilotbohrung, und des Zurückziehens des Bohrgestänges mit dem Pilotbohrkopf zum Startpunkt. Erfindungsgemäß ist der Schritt des mit einer Bewegung des Pilotbohrkopfs gekoppelten Führens eines Injektionswerkzeugs durch die Pilotbohrung vorgesehen, welches zumindest bereichsweise ein Verfestigungsmittel in den angrenzenden Boden zum Verfestigen des Bodens ausbringt.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vorbereiten oder Herstellen einer Bohrung in einem Boden gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1. Insbesondere kann das Verfahren als Vorbereitung zum Verlegen einer Leitung in der Bohrung angewendet werden.

**[0002]** Zum Verlegen von Leitungen, beispielsweise Rohrleitungen, Leerrohren oder elektrischen Leitungen im Erdreich sind Horizontalbohrverfahren bekannt, welche statt eines Grabens eine im Wesentlichen horizontale Bohrung zum Durchführen der Leitungen im Erdreich herstellen. Das Horizontal-spülbohrverfahren, welches auch als „Horizontal Directional Drilling“ (HDD) bekannt ist, wird dabei besonders häufig angewendet.

**[0003]** Wie beispielsweise in EP 2 863 003 A2 dargestellt, wird zum Einbringen der neuen Rohrleitung im Erdreich zunächst zwischen einem Startpunkt und einem Zielpunkt eine erste Pilotbohrung in das Erdreich eingebracht. Dazu wird an einem Startpunkt eine Startgrube hergestellt und innerhalb dieser Startgrube ein Pilotbohrkopf in das Erdreich eingeführt. Am vorgesehenen Zielpunkt ist eine Zielgrube vorgesehen, in welcher der Pilotbohrkopf wieder austritt.

**[0004]** Der Pilotbohrkopf ist bevorzugt an einem Bohrgestänge angeordnet, das abschnittsweise verlängert und während dem Bohren permanent in das Bohrloch nachgeführt wird. Der Verlauf und die Richtung der Pilotbohrung kann durch Beeinflussung des Pilotbohrkopfs gesteuert werden. Nach Ausführung der Pilotbohrung wird der Pilotbohrer samt dem Bohrgestänge aus dem Bohrloch heraus und zum Startpunkt zurückgezogen.

**[0005]** Anschließend kann durch Räumen mittels eines Räumbohrers die Pilotbohrung auf einen Durchmesser aufgeweitet werden, welcher dem Außendurchmesser der zu verlegenden Leitung entspricht. Vor dem Zurückziehen des Räumbohrers wird die zu verlegende Leitung an den Bohrkopf angehängt und mit dem Herausziehen des Räumbohrers die Leitung in das geweitete Bohrloch eingezogen.

**[0006]** Aufgrund von unterschiedlichen geologischen Beschaffenheiten des Erdreichs kann es beim Zurückziehen des Pilotbohrkopfs und/oder des Räumbohrers vorkommen, dass das Bohrloch teilweise einstürzt oder in sich zusammenfällt, beispielsweise im Bereich von sandigen oder kiesgefüllten Bodenabschnitten. Ist jedoch bereits die Pilotbohrung aufgrund zusammengefallener Bohrlochabschnitte nicht mehr durchgängig, kann die anschlie-

ßende Räumbohrung nicht durchgeführt und die zu verlegende Leitung nicht eingezogen werden.

**[0007]** DE 198 08 478 C2 verwendet ebenfalls die Horizontalbohrtechnik, um zunächst eine Pilotbohrung zu erstellen. Sobald diese fertiggestellt ist, wird eine spezielle Bohrmaschine eingesetzt, die mit einer Schürfscheibe, einem Schneidrad oder einem Bohrkopf ausgestattet ist und die mit Hilfe eines integrierten Brecherwerkzeugs größere Steine zerkleinern kann. Die Bohrmaschine wird im Endpunkt der Pilotbohrung eingesetzt und weitet die Pilotbohrung auf den notwendigen Durchmesser auf. Mit der Bohrmaschine wird zugleich die zu verlegende Rohrleitung in das Bohrloch eingezogen. Auch hierbei besteht die Gefahr, dass beim Zurückziehen des Pilotbohrers das Erdreich aufgrund der geologischen Verhältnisse zumindest abschnittsweise einstürzt und die Rohrleitung nicht eingezogen werden kann.

**[0008]** Aus WO 2015 197 828 A1 ist ein Verfahren zur Erstellung eines Bohrlochs in einem Boden und zur Verlegung einer Rohrleitung in dem Bohrloch bekannt, bei dem eine Kombination aus einem Außenrohr und einem Innenrohr eingesetzt wird, wobei das Außenrohr sowie ein mit dem Innenrohr gekoppelter Bohrkopf separat vorgetrieben werden, um höhere Reichweiten aufgrund einer besseren Knickbeständigkeit zu erzielen.

**[0009]** Ziel der Erfindung ist es, die geschilderten Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und ein Verfahren zu schaffen, mit dem eine Bohrung durch den Untergrund stabil hergestellt werden kann, so dass insbesondere eine zu verlegende Rohrleitung stets rasch und zuverlässig im Boden verlegt werden kann.

**[0010]** Hauptmerkmale der Erfindung sind im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 angegeben. Ausgestaltungen sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 13.

**[0011]** Gegenstand der Erfindung ist weiterhin die Verwendung eines in umgebenden Boden einer durch ein Horizontalbohrverfahren hergestellten Pilotbohrung ausgetragenen Verfestigungsmittels zum Verfestigen einer Pilotbohrung nach Anspruch 14. Eine Ausgestaltung ist Gegenstand des Anspruchs 15.

**[0012]** Es wird ein Verfahren zum Herstellen einer Bohrung in einem Boden zum Verlegen einer Leitung in der Bohrung vorgeschlagen, dass die Schritte des Anordnens eines an einem Bohrgestänge angeordneten Pilotbohrkopfs an einem Startpunkt im Boden, des Antreibens und Führens des Pilotbohrkopfs in dem Boden auf einer vordefinierten Bahn von dem Startpunkt zu einem Endpunkt zum Herstellen einer Pilotbohrung, und des Zurückziehens des

Bohrgestänges zum Startpunkt umfasst. Erfindungsgemäß ist der Schritt des mit einer Bewegung des Pilotbohrkopfs oder des Bohrgestänges gekoppelten Führens eines Injektionswerkzeugs durch die Pilotbohrung vorgesehen, welches zumindest bereichsweise ein Verfestigungsmittel an den angrenzenden Boden zum Verfestigen des Bodens ausbringt.

**[0013]** Das Verfestigungsmittel kann dabei je nach dem Druck der Ausbringung und der Bodenbeschaffenheit mehr oder weniger tief in das das Bohrloch umgebenden Erdreich gedrückt werden. Als Verfestigungsmittel werden Injektionsmaterialien eingesetzt, die nach der Injektion aushärten.

**[0014]** Der Startpunkt könnte in einer ersten Grube angeordnet sein, wie vorangehend erwähnt. Der Pilotbohrkopf kann insbesondere durch rotatorischen Antrieb durch den Boden getrieben werden. Alternativ oder zusätzlich dazu ist auch das Schlagen des Pilotbohrkopfs denkbar. Durch bekannte Sensorik kann die aktuelle Position des Pilotbohrkopfs bestimmt und entsprechende Ansteuerung der Bohrmechanik beeinflusst werden, um der vordefinierten Bahn zu folgen. Das erfindungsgemäße Verfahren beginnt folglich mit einem steuerbaren Horizontalbohrverfahren zum Herstellen einer durchgängigen Pilotbohrung zwischen dem Startpunkt und dem Endpunkt.

**[0015]** Das Stabilisieren der Pilotbohrung erfolgt erfindungsgemäß durch ein Injektionswerkzeug, das durch die Pilotbohrung geführt wird. Das Führen des Injektionswerkzeugs erfolgt dabei gekoppelt mit einer Bewegung des Pilotbohrkopfes oder des Bohrgestänges. Dies bedeutet, dass bei noch in der Pilotbohrung befindlichem Bohrgestänge des Pilotbohrkopfes das Injektionswerkzeug in der Pilotbohrung geführt ist. Dabei ist es zunächst unerheblich, wie das Injektionswerkzeug mit der Bewegung des Pilotbohrkopfs oder des Bohrgestänges gekoppelt wird. In einer Ausführungsform kann nach vollständiger Herstellung der Pilotbohrung das Injektionswerkzeug an das Bohrgestänge oder den Pilotbohrkopf angehängt werden. Alternativ dazu könnte es auch bereits hinter dem Pilotbohrkopf an dem Bohrgestänge angeordnet sein. Durch das gekoppelte Führen kann das Verfestigungsmittel in situ, unmittelbar anschließend an die fortschreitende Herstellung der Bohrung, ausgebracht werden.

**[0016]** In einer bevorzugten Ausführungsform wird als Verfestigungsmittel eine wässrige Bentonit- oder Zementsuspension, ein durch Polymerisation aushärtendes Reaktionsharz (chemisch härtender Klebstoff) oder ein physikalisch abbindender Klebstoff (z.B. lösungsmittelhaltige Klebstoffe) verwendet. Polymerisation umfasst hier als Oberbegriff Polyaddition, Polykondensation und radikalische Polymerisation, d.h. als Reaktionsharz kann ein durch Poly-

addition, Polykondensation oder durch radikalische Polymerisation aushärtendes Reaktionsharz verwendet werden. Vorzugsweise wird als Verfestigungsmittel eine Reaktionsmasse auf Acrylat- oder Silikatharzbasis oder eine Reaktionsmasse auf Polyurethanbasis in die Umgebung der hergestellten Bohrung ausgebracht.

**[0017]** Es ist besonders bevorzugt, dass das Injektionswerkzeug an dem Endpunkt mit dem Pilotbohrkopf oder, gegebenenfalls nach Abkoppeln des Pilotbohrkopfes, mit dem Bohrgestänge gekoppelt wird und beim Zurückziehen des Bohrgestänges zum Startpunkt selektiv das Verfestigungsmittel ausbringt. Folglich wird der Pilotbohrkopf vollständig bis zu dem vorgesehenen Endpunkt durch den Boden getrieben und ragt anschließend an dem Endpunkt etwa aus der dort befindlichen zweiten Grube heraus. Das Injektionswerkzeug kann dann anschließend mit dem Pilotbohrkopf verbunden werden oder nach Abkoppeln des Pilotbohrkopfes direkt mit dem Bohrgestänge verbunden werden. Hierbei könnte es sich empfehlen, eine nicht-drehfeste Verbindung mit dem Pilotbohrkopf durchzuführen, sodass das Injektionswerkzeug sich nicht verdreht.

**[0018]** Alternativ dazu könnte das Injektionswerkzeug beim Herstellen der Pilotbohrung mit dem Pilotbohrkopf bewegt werden und dabei selektiv das Verfestigungsmittel ausbringen. Wie vorangehend dargestellt könnte das Injektionswerkzeug auch bereits hinter dem Pilotbohrkopf angeordnet sein und direkt beim Herstellen der Pilotbohrung durch den bereits bestehenden Abschnitt der Pilotbohrung geführt werden. Es ist vorstellbar, dass das Injektionswerkzeug dann bereits beim Erstellen der Pilotbohrung eine Verfestigung des Erdreichs durchführt, wo erforderlich.

**[0019]** In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform wird das Verfestigungsmittel radial (in Bezug auf die Mittelachse der Bohrung) aus dem Injektionswerkzeug auf den umgebenden Boden gespritzt. Die Ausbringung kann um den gesamten Umfang herum verteilt erfolgen, so dass eine geschlossene, röhrenartige Schale aus Verfestigungsmittel gebildet wird. Alternativ kann die Ausbringung selektiv nur in einem gewünschten Bereich des Umfangs erfolgen, so dass z.B. nur eine Halbschale oder ein anderes Segment einer Schale aus Verfestigungsmittel gebildet wird, wenn nur dort die Verfestigung des Erdreichs um die Bohrung gewünscht ist. Das Injektionswerkzeug kann folglich Düsen, Öffnungen und/oder Schlitze aufweisen, die um den Umfang des Injektionswerkzeugs verteilt angeordnet sind und durch die das Verfestigungsmittel radial auf den umgebenden Boden aufgebracht wird. Das Bohrgestänge kann die notwendigen Leitungen für das Verfestigungsmittel und anderes bereitstellen. Im Fall von sehr lockeren Untergrund-

bereichen, bei denen die Gefahr besteht, dass unmittelbar nach Herstellung der Bohrung diese wieder einstürzt, kann es notwendig sein, Verfestigungsmittel in größerer Menge vorseilend nach vorne in das Erdreich vor dem Pilotbohrkopf zu pressen, so dass eine Zone, deren Durchmesser über den Durchmesser der zu schaffenden Bohrung hinausreicht, dadurch verfestigt wird. Diese verfestigte Zone wird dann durchbohrt, wobei verfestigte Bereiche um das Bohrloch stehenbleiben. In diesen Fällen kann das Injektionswerkzeug eine nahe an oder durch den Pilotbohrkopf verlaufende Leitung haben, mit der Verfestigungsmittel in eine in Bohrrichtung vor dem Pilotbohrkopf liegende Zone gepresst werden kann.

**[0020]** Grundsätzlich kann also zwischen Injektionen von Verfestigungsmittel in die Bohrungsumgebung unterschieden werden, die im zeitlichen Verhältnis zur Herstellung der Bohrung nachlaufend, parallel oder vorseilend erfolgen. Als nachlaufend wird die Injektion bezeichnet, wenn das Injektionswerkzeug in einiger Entfernung auf den Pilotbohrkopf folgt oder erst beim Zurückziehen des Bohrgestänges durch die hergestellte Bohrung gezogen wird; eine solche Vorgehensweise ist anwendbar, wenn das die Bohrung umgebende Erdreich eine gewisse Grundfestigkeit hat, so dass davon auszugehen ist, dass die Bohrung wenigstens eine gewisse Zeit, bis das Injektionswerkzeug durch die Bohrung geführt wird, stabil ist. Als parallel oder gleichzeitig wird eine Injektion angesehen, die durch ein Injektionswerkzeug erfolgt, das unmittelbar auf die Spitze des Pilotbohrkopfes oder in sehr geringem Abstand dahinter folgt und Verfestigungsmittel in den geraden entstehenden Bohrungsbereich presst. In diesem Fall ist die Injektionsrichtung primär radial, d.h. das Verfestigungsmittel wird senkrecht zur Bohrrichtung und um 360° um die Achse der Bohrrichtung umlaufend in das die Bohrung umgebende Erdreich gedrückt. Bei einer solchen zum Bohrvorgang parallelen oder zeitgleichen Injektion wird praktisch bei der Erzeugung eines Längenabschnitts der Bohrung dieser bereits durch sich aushärtendes Verfestigungsmittel stabilisiert. Bei vorseilender oder vorauslaufender Injektion wird Verfestigungsmittel in das in Bohrrichtung vor dem Pilotbohrkopf liegende Gebiet gepresst und dadurch das Erdreich im Bereich der Bohrung bereits vor deren Erzeugung durch ausgehärtetes Verfestigungsmittel stabilisiert. Wie bereits erwähnt, ist eine solche Vorgehensweise im Falle von sehr lockeren Bereichen geboten, bei denen sonst eine erzeugte Bohrung sofort oder nach kurzer Zeit wieder verschüttet würde. Für eine solche vorseilende Injektion kann das Injektionswerkzeug Leitungen oder Lanzen aufweisen, die zumindest zeitweise so verlaufend positioniert sind, dass sie nahe an dem Pilotbohrkopf vorbei oder durch diesen hindurch verlaufen und mit ihrer Injektionsöffnung auf das Gebiet vor dem Pilotbohrkopf

gerichtet sind. Es können auch mehrere dieser drei beschriebenen Injektionsweisen kombiniert werden.

**[0021]** Bei nachlaufender oder paralleler Injektion ist der zeitliche Aushärtungsverlauf des Verfestigungsmittels durch dessen chemische Formulierung so angepasst an die Bewegung des Injektionswerkzeugs durch die Bohrung zu wählen, dass das Injektionswerkzeug einen Bereich, in dem Verfestigungsmittel injiziert worden ist, bereits verlassen hat, bevor das Verfestigungsmittel vollständig ausgehärtet ist. Dadurch kann verhindert werden, dass ausgehärtetes Verfestigungsmaterial an dem Injektionswerkzeug verfestigt und mit diesem mitgezogen wird.

**[0022]** Weiterhin könnte vor oder während des Herstellens der Pilotbohrung die Festigkeit des Bodens analysiert werden. Das Analysieren könnte durch von extern in den Boden eingebrachte Sonden durchgeführt werden. Alternativ dazu könnte eine Sensorik vorgesehen sein, die direkt innerhalb der Pilotbohrung das Untersuchen des Bodens beim Herstellen der Pilotbohrung oder unmittelbar danach erlaubt.

**[0023]** Beim Herstellen der Pilotbohrung könnte die Beschaffenheit ausgeschlammten Materials untersucht werden, um die Festigkeit des Bodens zu analysieren. Folglich wird insbesondere kontinuierlich die Beschaffenheit des Bodens zur Beurteilung der Festigkeit untersucht.

**[0024]** Das Injektionswerkzeug könnte das Verfestigungsmittel in Bereichen der Pilotbohrung austragen, in denen die Festigkeit unterhalb einer gewünschten Mindestfestigkeit liegt. Die Bereiche, in denen die Festigkeit des Bodens nicht ausreicht, um die Stabilität der Pilotbohrung zu gewährleisten, könnten beispielsweise elektronisch gespeichert werden, um diese anschließend durch eine Steuereinheit angesteuert nacheinander verfestigen zu lassen.

**[0025]** Es ist vorteilhaft, wenn beim Austragen des Verfestigungsmittels mindestens ein Teilbereich, d.h. ein Längenabschnitt, der Pilotbohrung von benachbarten Bereichen abgetrennt wird und das Verfestigungsmittel ausschließlich in dem Teilbereich zum Verfestigen des Bodens austragen wird. Dies erlaubt das Austragen des Verfestigungsmittels durch einen Überdruck in dem entsprechenden Teilbereich, sodass effizient einzelne Teilbereiche verfestigbar sind und das Verfestigungsmittel nicht in benachbarte Bereiche der Pilotbohrung abfließt.

**[0026]** Es ist weiterhin denkbar, dass mehrere Teilbereiche der Pilotbohrung verfestigt werden. Die Teilbereiche könnten beispielsweise nebeneinander liegen oder voneinander beabstandet sein. Es kann

sich anbieten, zwei einander entgegengesetzte axialen Grenzen eines Teilbereichs stets mit einem konstanten Abstand vorzusehen, um größere Bereiche beispielsweise durch aufeinanderfolgendes Behandeln mehrerer kleiner Teilbereiche mit festgesetzten Abmessungen zu verfestigen. Die Größe des Injektionswerkzeugs wird dadurch begrenzt und es können stets gleichbleibende Strömungsbedingungen in den begrenzten Teilbereichen garantiert werden.

**[0027]** Es ist vorteilhaft, zwei entlang der Pilotbohrung voneinander beabstandete Dichtelemente zum Abtrennen eines jeweiligen Teilbereichs zu expandieren und nach Austragen des Verfestigungsmittels zu kontrahieren. Die Dichtelemente könnten etwa mit einem Fluid aufblasbare, ringförmige, kissenartige Vorrichtungen sein, welche selektiv expandiert und kontrahiert werden können. Eine Verwendung eines weichen, elastischen Materials erlaubt eine gute Abdichtung gegenüber dem Boden.

**[0028]** Nach dem Kontrahieren könnte der das Verfestigungsmittel aufweisende Teilbereich mittels der Dichtelemente radial verpresst werden. Es könnte sich anbieten, den Boden teilweise mittels dieser Dichtelemente radial zu verpressen, um eine besonders gute Verfestigung zu erreichen.

**[0029]** Nach dem vollständigen Zurückziehen des Pilotbohrkopfs und des Bohrgestänges kann ein Räumen der Pilotbohrung und ein Einziehen der Leitung durchgeführt werden. Damit wird die Bohrung mit der Leitung durch die Bohrung in dem Boden ausgerüstet.

**[0030]** Die Erfindung betrifft ferner die Verwendung eines in umgebenden Boden einer durch ein Horizontalbohrverfahren hergestellten Pilotbohrung ausgetragenen Verfestigungsmittels zum Verfestigen einer Pilotbohrung.

**[0031]** Dabei könnte das Verfestigungsmittel in situ beim Herstellen der Pilotbohrung oder beim Zurückziehen eines Pilotbohrkopfs ausgetragen werden.

**[0032]** Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem Wortlaut der Ansprüche sowie aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen. Es zeigen:

**Fig. 1** einen schematischen Querschnitt des Untergrunds nach Einbringen der Pilotbohrung,

**Fig. 2** den schematischen Querschnitt beim Ankoppeln des Injektionswerkzeugs und

**Fig. 3** den Querschnitt beim Verfestigen des eines lockeren Bereichs des Erdreichs um das Bohrloch.

**Fig. 4** eine blockbasierte, schematische Darstellung des Verfahrens.

**[0033]** In **Fig. 1** ist ein schematischer Querschnitt durch einen Untergrundbereich gezeigt, durch den eine Horizontalbohrmaschine 6 eine Pilotbohrung 8 erstellt hat. Diese erstreckt sich von einem Startpunkt 1 vor der Horizontalbohrmaschine 6 zu einem Endpunkt 5. Hierzu kann ein Pilotbohrkopf 2 an einem Bohrgestänge 3 auf einer gewünschten Bahn durch den Boden geführt werden. Die Pilotbohrung 8 führt dabei exemplarisch durch einen Bodenbereich 10 mit gelockertem Erdreich.

**[0034]** Nach Erstellung der Pilotbohrung 8 wie in **Fig. 1** gezeigt, ragt der Pilotbohrkopf 2 an dem Endpunkt 5 aus dem Boden. Das Bohrgestänge erstreckt sich durch die gesamte Pilotbohrung 8 und verhindert dabei das Zusammenstürzen des angrenzenden Erdreichs. Nun wird an dem Pilotbohrkopf 2 ein Injektionswerkzeug 4 angekoppelt; alternativ kann der Pilotbohrkopf 2 vom Bohrstrang abgekoppelt werden und wie in **Fig. 2** gezeigt ein Injektionswerkzeug 4 direkt an das Bohrgestänge 3 angekoppelt werden.

**[0035]** Das Injektionswerkzeug 4 ist in **Fig. 2** schematisch als ein zylindrischer Körper dargestellt, der einen inneren Hohlraum aufweist, der in Verbindung mit einer Reihe von Injektionsöffnungen 9 an der Oberfläche des Injektionswerkzeugs 4 steht. Die Injektionsöffnungen 9 sind vorzugsweise um den Umfang des Injektionswerkzeugs 4 herum verteilt angeordnet und dazu vorgesehen, ein Verfestigungsmittel abgeben zu können. Das Bohrgestänge 3 wird mit dem daran angeordneten Injektionswerkzeug 4 durch die Pilotbohrung 8 zurückgezogen, wobei zumindest bereichsweise während des Zurückziehens das Verfestigungsmittel abgegeben wird, wo es benötigt wird.

**[0036]** Insbesondere wenn das Injektionswerkzeug 4 beim Zurückziehen den lockeren Bereich 10 erreicht, wird das Verfestigungsmittel unter Druck in das Injektionswerkzeug 4 gedrückt und dadurch aus dessen Injektionsöffnungen 9 heraus in das umgebende Erdreich gedrückt. Dies wird in **Fig. 3** gezeigt. Sind die Injektionsöffnungen 9 entsprechend um den Umfang des Injektionswerkzeugs 4 verteilt, wird hierdurch eine geschlossene, röhrenförmige Schale aus dem Verfestigungsmittel erzeugt. Nachdem das Injektionswerkzeug 4 den aufgelockerten Bereich 10, der nun durch verfestigendes Verfestigungsmittel stabilisiert ist, passiert hat, kann das Ausbringen von Verfestigungsmittel durch das Injektionswerkzeug 4 wieder beendet werden. Nach dem vollständigen Herausziehen des Bohrgestänges 3 mit dem Injektionswerkzeug 4 liegt die Pilotbohrung 8 vor. Diese kann aufgeweitet werden, um eine Bohrung größeren Durchmessers herzustellen, die zum Verlegen von Leitungen genutzt wird.

**[0037]** Fig. 4 zeigt in blockbasierter Darstellung den Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens 11. Zunächst wird an einem Bohrgestänge 3 ein Pilotbohrkopfs 2 an einem Startpunkt 1 im Boden 7 angeordnet 12. Anschließend wird der Pilotbohrkopfs 2 in dem Boden 7 auf einer vordefinierten Bahn von dem Startpunkt 1 zu einem Endpunkt 5 zum Herstellen einer Pilotbohrung 8 geführt und angetrieben 13. Der Pilotbohrkopf 2 oder das Bohrgestänge 3 wird mit einem Injektionswerkzeug 4 gekoppelt und das Injektionswerkzeug 4 wird durch die Pilotbohrung geführt. Dies kann beim Zurückziehen 15 des Bohrgestänges 3 zum Startpunkt 1 erfolgen. Zumindest bereichsweise wird ein Verfestigungsmittel in den angrenzenden Boden 7 zum Verfestigen des Bodens 7 ausgebracht 16. Dabei könnten Dichtelemente Teilbereiche abtrennen 18, in die das Verfestigungsmittel eingebracht wird. Es kann vor oder während des Herstellens der Pilotbohrung die Festigkeit des Bodens analysiert werden 17. Dies könnte beispielsweise das Untersuchen ausgeschlammten Materials umfassen. Nach der Erstellung der Pilotbohrung 8 kann ein Räumen 19 der Pilotbohrung 8 zum Einziehen einer Leitung erfolgen.

15	Zurückziehen des Bohrgestänges
16	Ausbringen Verfestigungsmittel
17	Analysieren des Bodens
18	Abtrennen von Teilbereichen
19	Räumen der Pilotbohrung

**[0038]** Die Erfindung ist nicht auf eine der vorbeschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern in vielfältiger Weise abwandelbar.

**[0039]** Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung hervorgehenden Merkmale und Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten, räumlicher Anordnungen und Verfahrensschritten, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

#### Bezugszeichenliste

1	Startpunkt
2	Pilotbohrkopf
3	Bohrgestänge
4	Injektionswerkzeug
5	Endpunkt
6	Horizontalbohrmaschine
7	Boden
8	Pilotbohrung
9	Injektionsöffnung
10	Bereich mit lockerem Erdreich um ein Bohrloch
11	Verfahren
12	Anordnen Pilotbohrkopf an Startpunkt
13	Führen und Antreiben
14	Koppeln mit Injektionswerkzeug

**ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

**Zitierte Patentliteratur**

- EP 2863003 A2 [0003]
- DE 19808478 C2 [0007]
- WO 2015197828 A1 [0008]

**Patentansprüche**

1. Verfahren (11) zum Vorbereiten oder Herstellen einer Bohrung in einem Boden (7) zum Verlegen einer Leitung in der Bohrung, aufweisend die Schritte:

Anordnen (12) eines an einem Bohrgestänge (3) angeordneten Pilotbohrkopfs (2) an einem Startpunkt (1) im Boden (7),

Antreiben und Führen (13) des Pilotbohrkopfs (2) in dem Boden (7) auf einer vordefinierten Bahn von dem Startpunkt (1) zu einem Endpunkt (5) zum Herstellen einer Pilotbohrung (8), und

Zurückziehen (15) des Bohrgestänges (3) zum Startpunkt (1), **gekennzeichnet durch** den Schritt des mit einer Bewegung des Pilotbohrkopfs (2) oder des Bohrgestänges (3) gekoppelten Führens (14) eines Injektionswerkzeugs (4) durch die Pilotbohrung (8), welches zumindest bereichsweise ein Verfestigungsmittel in den angrenzenden Boden (7) zum Verfestigen des Bodens (7) ausbringt (16).

2. Verfahren (11) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Verfestigungsmittel eine wässrige Bentonit- oder Zementsuspension, ein durch Polymerisation aushärtendes Reaktionsharz oder ein physikalisch abbindender Klebstoff oder Gemische aus den vorgenannten Verbindungen verwendet wird, vorzugsweise ein Reaktionsharz auf Acrylat- oder Silikatharzbasis oder ein Reaktionsharz auf Polyurethanbasis.

3. Verfahren (11) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Injektionswerkzeug (4) an dem Endpunkt (5) mit dem Pilotbohrkopf (2) oder dem Bohrgestänge (3) gekoppelt wird und beim Zurückziehen des Bohrgestänges (3) zum Startpunkt (1) selektiv das Verfestigungsmittel ausbringt (16).

4. Verfahren (11) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Injektionswerkzeug (4) beim Herstellen der Pilotbohrung (8) mit dem Pilotbohrkopf (2) bewegt wird und dabei selektiv das Verfestigungsmittel ausbringt (16).

5. Verfahren (11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfestigungsmittel radial aus dem Injektionswerkzeug (4) auf den umgebenden Boden (7) gespritzt wird.

6. Verfahren (11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor oder während des Herstellens der Pilotbohrung (8) die Festigkeit des Bodens (7) analysiert wird (17).

7. Verfahren (11) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Herstellen der Pilot-

bohrung (8) die Beschaffenheit ausgeschlammten Materials untersucht wird, um die Festigkeit des Bodens (7) zu analysieren (17).

8. Verfahren (11) nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Injektionswerkzeug (4) das Verfestigungsmittel in Bereichen (10) der Pilotbohrung (8) austrägt (16), in denen die Festigkeit unterhalb einer gewünschten Mindestfestigkeit liegt.

9. Verfahren (11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Austragen des Verfestigungsmittels mindestens ein Teilbereich der Pilotbohrung (8) von benachbarten Bereichen abgetrennt wird (18) und das Verfestigungsmittel ausschließlich in dem Teilbereich zum Verfestigen des Bodens (7) ausgetragen wird (16).

10. Verfahren (11) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Teilbereiche der Pilotbohrung (8) verfestigt werden.

11. Verfahren (11) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei entlang der Pilotbohrung (8) voneinander beabstandete Dichtelemente zum Abtrennen eines jeweiligen Teilbereichs expandiert und nach Austragen des Verfestigungsmittels kontrahiert werden.

12. Verfahren (11) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach dem Kontrahieren der das Verfestigungsmittel aufweisende Teilbereich mittels der Dichtelemente radial verpresst wird.

13. Verfahren (11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach vollständigem Zurückziehen des Pilotbohrkopfs (2) und des Bohrgestänges (3) ein Räumen der Pilotbohrung (8) und ein Einziehen der Leitung durchgeführt wird.

14. Verwendung eines in umgebenden Boden (7) einer durch ein Horizontalbohrverfahren hergestellten Pilotbohrung (8) ausgetragenen Verfestigungsmittels zum Verfestigen der Pilotbohrung (8).

15. Verwendung nach Anspruch 15, wobei das Verfestigungsmittel in situ beim Herstellen der Pilotbohrung (8) oder beim Zurückziehen eines Pilotbohrkopfs (2) ausgetragen wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

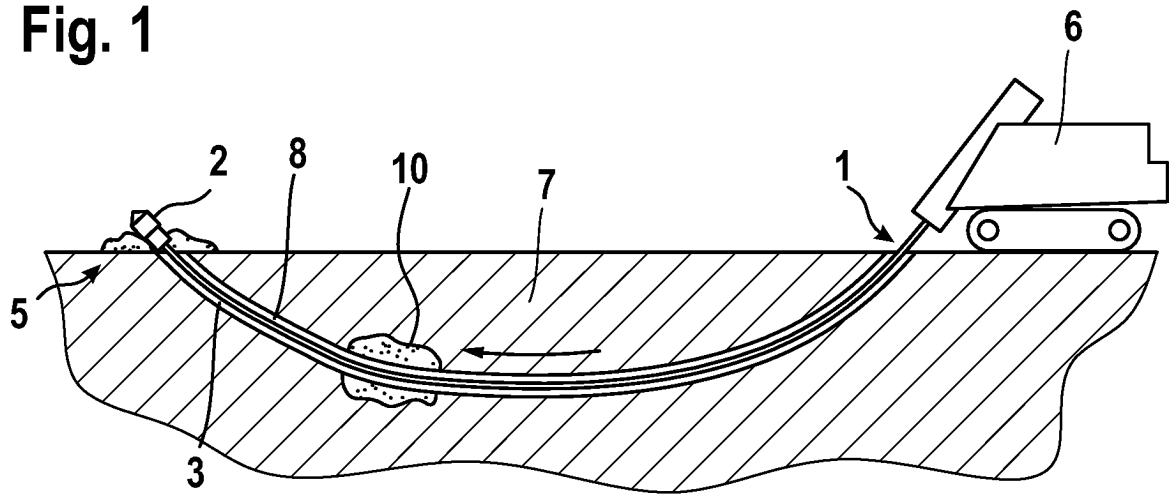


Fig. 2

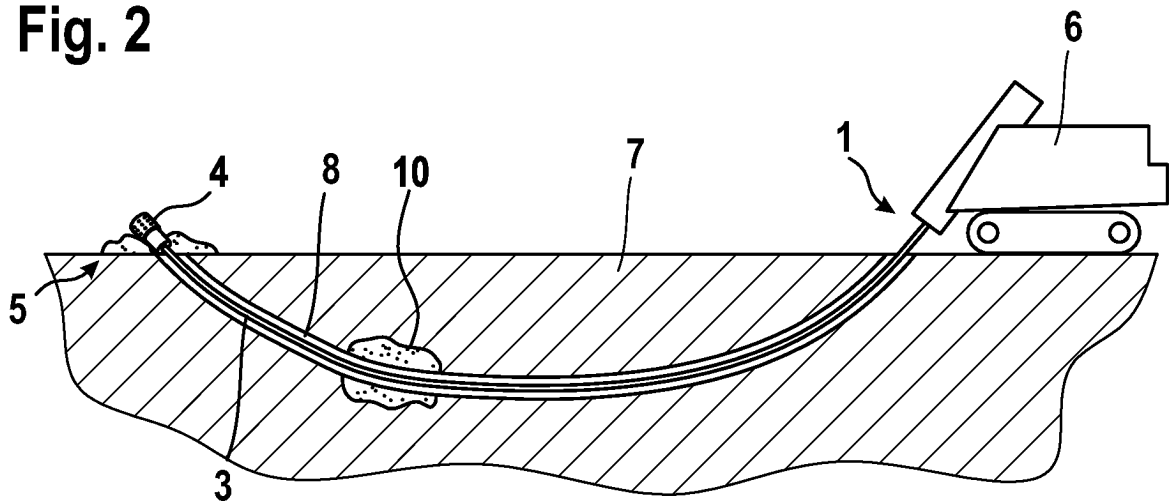
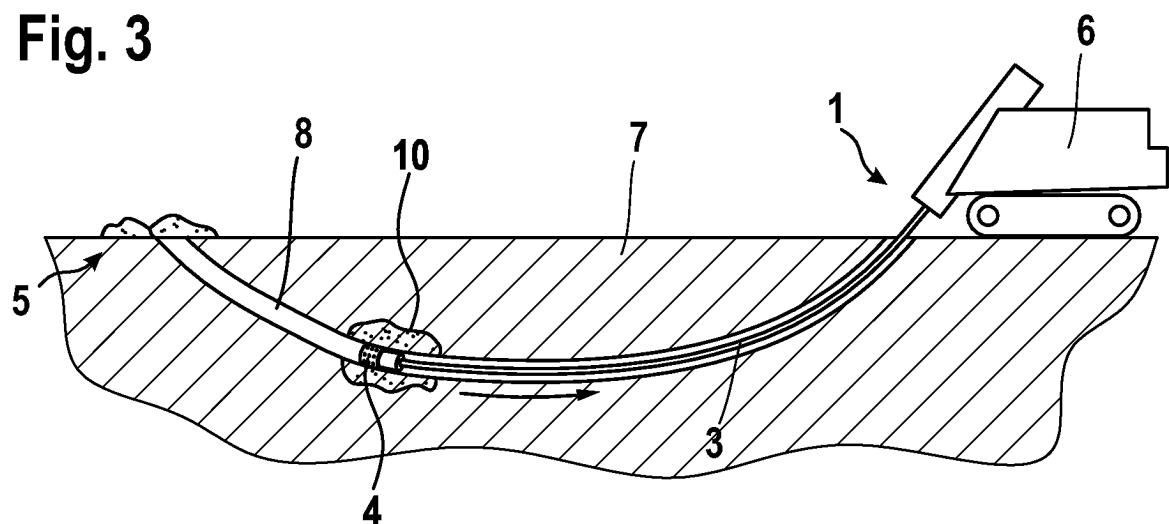
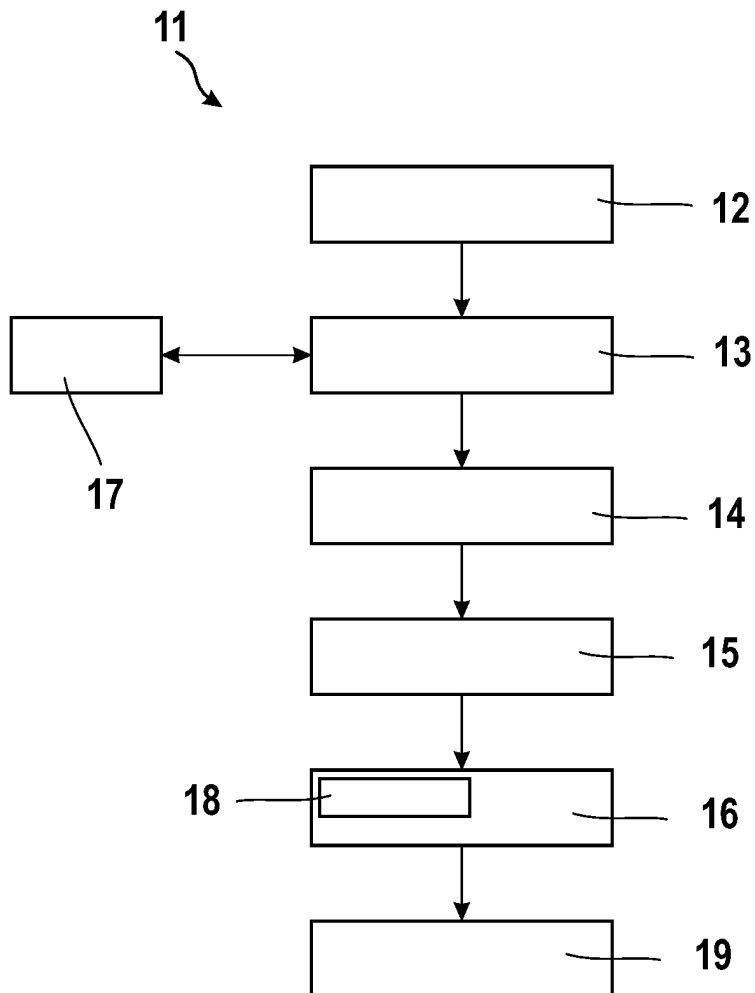


Fig. 3





**Fig. 4**