



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.08.2019 Patentblatt 2019/35

(51) Int Cl.:
E21B 7/28 (2006.01) **E21B 21/08 (2006.01)**
E21B 7/04 (2006.01) **E21B 44/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **19157706.3**

(22) Anmeldetag: **18.02.2019**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **TERRA AG für Tiefbautechnik**
6260 Reiden (CH)

(72) Erfinder: **JENNE, Dietmar**
4805 Brittnau (CH)

(74) Vertreter: **Schaumburg und Partner**
Patentanwälte mbB
Postfach 86 07 48
81634 München (DE)

(30) Priorität: **22.02.2018 DE 102018104020**

(54) **VORRICHTUNG ZUM ERZEUGEN ODER AUFWEITEN EINER ERDBOHRUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (10, 12) und ein Verfahren zum Erzeugen und Aufweiten einer Erdbohrung im Erdreich (18), die ein Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug (20, 24) hat, das über ein Zug- und/oder Druckelement (14) mit einer Antriebseinheit (52) verbunden ist und durch diese mit einer Vorschubgeschwindigkeit (v) durch das Erdreich (18) zur Antriebseinheit (52) hin oder von der Antriebseinheit (52) weg bewegbar ist. Ferner ist eine Pumpe (42) zum Fördern einer Spülflüssigkeit (46) zum Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug vorgesehen, wobei die Spülflüssigkeit (46) am Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug (20, 24) austritt. Ferner ist eine Steuereinheit (50) zum Steuern zumindest der Pumpe (42) vorgesehen. Die Steuereinheit (50) stellt den durch die Pumpe (42) erzeugten Volumenstrom ($\dot{V}$) der Spülflüssigkeit (46) abhängig von der Vorschubgeschwindigkeit (v) ein.

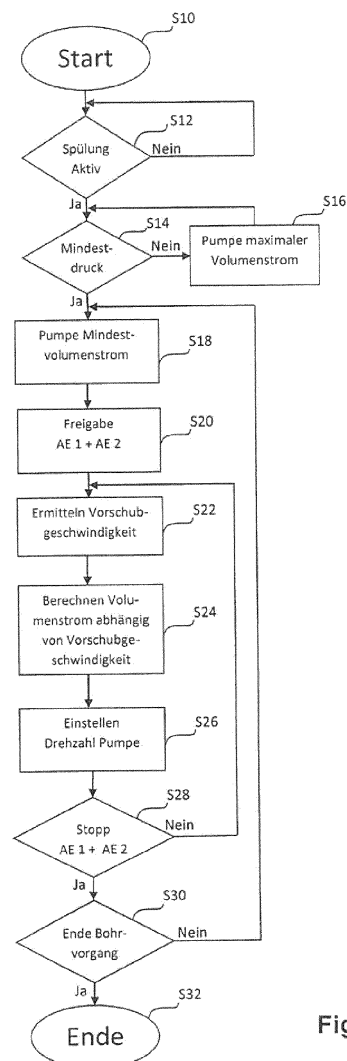


Fig. 3

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erzeugen oder Aufweiten einer Erdbohrung, die ein Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug hat, das über ein Zug- und/oder Druckelement mit einer Antriebseinheit verbunden ist und durch diese mit einer Vorschubgeschwindigkeit durch das Erdreich zur Antriebseinheit hin oder von der Antriebseinheit weg bewegbar ist. Die Vorrichtung hat ferner eine Pumpe zum Fördern einer Spülflüssigkeit zum Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug, wobei die Spülflüssigkeit am Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug austritt. Eine Steuereinheit dient zum Steuern zumindest der Pumpe. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Erzeugen oder Aufweiten einer Erdbohrung im Erdreich.

[0002] Aus dem Dokument DE 101 15 233 A1 ist eine Horizontalbohranlage bekannt, bei der eine Hochdruckpumpe zum Zuführen von Spülflüssigkeit zum Bohrgestänge und eine Mischeinrichtung zum Aufbereiten der Spülflüssigkeit mit einem eine Mischpumpe aufweisenden Mischaggregat auf dem Fahrwerk der Horizontalbohranlage angeordnet sind.

[0003] Aus dem Dokument DE 10 2015 107 194 A1 ist eine Bohranlage zum Erzeugen oder Aufweiten einer Erdbohrung bekannt, bei der der Vortrieb des Gestänges abhängig vom Drehmoment zur Rotation des Gestänges geregelt wird. Beim Vorschub des Bohrwerkzeugs kann Spülflüssigkeit durch das Bohrgestänge zum Bohrkopf geleitet werden. Weitere Horizontalbohranlagen mit einem Vorschubantrieb zum Antrieb eines ein Bohrwerkzeug tragenden Bohrgestänges, das unter gleichzeitiger Drehung mit Hilfe eines Vorschubantriebs im Erdreich vorgeschoben wird, sind aus den Dokumenten DE 10 2010 004 287 A1 und US 6,189,628 B1 bekannt.

[0004] Dokument DE 199 01 001 A1 offenbart eine Erdbohranlage, bei der ein Antriebsschlitten zum Antrieb eines Bohrgestänges vorgesehen ist, der zum Zuführen von Spülflüssigkeit einen entsprechenden Anschluss hat.

[0005] Der im Stand der Technik mit Hilfe der Spülflüssigkeitspumpe erzeugte und durch das Bohrgestänge zum Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug geleitete Volumenstrom der Spülflüssigkeit ist dabei unabhängig von der Vortriebsgeschwindigkeit konstant und kann durch eine Bedienperson manuell vorgegeben werden, beispielsweise durch eine Drehzahlvorgabe der Antriebseinheit der Pumpe zum Pumpen der Spülflüssigkeit.

[0006] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zum Erzeugen oder Aufweiten einer Erdbohrung im Erdreich sowie ein Verfahren zum Erzeugen oder Aufweiten einer Erdbohrung im Erdreich anzugeben, durch die eine Erdbohrung sowie das Aufweiten einer Erdbohrung unter Verwendung einer Spülflüssigkeit einfach und effizient möglich ist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen An-

sprüchen angegeben.

[0008] Durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 wird erreicht, dass der Volumenstrom der Spülflüssigkeit, d. h. die Menge der am Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug bereitgestellten Spülflüssigkeit automatisch durch die Steuereinheit eingestellt wird. Dies erfolgt insbesondere dadurch, dass der Volumenstrom der Spülflüssigkeit abhängig von der Vorschubgeschwindigkeit, mit der das Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug durch das Erdreich bewegt wird. Dadurch wird sichergestellt, dass das mit Hilfe des Bohr- und/oder Aufweitwerkzeugs gelöste Erdreich mit Hilfe ausreichend Spülflüssigkeit aus dem Bohr- und/oder Aufweitbereich entfernt und aus der Erdbohrung herausgespült wird. Ferner wird eine Verschwendung von Spülflüssigkeit in Folge eines zu hohen Volumenstroms bei geringer Vorschubgeschwindigkeit vermieden. Auch ist ein Eingriff einer Bedienperson nicht mehr zwingend erforderlich, um den Volumenstrom der Spülflüssigkeit an die Vorschubgeschwindigkeit des Bohr- und/oder Aufweitwerkzeugs anzupassen.

[0009] Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Zug- und/oder Druckelement ein aus mehreren rohrförmigen Gestängeabschnitten zusammengesetztes Bohrgestänge ist und wenn die Pumpe die Spülflüssigkeit durch das Bohrgestänge hindurch zum Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug fördert. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Pumpe einen maximalen Förderdruck im Bereich zwischen 50 bar und 150 bar, insbesondere von 75 bar erzeugt. Ferner ist es besonders vorteilhaft, wenn die Pumpe eine Förderleistung im Bereich von 50 bis 400 Liter Spülflüssigkeit pro Minute, insbesondere 95 bis 150 Liter Spülflüssigkeit pro Minute hat. Das Bohrgestänge hat durch die rohrförmigen Gestängeabschnitte im zusammengesetzten Durchgang eine durchgehende Öffnung von der dem Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug entfernten Ende bis zum Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug zugewandten Ende, so dass die Spülflüssigkeit zum Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug durch das Gestänge hindurch geleitet werden kann.

[0010] Bei alternativen Ausführungsformen ist das Zugelement als Seil ausgebildet, wobei eine separate Zuführung zum Zuführen der Spülflüssigkeit zum Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug vorgesehen ist. Die separate Zuführung erfolgt insbesondere über einen Schlauch.

[0011] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Steuereinheit den von der Pumpe erzeugten Volumenstrom direkt proportional, insbesondere linear, zur Vorschubgeschwindigkeit ändert. Hierdurch ist eine einfache Steuerung, insbesondere eine einfache Bestimmung der bereitzustellenden und zu fördernden Menge Spülflüssigkeit möglich.

[0012] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Steuereinheit die Pumpe derart steuert, dass der Volumenstrom beim Betrieb der Vorrichtung einen voreingestellten Mindestvolumenstrom nicht unterschreitet. Hierdurch wird sichergestellt, dass immer Spülflüssigkeit am Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug vorhanden ist bzw. austritt, damit das Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug erforderli-

chenfalls ausreichend gekühlt und der Bohrkana-
lisiert wird. Auch wird hierdurch sichergestellt, dass bei
einer geringen Vorschubgeschwindigkeit oder bei Still-
stand die durch die rohrförmigen Gestängeabschnitte
gebildete Spülflüssigkeitszuleitung nicht leerläuft, so
dass bei erneutem Beginn des Vorschubs des Bohr-
und/oder Aufweitwerkzeugs ausreichend Spülflüssigkeit
im Bereich des Bohr- und/oder Aufweitwerkzeugs austritt
und bei steigender Vorschubgeschwindigkeit unmittel-
barerhöht werden kann.

[0013] Ferner ist es vorteilhaft, wenn eine lineare Ab-
hängigkeit des Volumenstroms der Spülflüssigkeit im Be-
reich zwischen einem voreingestellten Mindestvolumen-
strom und einem voreingestellten maximalen Volumen-
strom von der Vorschubgeschwindigkeit im Bereich vom
Stillstand bis zu einer voreingestellten maximalen Vor-
schubgeschwindigkeit besteht. Alternativ oder in einer
weiteren Betriebsart kann eine lineare Abhängigkeit des
Volumenstroms der Spülflüssigkeit im Bereich zwischen
einem voreingestellten Mindestvolumenstrom und einem
voreingestellten maximalen Volumenstrom von der
Vorschubgeschwindigkeit im Bereich zwischen einer
voreingestellten unteren Vorschubgeschwindigkeit bis
zu einer voreingestellten maximalen Vorschubgeschwin-
digkeit bestehen. Dabei kann es vorteilhaft sein, wenn
der voreingestellte Mindestvolumenstrom, der voreinge-
stellte maximale Volumenstrom, die voreingestellte un-
tere Vorschubgeschwindigkeit und die voreingestellte
maximale Vorschubgeschwindigkeit, beispielsweise
über eine Bedieneinheit der Vorrichtung, einstellbar
und/oder änderbar sind. Dadurch sind eine einfache Be-
dienung und ein sicherer Betrieb der Vorrichtung mög-
lich. Insbesondere kann hierdurch einfach der Bereich
der linearen Abhängigkeit des Volumenstroms von der
Vorschubgeschwindigkeit eingestellt werden.

[0014] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Steuerein-
heit die Antriebseinheit zum Antrieb des Bohr- und/oder
Aufweitwerkzeugs steuert. Die Steuereinheit kann die
Antriebseinheit dann derart steuern, dass die Vorschub-
geschwindigkeit des Bohrgestänges beim Erreichen des
mit Hilfe der Pumpe maximal erreichbaren Volumen-
stroms der Spülflüssigkeit nicht weiter erhöht. Dadurch
wird sichergestellt, dass ausreichend Spülflüssigkeit am
Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug zum Erzeugen oder
Aufweiten der Erdbohrung verfügbar ist, insbesondere
zum Transport von dem aus der Erdbohrung abzufüh-
renden Erdreich.

[0015] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn ein Sensor die
Bohrgeschwindigkeit des Bohrwerkzeugs und/oder die
Einzugsgeschwindigkeit des Aufweitwerkzeugs als Vor-
schubgeschwindigkeit ermittelt und eine Information
über die Vorschubgeschwindigkeit zur Steuereinheit
überträgt. Alternativ oder zusätzlich kann ein Sensor vor-
gesehen sein, der den mit Hilfe der Pumpe erzeugten
Volumenstrom der Spülflüssigkeit ermittelt und eine In-
formation über den Volumenstrom zur Steuereinheit
überträgt. Hierdurch kann die Steuereinheit die Vor-
schubgeschwindigkeit korrekt ermitteln und/oder den

durch die Pumpe erzeugten Volumenstrom der Spülflüs-
sigkeit kann exakt eingestellt werden. Hierbei ist es be-
sonders vorteilhaft, wenn die Steuereinheit die Vor-
schubgeschwindigkeit auf einen voreingestellten Soll-
wert regelt oder in Abhängigkeit eines zum Drehen des
Zug- und/oder Druckelements beim Bohren oder Aufwei-
ten aufgewendeten Drehmoments, wobei das Drehmo-
ment insbesondere durch den für eine hydraulische An-
triebseinheit zum Drehen des Zug- und/oder Druckele-
ments erforderlichen Arbeitsdruck ermittelt wird. Dabei
ist es besonders vorteilhaft, wenn das Drehmoment auf
einem voreingestellten Drehmomentensollwert geregelt
wird und die Vorschubgeschwindigkeit des Zug-
und/oder Druckelements als Stellgröße dient. Hierdurch
ist ein einfacher und insbesondere automatischer Betrieb
der Vorrichtung möglich.

[0016] Ferner ist es vorteilhaft, wenn ein Spülflüssig-
keitstank zum Bereitstellen der Spülflüssigkeit vorgese-
hen ist und wenn ein Sensor den Füllstand der Spülflüs-
sigkeit im Spülflüssigkeitstank detektiert sowie eine In-
formation über den Füllstand im Spülflüssigkeitstank zur
Steuereinheit überträgt. Die Steuereinheit kann dann
beim Erreichen eines voreingestellten unteren Grenzw-
erts des Füllstandes den Antrieb des Zug- und/oder
Druckelements bzw. des Gestänges beim Erreichen
oder Unterschreiten des unteren Grenzwerts stoppen.
Dadurch wird sichergestellt, dass während des Bohrvor-
gangs ausreichend Spülflüssigkeit sowohl zum gegeben-
enfalls erforderlichen Kühlen des Bohr- und/oder Auf-
weitwerkzeugs und/oder zum Austrag des abzubauen-
den Erdreichs aus der Erdbohrung zur Verfügung steht.

[0017] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Spülflüs-
sigkeit Wasser und Betonit, Wasser und Polymere oder
Wasser, Betonit und Polymere enthält. Hierdurch ist der
Einsatz von für Erdbohrungen günstigen Spülflüssigkei-
ten einfach möglich.

[0018] Besonders vorteilhaft ist es, wenn ein Sensor
den Druck der Spülflüssigkeit zwischen der Pumpe und
dem Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug ermittelt und eine
dem Druck entsprechende Information zur Steuereinheit
überträgt. Dann kann die Steuereinheit die Pumpe derart
steuern, dass die Pumpe bis zum Erreichen eines vor-
eingestellten Mindestdrucks der Spülflüssigkeit ihre ma-
ximale Förderleistung erzielt, so dass die Pumpe den mit
Hilfe dieser Pumpe maximal möglichen Volumenstrom
erzeugt. Dadurch ist ein sehr schnelles Befüllen der
durch die Gestängeabschnitte gebildeten Leitung zwi-
schen Pumpe und Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug mit
Spülflüssigkeit möglich, so dass nur geringe Stillstands-
zeiten erforderlich sind, in denen kein aktiver Bohrvor-
gang erfolgt.

[0019] Hierbei ist es vorteilhaft, wenn die Steuereinheit
die Pumpe nach dem Erreichen des Mindestdrucks der-
art ansteuert, dass der Volumenstrom der Spülflüssigkeit
auf einen voreingestellten Mindestvolumenstrom redu-
ziert wird, wenn kein Vorschub des Bohr- und/oder Auf-
weitwerkzeugs erfolgt. Hierdurch wird erreicht, dass nur
der Mindestvolumenstrom an Spülflüssigkeit austritt,

wenn kein Vorschub erfolgt, so dass Spülflüssigkeit gespart werden kann.

[0020] Ferner ist es besonders vorteilhaft, wenn ein Sensor den Druck der Spülflüssigkeit zwischen der Pumpe und dem Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug ermittelt und eine dem Druck entsprechende Information zur Steuereinheit überträgt. Die Steuereinheit kann dann dem Antrieb zum Vorschub des Bohr- und/oder Aufweitwerkzeugs erst nach dem Erreichen des Mindestdrucks aktivieren. Hierdurch wird sichergestellt, dass kein Vorschub des Bohr- und/oder Aufweitwerkzeugs erfolgt, bis die Mindestmenge an Spülflüssigkeit am Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug austritt. Hierdurch ist insbesondere ein einfacher, und falls gewünscht auch ein automatischer, Betrieb der Vorrichtung möglich.

[0021] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Steuereinheit die Vorrichtung erst in einer ersten Betriebsart derart steuert, dass der Volumenstrom der Spülflüssigkeit unabhängig von der Vorschubgeschwindigkeit insbesondere manuell durch eine Bedienperson einstellbar ist. Ferner kann die Steuereinheit die Vorrichtung in einer zweiten Betriebsart derart steuern, dass der Volumenstrom der Spülflüssigkeit proportional zur Vorschubgeschwindigkeit geändert wird, wobei vorzugsweise eine Umschaltung während des Betriebs der Vorrichtung zwischen der ersten Betriebsart und der zweiten Betriebsart erfolgt. Hierdurch kann die Vorrichtung einfach in der ersten Betriebsart in Betrieb gesetzt werden und anschließend in die zweite Betriebsart umgeschaltet werden, so dass die Vorrichtung sehr einfach und sicher bedient werden kann.

[0022] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Steuereinheit die für eine Erdbohrung oder die für eine Aufweitung einer Erdbohrung erforderliche Menge Spülflüssigkeit pro Streckenabschnitt ausgehend von mindestens einem Parameter der zu erzeugenden Bohrung oder Aufweitung ermittelt. Die Steuereinheit kann dann die Pumpe derart ansteuern, dass der Volumenstrom der Spülflüssigkeit in Abhängigkeit der Vorschubgeschwindigkeit so eingestellt wird, dass die ermittelte Menge Spülflüssigkeit pro Streckenabschnitt am Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug austritt. Hierdurch ist eine automatisch gesteuerte Zufuhr von Spülflüssigkeit einfach möglich, so dass ein einfacher Betrieb der Vorrichtung möglich ist.

[0023] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Vorrichtung zum Erzeugen oder Aufweiten einer Erdbohrung im Erdreich, bei dem ein mit einem Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug verbindendes Zug- und/oder Druckelement mit Hilfe einer Antriebseinheit mit einer Vorschubgeschwindigkeit in Richtung seiner Längsachse von der Antriebseinheit weg oder zur Antriebseinheit hin bewegt wird. Bei dem Verfahren wird eine Spülflüssigkeit zum Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug gefördert, die am Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug austritt. Der Volumenstrom der am Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug austretenden Spülflüssigkeit wird abhängig von der Vorschubgeschwindigkeit eingestellt. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Volumen-

strom der am Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug austretenden Spülflüssigkeit abhängig von der Vorschubgeschwindigkeit geregelt wird. Hierdurch ist ein einfacher und sicherer Betrieb der Vorrichtung zum Erzeugen oder Aufweiten einer Erdbohrung im Erdreich möglich. Das Verfahren kann dabei in gleicher Weise weitergebildet werden wie die Vorrichtung, insbesondere mit den Merkmalen der abhängigen Ansprüche.

[0024] Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus der folgenden Beschreibung, die die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den beigefügten Figuren näher erläutert.

[0025] Es zeigen:

- 15 Figur 1A eine schematische Darstellung einer Bohranlage zum gesteuerten Bohren einer Pilotbohrung, mit der eine Durchgangsöffnung im Erdreich erzeugt wird, die nachfolgend mithilfe eines Aufweitwerkzeugs aufweitbar ist;
- 20 Figur 1B einen vergrößerten Ausschnitt der Bohranlage nach Figur 1A, wobei der Bohrkopf zum Erzeugen der Pilotbohrung dargestellt ist;
- 25 Figur 1C eine schematische Darstellung einer Bohranlage zum Aufweiten der mit der Bohranlage nach Figur 1A erzeugten Pilotbohrung mithilfe eines Aufweitwerkzeugs;
- 30 Figur 1D einen vergrößerten Ausschnitt der Bohranlage nach Figur 1C, wobei das Aufweitwerkzeug zum Aufweiten der Pilotbohrung dargestellt ist;
- 35 Figur 2 ein Blockschaltbild mit Steuerkomponenten zum Steuern der an einem Bohr- oder Aufweitwerkzeug der Bohranlage nach den Figuren 1A bis 1D austretenden Menge Spülflüssigkeit;
- 40 Figur 3 einen Ablaufplan zum Steuern des Volumenstroms der am Bohr- oder Aufweitwerkzeug nach den Figuren 1A bis 1D austretenden Spülflüssigkeit; und
- 45 Figur 4 ein Diagramm mit dem Verlauf des Volumenstroms der Spülflüssigkeit in Abhängigkeit der Vorschubgeschwindigkeit des Bohr- oder Aufweitwerkzeugs der Bohranlage gemäß einer Ausführungsform.

[0026] In Figur 1A ist eine Bohranlage 10 zum gesteuerten Bohren einer Pilotbohrung gezeigt. Die Bohranlage 10 arbeitet nach einem Horizontalbohrverfahren, das auch als Horizontal Directional Drilling (HDD) Verfahren bezeichnet wird. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird hierzu eine unter der Handelsbezeichnung Terra-

Jet erhältliche Horizontalbohranlage eingesetzt. Eine solche Horizontalbohranlage ist beispielsweise aus dem Dokument DE 10115 233 A1 bekannt. Beim HDD-Verfahren wird ein aus mehreren Gestängeabschnitten 13 zusammengesetztes Gestänge 14 mithilfe eines Horizontalbohrgerätes 12 an einem Startpunkt 16 mit einem an dem Horizontalbohrgerät 12 entfernten Ende des Gestänges 14 angeordneten Bohrkopf 20 in Richtung des Pfeils P0 in das Erdreich 18 eingebracht. Das Horizontalbohrgerät 12 hat eine Pumpe 42, die über einen Schlauch 48 Spülflüssigkeit 46 aus einem Spülflüssigkeitsbehälter 40 ansaugt und mit hohem Druck in das hohle Gestänge 14 fördert. Die Spülflüssigkeit 46 tritt mit hohem Druck am Bohrkopf 20 aus. Durch den hohen Druck und durch Hartmetallzähne des Bohrkopfs 20 wird ein Bohrloch ins Erdreich 18 geschnitten.

[0027] Der Bohrkopf 20 ist an seinem vorderen Ende asymmetrisch abgeflacht und wird mithilfe des Gestänges 14 zum Erzeugen eines geraden Bohrlochs kontinuierlich gedreht. Bei einer gewünschten seitlichen Bewegung, Aufwärtsbewegung oder Abwärtsbewegung wird der Bohrkopf 20 in einer für diese gewünschte Bewegung geeigneten Position angehalten und nicht weitergedreht, so dass aufgrund der asymmetrisch abgeflachten Form des vorderen Endes des Bohrkopfs 20 eine entsprechende Ablenkbewegung des Bohrkopfs 20 im Erdreich 18 erfolgt. In Figur 1B ist eine Detailansicht des von dem Horizontalbohrgerät 12 entfernten Endes des Gestänges 14 zusammen mit dem Bohrkopf 20 gezeigt. Im Bohrkopf 20 ist eine elektronische Sonde angeordnet, die mithilfe eines entsprechenden Ortungsgerätes jederzeit von der Erdoberfläche aus exakt geortet werden kann, so dass die Position des Bohrkopfs 20 im Erdreich 18 jederzeit exakt bestimmbar ist.

[0028] Die Bewegungsbahn des Bohrkopfs 20 und damit der Verlauf des Bohrkanals 15 der Pilotbohrung wird einfach durch kontrolliertes Stoppen der Drehung des Bohrkopfs 20 über das Gestänge 14 gesteuert, so dass die Steuerfläche des Bohrkopfs 20 in eine für die gewünschte Bewegung erforderliche Stellung gebracht wird. Auch nach dem gezielten Stoppen der Drehung des Bohrkopfs 20 wird mit Hilfe der Pumpe 42 weiterhin Spülflüssigkeit 46 durch das Gestänge 14 gefördert und der Bohrkopf 20 wird weiter über das Gestänge 14 vorangetrieben, so dass mithilfe der Spülflüssigkeit 46 und des Vortriebs des Bohrkopfs 20 der Bohrvorgang des gewünschten Verlaufs des Bohrlochs fortgesetzt wird.

[0029] Nach Erreichen des Zielpunkts 22, der beispielsweise in einer Zielgrube vorgesehen ist, wird der Bohrkopf 20 durch einen Aufweitkopf 24 ersetzt, der beim Zurückziehen des Gestänges 14 die zuvor erzeugte Pilotbohrung aufweitet und gleichzeitig ein HDPE-Rohr 26 einzieht, wie dies in den Figuren 1C und 1D gezeigt ist. HDPE-Rohre sind aus High-Density-Polyethylen hergestellt, wobei dieses High-Density-Polyethylen ein thermoplastischer Kunststoff mit hoher Dichte ist, so dass die aus HDPE hergestellten Rohre eine hohe Zähigkeit und Steifigkeit, eine sehr gute chemische Beständigkeit,

gute Gleiteigenschaften, geringe Feuchtigkeitsaufnahme, sehr gute Verarbeitungseigenschaften, sehr gut verschweißbar sind und physiologisch unbedenklich sind. Bei anderen Ausführungsformen können auch Rohre 26 aus anderen Materialien, insbesondere aus Metall, eingezogen werden.

[0030] Das Horizontalbohrgerät 12 erzeugt die für den Aufweitvorgang erforderliche Zugkraft am Gestänge 14 und leitet weiterhin Spülflüssigkeit 46 zum Aufweitkopf 24. Die Spülflüssigkeit 46 unterstützt zumindest das Aufweiten der Pilotbohrung und dient ferner zum Ableiten und Austragen des beim Aufweitvorgang gelösten überschüssigen Erdreichs 18. Insbesondere bei steinigem Erdreich 18, Geröll und Fels muss zumindest ein Teil des mithilfe des Aufweitwerkzeugs 24 beim Aufweitvorgang kontaktierten Erdreichs 18 abgeführt werden. Dies kann insbesondere durch den Ringspalt zwischen dem als Bohrkanal 15 bezeichneten bereits aufgeweiteten Bereich der Pilotbohrung und dem eingezogenen Rohr 26 erfolgen. Die in den Ringspalt eingebrachte Spülflüssigkeit 46 verringert auch die Mantelreibung zwischen dem Rohr 26 und dem Bohrkanal 15.

[0031] Zur Vermeidung einer nicht zentrischen Aufweitung der Pilotbohrung, insbesondere in Folge einer Ablenkung des Aufweitwerkzeugs 24 durch inhomogenes Erdreich, hat das Aufweitwerkzeug 24 einen Zentrierbereich 25, der in Bezug auf den Aufweitbereich 31 des Aufweitwerkzeugs 24 in Bewegungsrichtung des Aufweitwerkzeugs 24 stromaufwärts angeordnet ist und im Wesentlichen dem Durchmesser der aufgeweiteten Öffnung entspricht. Dadurch hat das Aufweitwerkzeug 24 über den Zentrierbereich 25 eine große Abstützfläche, über die eine Gegenkraft zu den auf den Aufweitbereich 31 quer zur Bewegungsrichtung P1 wirkenden Querkraften bereitgestellt werden kann. Dadurch wird eine Ablenkung des Aufweitwerkzeugs 24 auf einfache Art und Weise wirkungsvoll vermieden, so dass die Pilotbohrung bzw. eine bereits im Erdreich 18 vorhandene Durchgangsöffnung mithilfe des Aufweitwerkzeugs 24 zentrisch aufgeweitet werden kann.

[0032] Gleichzeitig mit dem Aufweitvorgang wird das neu zu verlegende Rohr 26, im vorliegenden Fall ein HDPE-Rohr, eingezogen. Je nach Untergrund können auch zwei oder mehr Aufweitwerkzeuge 24 nacheinander mit bis zu einem Durchmesser von 1000 mm eingesetzt werden. Üblicherweise werden dann Rohre 26 bis zu einem Durchmesser von 800 mm oder ein Rohrbündel aus mehreren Rohren eingezogen. Als Spülflüssigkeit 46 kann Wasser mit Betonit oder Polymeren eingesetzt werden. Solche Spülflüssigkeiten 46 stabilisieren den Bohrkanal 15, vermindern die Reibung zwischen Bohrgestänge 14 und Erdreich 18 sowie die Reibung zwischen dem einzuziehenden Rohr 26 und dem Erdreich 18. Ferner wird mithilfe der Spülflüssigkeit 46 Erdreich 18 durch das bereits zum Teil eingezogene Rohr 26 aus dem Bohrkanal 15 herausgeführt.

[0033] Figur 1D zeigt einen vergrößerten Ausschnitt der in Figur 1C gezeigten Anordnung 10. In diesem Aus-

schnitt sind das von dem Horizontalbohrgerät 12 entfernte Ende des Gestänges 14, der Aufweitkopf 24 und das bereits zum Teil ins Erdreich 18 eingezogene Rohr 26 dargestellt.

[0034] Eine Steuereinheit 50 des Horizontalbohrgeräts 12, insbesondere eine speicherprogrammierbare Steuereinheit (SPS), steuert die Pumpe 42 zum Fördern der Spülflüssigkeit 46 durch das Gestänge 14 an. Die Pumpe 42 ist durch die Steuereinheit 50 insbesondere derart ansteuerbar, dass der Volumenstrom der durch die Pumpe 42 geförderten und somit der am Bohr- bzw. Aufweitkopf 20, 24 austretenden Spülflüssigkeit 46 steuerbar ist.

[0035] Das Horizontalbohrgerät 12 hat vorzugsweise einen Drehantrieb zum Drehen des Gestänges 14 um eine Längsachse und den Vorschubantrieb zum Bewegen des Gestänges 14 entlang seiner Längsachse durch das Erdreich 18 zusammen mit dem an dem vom Vorschubantrieb entfernten Ende des Gestänges 14 mit diesem verbundenen Bohrkopf 20 oder Aufweitkopf 24.

[0036] Figur 2 zeigt ein Blockschaltbild mit Steuerkomponenten zum Steuern der an einem Bohr- oder Aufweitwerkzeug 20, 24 der Bohranlage 10 nach den Figuren 1A bis 1D austretenden Menge Spülflüssigkeit 46. Die Steuereinheit 50 ist mit einer ersten Antriebseinheit 52 zum Vortrieb des Gestänges 14 verbunden. Die Antriebseinheit 52 ist vorzugsweise eine hydraulische Antriebseinheit, wobei eine erste Sensoreinheit 54 den Arbeitsdruck, mit dem die erste Antriebseinheit 52 betrieben wird, erfasst und eine Information über den Druck an die Steuereinheit 50 übermittelt. Mit Hilfe der Information über den ermittelten Druck kann die Steuereinheit 50 unmittelbar die Kraft ermitteln, mit der das Gestänge 14 und das mit dem Gestänge 14 verbundene Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug 20, 24 durch das Erdreich 18 bewegt wird. Die Steuereinheit 50 ist ferner mit einer zweiten Antriebseinheit 56 zum Drehen des Gestänges 14 verbunden. Auch die zweite Antriebseinheit 56 zum Drehen des Gestänges 14 ist vorzugsweise eine hydraulische Antriebseinheit. Ferner ist eine zweite Sensoreinheit 58 zum Erfassen des durch die Antriebseinheit 56 erzeugten Drehmoments zum Drehen des Gestänges 14 vorgesehen. Bei der Ausführung der zweiten Antriebseinheit 56 als hydraulische Antriebseinheit kann die zweite Sensoreinheit 58 einen Drucksensor umfassen, der den Arbeitsdruck der zweiten Antriebseinheit 56 erfasst. Über den auf das Gestänge 14 wirkenden bekannten Hebelarm kann einfach das am Bohr- und/oder Aufweitkopf 20, 24 übermittelte Drehmoment ermittelt werden. Die zweite Sensoreinheit 58 ermittelt somit eine Information über die am Gestänge 14 zu dessen Drehung wirkende Kraft, das am Gestänge 14 wirkende Moment und/oder den zum Betrieb der zweiten Antriebseinheit 56 wirkenden Arbeitsdruck, wenn die zweite Antriebseinheit 56 als hydraulische Antriebseinheit ausgebildet ist.

[0037] Ferner ist die Pumpe 42 zum Pumpen der Spülflüssigkeit mit der Steuereinheit 50 verbunden und wird durch die Steuereinheit 50 angesteuert. Ferner kann eine

dritte Sensoreinheit 60 zur Ermittlung der Drehzahl der Pumpe 42 und/oder des Volumenstroms der Spülflüssigkeit 46 vorgesehen sein, die eine Information über die Drehzahl und/oder den Volumenstrom der Spülflüssigkeit 46 durch das Gestänge 14 an die Steuereinheit 50 übermittelt, die dann den ermittelten Istwert des Volumenstroms mit einem voreingestellten Sollwert des Volumenstroms der Spülflüssigkeit 46 vergleicht und bei einer Abweichung des Istwerts vom Sollwert die Pumpe 42 derart ansteuert, dass die Sollwertabweichung des Istwerts eine Antriebseinheit der Pumpe 42 derart ansteuert, dass die Sollwertabweichung verringert oder beseitigt wird. Somit erfolgt eine Regelung des Volumenstroms der Spülflüssigkeit auf einen voreingestellten bzw. zuvor von der Steuereinheit 50 ermittelten Sollwert. Die Ermittlung des Sollwerts für den Volumenstrom der Spülflüssigkeit 46 erfolgt erfindungsgemäß dadurch, dass die Steuereinheit 50 abhängig von der mit Hilfe einer sechsten Sensoreinheit 64 ermittelten Vorschubgeschwindigkeit des Gestänges 14 den erforderlichen Volumenstrom der Spülflüssigkeit 46 ermittelt. Somit wird bei einer Änderung der Vorschubgeschwindigkeit automatisch der Sollwert für den Volumenstrom der Spülflüssigkeit 46 verändert. Ferner ist der Füllstandssensor 44 zum Ermitteln des Füllstands der Spülflüssigkeit im Spülflüssigkeitsbehälter 40 als vierte Sensoreinheit mit der Steuereinheit 50 verbunden und übermittelt eine Information über den Füllstand der Spülflüssigkeit 46 im Spülflüssigkeitsbehälter 40 an die Steuereinheit 50, so dass diese bei Unterschreiten eines voreingestellten Sollwerts sowohl die erste Antriebseinheit 52 als auch die zweite Antriebseinheit 56 stoppt. Eine fünfte Sensoreinheit 62 ermittelt den Druck, mit dem die Pumpe 42 die Spülflüssigkeit 46 durch das Gestänge 14 fördert.

[0038] Figur 3 zeigt einen Ablaufplan zum Steuern der am Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug der Figuren 1a bis 1d austretenden Menge Spülflüssigkeit 46. Der Ablauf wird im Schritt S10 gestartet. Anschließend wird im Schritt S12 geprüft, ob ein Spülvorgang aktiv ist, d. h. ob die Pumpe 42 Spülflüssigkeit 46 durch das Gestänge 14 zum Bohr- und/oder Aufweitkopf 20, 24 fördert. Ist dies nicht der Fall, so wird Schritt S12 erneut ausgeführt. Wird im Schritt S12 jedoch festgestellt, dass der Spülvorgang aktiv ist, so wird anschließend im Schritt S14 geprüft, ob der mit Hilfe der Sensoreinheit 62 ermittelte Druck der Spülflüssigkeit 46 im Gestänge 14 einen voreingestellten Mindestdruck erreicht oder überschritten hat. Ist das nicht der Fall, so wird anschließend im Schritt S16 die Pumpe 42 durch die Steuereinheit 50 derart angesteuert, dass diese Spülflüssigkeit 46 mit maximalem Volumenstrom in das rohrförmige Gestänge 14 fördert. Anschließend wird Schritt S14 erneut ausgeführt.

[0039] Wird im Schritt S14 jedoch festgestellt, dass der ermittelte Druck der Spülflüssigkeit 46 im Gestänge 14 den voreingestellten Wert für den Mindestdruck erreicht oder überschritten hat, so wird anschließend im Schritt S18 die Pumpe 42 durch die Steuereinheit 50 derart angesteuert, dass die Pumpe lediglich einen voreingestell-

ten Mindestvolumenstrom Spülflüssigkeit 46 in das Gestänge 14 fördert. Anschließend erfolgt im Schritt S20 eine Freigabe der ersten Antriebseinheit 52 und der zweiten Antriebseinheit 56. Dadurch kann die Steuereinheit 50 die erste Antriebseinheit 52 sowie die zweite Antriebseinheit 56 automatisch aktivieren oder alternativ durch eine Bedieneingabe einer Bedienperson an einem Bedienpult des Bohrgeräts 12 aktivieren. Anschließend wird im Schritt S22 mit Hilfe der sechsten Sensoreinheit 64 die Vorschubgeschwindigkeit des Gestänges 14 ermittelt. Ausgehend von der im Schritt S22 ermittelten Vorschubgeschwindigkeit berechnet die Steuereinheit 50 den Wert des mit Hilfe der Pumpe 42 zu erzeugenden Volumenstroms der Spülflüssigkeit 46. Dabei erfolgt die Berechnung auf der Grundlage der direkten Abhängigkeit des zu erzeugenden Volumenstroms von der ermittelten Vorschubgeschwindigkeit. Vorzugsweise handelt es sich hierbei um eine lineare Abhängigkeit, zumindest in einem Bereich der Vorschubgeschwindigkeit.

[0040] Ausgehend vom ermittelten zu erzeugenden Volumenstrom wird anschließend im Schritt S26 die Pumpe 42 durch die Steuereinheit 50 derart angesteuert, dass die Pumpe 42 mit einer dem zu erzeugenden Volumenstrom entsprechenden Drehzahl betrieben wird. Im Schritt S28 wird dann geprüft, ob die erste Antriebseinheit 52 und die zweite Antriebseinheit 56 gestoppt worden sind. Ist das nicht der Fall, so wird der Ablauf im Schritt S22 fortgesetzt, wobei die Schritte S22 bis S28 erneut abgearbeitet werden.

[0041] Wird im Schritt S28 jedoch festgestellt, dass sowohl die erste Antriebseinheit 52 als auch die zweite Antriebseinheit 56 gestoppt worden sind, so wird anschließend im Schritt S30 geprüft, ob der Bohrvorgang beendet werden soll. Ist das nicht der Fall, d. h. wenn der Bohrvorgang nur kurzzeitig unterbrochen worden ist und ohne Gestängewechsel weitergeführt werden soll, wird der Ablauf im Schritt S18 fortgesetzt und die Pumpe 42 durch die Steuereinheit 50 derart angesteuert, dass der voreingestellte Mindestvolumenstrom an Spülflüssigkeit 46 in das Gestänge 14 gefördert wird.

[0042] Wird im Schritt S30 jedoch festgestellt, dass ein Ende des Bohrvorgangs erfolgen soll, insbesondere weil die Erdbohrung bzw. der Aufweitvorgang beendet ist oder ein Gestängeabschnitt zum Gestänge 14 hinzugefügt werden soll oder ein Gestängeabschnitt vom Gestänge 14 entfernt werden soll, so wird der Ablauf im Schritt S32 beendet. Nach einem Gestängewechsel oder nach einem Austausch des Bohrwerkzeugs 20 gegen das Aufweitwerkzeug 24 wird der Ablauf erneut gestartet.

[0043] Bei anderen Ausführungsformen wird die Vorschubgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Vorschubkraft und/oder des Vorschubdrehmoments geregelt. Bei weiteren Ausführungsformen kann der mit Hilfe der Pumpe 42 geförderte Volumenstrom der Spülflüssigkeit 46 erfasst und auf den im Schritt S24 berechneten Sollwert geregelt werden. Bei weiteren Ausführungsformen kann anstatt des Gestänges 14 auch ein Zugseil eingesetzt werden, wobei die Spülflüssigkeit dann durch einen zu-

sätzlich zum Aufweitwerkzeug 24 verlaufenden Schlauch geleitet wird und im Bereich des Aufweitwerkzeugs 24 austritt.

[0044] Bei den beschriebenen Ausführungsformen kann eine Bedienperson, insbesondere ein Bohrmeister, aufgrund ihrer/seiner Erfahrung den aus seiner Sicht optimalen Volumenstrom der Spülflüssigkeit 46 für den konkret vorliegenden bzw. zu erwartenden Untergrund bei einer relativ geringen Vorschubgeschwindigkeit einstellen. Der Volumenstrom der Spülflüssigkeit wird auch als Spülleistung bezeichnet. Der Volumenstrom ist zumindest dann korrekt eingestellt, wenn am Ende des Bohrkannals 15 ein kontinuierlicher Austrag von Bohrschlamm, d. h. von Spülflüssigkeit gemischt mit abgebauten Erdreich 18, stattfindet. In diesem Fall startet die Steuereinheit 50 mit dem Ablauf nach Fig.3 erst im Schritt S22, d. h. die Schritte S12 bis S20 werden nicht ausgeführt. Wie bereits erwähnt, kann die Vorschubgeschwindigkeit mit Hilfe eines durch die Steuereinheit 50 bereitgestellten Assistenzsystems automatisch dem Untergrund angepasst werden, insbesondere mit Hilfe der bereits erwähnten drehmomentabhängigen Regelung der Vorschubgeschwindigkeit. Eine solche Regelung wird auch als Bohrautomatik bezeichnet. Dadurch wird die Vorschubgeschwindigkeit automatisch reduziert, wenn der Untergrund härter wird, und automatisch erhöht, wenn das Erdreich weicher wird.

[0045] Der wiederholte Ablauf der Schritte S22 bis S24 führt dazu, dass bei zunehmender Vorschubgeschwindigkeit auch die Spülleistung, d. h. der Volumenstrom der Spülflüssigkeit 46, zunimmt. Ausgehend von der Einstellung der Spülflüssigkeitsmenge durch eine Bedienperson erfolgt bei einer Erhöhung der Geschwindigkeit eine gleichzeitige Erhöhung der Spülleistung vorzugsweise um denselben Prozentsatz, d. h. wenn die Vorschubgeschwindigkeit um 20 % zunimmt, wird die Spülleistung ebenfalls um 20 % erhöht. Nimmt die Geschwindigkeit um 50 % ab, wird auch die Spülleistung um 50 % reduziert. Das Reduzieren der Spülleistung erfolgt vorzugsweise nur bis zu einem voreingestellten Mindestvolumenstrom. Kann der Volumenstrom der Spülflüssigkeit 46 aufgrund des Erreichens des durch die Pumpe 46 maximal erzeugten Volumenstroms nicht weiter erhöht werden, so wird die Vorschubgeschwindigkeit nicht weiter erhöht.

[0046] Durch das Vorsehen eines Mindestvolumenstroms wird sichergestellt, dass selbst dann Spülflüssigkeit 42 am Bohr- und/oder Aufweitkopf 20, 24 austritt, wenn das Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug 20, 24 insbesondere an Fels nur mit sehr geringer Geschwindigkeit gedreht werden kann oder ein Stillstand des Bohr- und/oder Aufweitwerkzeugs 20, 24 auftritt. Die Vorschubgeschwindigkeit des Gestänges 14 kann insbesondere mit einem Wegsensor oder anhand der zum Vorschub des Gestänges 14 eingesetzten Menge an Hydraulikflüssigkeit ermittelt werden, wenn es sich bei der Antriebseinheit 56 zum Vorschub des Gestänges um einen Hydraulikantrieb handelt. Der Spülflüssigkeitsbehäl-

ter 40 hat insbesondere ein Fassungsvermögen im Bereich von 1 bis 5 m³. Wird mehr Spülflüssigkeit 46 benötigt, können auch mehrere Spülflüssigkeitsbehälter 40 vorgesehen sein, die vorzugsweise miteinander verbunden sind oder die umschaltbar mit der Pumpe 42 über den Schlauch 48 verbunden werden können.

[0047] Der Füllstandssensor 44 kann so ausgebildet sein, dass er eine Information über die aktuelle Füllhöhe der Spülflüssigkeit 46 im Spülflüssigkeitsbehälter 40 angibt, wobei die Steuereinheit 50 dann mit Hilfe eines voreingestellten Grenzwerts überprüft, ob dieser erreicht oder unterschritten ist. Bei anderen Ausführungsformen kann der Sensor lediglich ein Signal beim Unterschreiten eines voreingestellten Grenzwerts an die Steuereinheit 50 übertragen, so dass die Steuereinheit über das Unterschreiten des voreingestellten Grenzwerts informiert wird. Bei Unterschreiten des voreingestellten Grenzwerts werden die erste Antriebseinheit 52 und die zweite Antriebseinheit 56 gestoppt, bis wieder ausreichend Spülflüssigkeit 46 im Behälter ist oder ein weiterer Spülflüssigkeitsbehälter 40 mit der Pumpe 42 verbunden worden ist.

[0048] Beim Unterschreiten des unteren Grenzwerts des Füllstands im Spülflüssigkeitsbehälter 40 wird vorzugsweise eine Information über eine Bedieneinheit der Bohreinheit an eine Bedienperson ausgegeben.

[0049] Abhängig von dem Bohrgerät 12 werden Gestängeabschnitte von 3 m oder 4,5 m Länge eingesetzt. Bei Großbohranlagen können auch Gestängeabschnitte bis zu 10 m eingesetzt werden. Zum Gestängewechsel stoppt die Bedienperson die erste Antriebseinheit 52 und die zweite Antriebseinheit 56 und stoppt dann die Pumpe 42. Bei anderen Ausführungsformen kann ein automatischer Stopp der ersten Antriebseinheit und der zweiten Antriebseinheit 52, 56 beim Erreichen eines zum Antrieb des Gestänges 14 dienenden Antriebsschlittens des Bohrgeräts 12 und die anschließende Abschaltung der Pumpe 42. Während des Gestängewechsels wird die Pumpe 42 nicht aktiviert, d. h. es erfolgt keine Förderung von Spülflüssigkeit 46. Nach dem Gestängewechsel wird die Pumpe 42 durch die Steuereinheit 50 derart angesteuert, dass sie mit 100 % ihrer Förderleistung betrieben wird. Dies wird solange beibehalten, bis das Gestänge 14 wieder mit Spülflüssigkeit 46 gefüllt ist und ein voreingestellter Mindestspüldruck erreicht worden ist. Der Mindestspüldruck kann fest voreingestellt sein oder ist über eine Bedieneinheit des Bohrgeräts 12, insbesondere durch eine Bedieneingabe einer Bedienperson, änderbar. Der Mindestspüldruck kann bei einer Pilotbohrung nach den Figuren 1A und 1B auf 20 bar voreingestellt sein und für eine Aufweitung einer bereits vorhandenen Erdbohrung nach den Figuren 1C und 1D vorzugsweise bei 10 bar liegen. Somit ist der voreingestellte Mindestspüldruck bei Pilotbohrungen höher als bei Aufweitungen.

[0050] Nachdem der Mindestspüldruck erreicht worden ist, wird die erste Antriebseinheit 52 aktiviert und das Gestänge 14 wird gedreht. Sobald die Drehzahl der ers-

ten Antriebseinheit 52 den Drehzahlwert des Gestänges 14 vor dem Gestängewechsel erreicht hat, wird die zweite Antriebseinheit 56 aktiviert und die Vorschubgeschwindigkeit vorzugsweise auf den Vorschubgeschwindigkeitswert vor dem Gestängewechsel eingestellt. Anschließend wird die Bohrautomatik aktiviert, so dass insbesondere eine drehmomentabhängige Einstellung der Vorschubgeschwindigkeit erfolgt.

[0051] Bei anderen Ausführungsformen kann die Steuereinheit 50 vor dem Start des Bohrvorgangs die zum Durchführen der Bohrung und/oder Aufweitung erforderliche Menge an Spülflüssigkeit berechnen. Hierbei dient die Steuereinheit 50 als Bordcomputer der Bohrvorrichtung 12.

[0052] Das korrekte erforderliche Spülvolumen ergibt sich aus dem Volumen der zu erzeugenden Erdbohrung bzw. aus dem Volumen des beim Erzeugen der Erdbohrung oder Aufweiten der Erdbohrung abzubauenden Erdreichs 18 und einem Spülfaktor. Der Spülfaktor wird auch als Mudfaktor bezeichnet. Im Folgenden wird die Berechnung einer für eine konkrete Erdbohrung benötigte Gesamtmenge an Spülflüssigkeit 46 erläutert. Es soll ein Bohrkanal 15 mit einer Länge von 120 m und einem Durchmesser von 260 mm im Horizontalbohrverfahren hergestellt werden. Das Volumen des zu erzeugenden Bohrkanals 15 berechnet sich wie folgt:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot l,$$

wobei V das Volumen des Bohrkanals 15 ist, d der Durchmesser des Bohrkanals 15 und l die Länge des Bohrkanals 15. Für den 120 m langen Bohrkanal 15 mit einem Durchmesser von 260 mm ergibt sich ein Gesamtvolumen von 6.371 l. Dieses Ergebnis kann beispielsweise auf den nächsten 100 l aufgerundet werden. Das Volumen V wird dann mit einem Spülfaktor multipliziert. Es wurde erkannt, dass der Spülfaktor von den Untergrundverhältnissen, d. h. vom Erdreich 18, abhängig ist. Für Kies hat sich ein Spülfaktor von 3 als günstig erwiesen. Bei speziellen Kiesarten haben sich auch Spülfaktoren von 4 oder 5 als günstig erwiesen. Bei Sand hat sich ein Spülfaktor von 4 als günstig erwiesen, bei Lehm von 5. Bei speziellen Lehmarten waren auch schon Spülfaktoren von 1 bis 2 ausreichend. Bei Ton hat sich ein Spülfaktor von 6 als günstig erwiesen. Bei sandigem Erdreich 18 mit einem Spülfaktor von 4 ergibt sich bei dem aufgerundeten Volumen des Bohrkanals 28 von 6.400 l und einem Spülfaktor von 4 ein Gesamtbedarf an Spülflüssigkeit 46 von 25.600 l. Es ist vorteilhaft, die Spülflüssigkeit 46 bereits vor Beginn der Bohrung als Gesamtmenge bereitzustellen. Es sind jedoch auch Mischanlagen bekannt, bei denen die Spülflüssigkeit 46 kontinuierlich durch Zuführen von Wasser und Spülflüssigkeitszusätzen, wie Betonit oder Polymere, erzeugt werden. Zum Aufbereiten der Spülflüssigkeit 46 sind verschiedene Mischstationen be-

kannt. Es ist auch möglich, die Spülflüssigkeit nach Gebrauch zu recyceln. Insbesondere kann ein Absetzbehälter vorgesehen sein, in dem sich der Bohrschlamm absetzt und die oben befindliche Spülflüssigkeit der Bohrvorrichtung wieder zugeführt wird.

[0053] Das Erzeugen einer HDD-Bohrung mit einem Durchmesser von 260 mm erfolgt üblicherweise in mehreren Schritten. Beispielsweise wird eine Pilotbohrung mit einem Durchmesser von 100 mm erzeugt, wie dies in den Figuren 1A und 1B gezeigt ist. Anschließend erfolgt eine Zwischenaufweitung auf den Durchmesser 200 mm. Nachfolgend erfolgt eine Aufweitung mit gleichzeitigem Rohreinzug auf den Durchmesser von 260 mm, wie dies in den Figuren 1C und 1D gezeigt ist. Vorzugsweise berechnet die Steuereinheit 50 für die Pilotbohrung, die Zwischenaufweitung und die Endaufweitung jeweils das konkrete erforderliche Volumen der einzusetzenden Spülflüssigkeit 46. Hierzu wird das Volumen des Bohrkanals 15 der Pilotbohrung nach oben angegebener Formel berechnet, wodurch sich ein Volumen von 942 l ergibt. Dieses Volumen kann beispielsweise auf 950 l aufgerundet werden. Das erforderliche Spülvolumen an Spülflüssigkeit 46 beträgt bei sandigem Boden 3.800 l.

[0054] Zur Berechnung der für die Zwischenaufweitung erforderlichen Spülflüssigkeitsmenge, d. h. dem Spülvolumen, wird zuerst das hinzukommende Volumen durch die Zwischenaufweitung ausgehend von der Pilotbohrung nach folgender Formel berechnet:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot (d_{\text{zwischen}}^2 - d_{\text{pilot}}^2) \cdot l,$$

wobei d_{pilot} der Durchmesser der Pilotbohrung ist und d_{zwischen} der Durchmesser der Zwischenaufweitung ist.

[0055] Ausgehend von der Pilotbohrung ergibt sich somit ein Vergrößerungsvolumen von 2.827 l. Bei einer Aufroundung auf 2.850 l ergibt sich ein Spülvolumen bei sandigem Boden von 11.400 l. Das zusätzliche Volumen der Endaufweitung errechnet sich wie folgt:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot (d_{\text{end}}^2 - d_{\text{zwischen}}^2) \cdot l,$$

wobei d_{end} der Durchmesser der Endaufweitung ist. Für das vorliegende Ausführungsbeispiel mit einem Durchmesser der Zwischenaufweitung von 200 mm und einem Durchmesser der Endaufweitung von 260 mm ergibt sich ein zusätzliches Volumen der Endaufweitung von 2.601 l. Bei einer Rundung auf 2.600 l und einem Spülfaktor 4 bei sandigen Böden ergibt sich ein Gesamtspülvolumen für die Endaufweitung von 10.400 l.

[0056] Damit die Steuereinheit 50 für jeden Bohrvorgang (Pilotbohrung, Zwischenaufweitung, Endaufweitung) das erforderliche Spülvolumen, d. h. die erforderliche Menge Spülflüssigkeit, ermitteln kann, muss eine Bedienperson über eine Bedienoberfläche des Bohrge-

räts 12 den Durchmesser des bereits vorhandenen Bohrkanals 15 (bei Pilotbohrung ist $d = 0$), den Durchmesser des im nächsten Schritt zu bohrenden Bohrkanals 15 und/oder den Enddurchmesser des zu erzeugenden Bohrkanals, die Länge des zu erzeugenden Bohrkanals 15 und den Spülfaktor bzw. die Art des Untergrunds eingeben. Zur Vereinfachung der weiteren Betrachtung wird angenommen, dass zum Herstellen der Pilotbohrung ein Spülvolumen von 12.000 l ermittelt wird. Die Steuereinheit 50 berechnet dann das konkret erforderliche Spülvolumen pro Meter Bohrkanal 15 bzw. pro Meter Vortrieb. Hierzu wird das ermittelte Spülvolumen durch die Länge des Bohrkanals 15 geteilt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel mit einer Länge des Bohrkanals 15 von 120 m ergibt sich somit:

$$\frac{12000 \text{ l}}{120 \text{ m}} = 100 \frac{\text{l}}{\text{m}}.$$

[0057] Wird von einer konstanten Vorschubgeschwindigkeit von 2 m/min ausgegangen, so kann die erforderliche Menge an Spülflüssigkeit wie folgt berechnet werden:

$$100 \frac{\text{l}}{\text{m}} \cdot 2 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 200 \frac{\text{l}}{\text{min}}.$$

[0058] Die Steuereinheit 50 steuert die Pumpe 42 so an, dass diese bei einer Vorschubgeschwindigkeit von 2 m/min ein Volumenstrom der Spülflüssigkeit 46 von 200 l/min erzeugt.

[0059] Die Steuereinheit 50 berechnet fortlaufend bei sich ändernder Vorschubgeschwindigkeit den von der Pumpe 42 zu erzeugenden Volumenstrom der Spülflüssigkeit 46. Die Steuereinheit 50 kann dabei als Regler dienen, der die Pumpe 42 als Stellglied derart ansteuert, dass dem Gestänge 14 und somit dem Bohr- und/oder Aufweitkopf 20, 24 die ermittelte Menge Spülflüssigkeit 46 pro Meter zugeführt wird.

[0060] Hat die Pumpe 42 ihre maximale Förderleistung erreicht, steuert die Steuereinheit 50 die zweite Antriebseinheit 56 derart an, dass diese die Vorschubgeschwindigkeit nicht weiter erhöht.

[0061] Verringert sich die Geschwindigkeit unter einen voreingestellten Wert, so wird die Pumpe 42 von der Steuereinheit 50 derart angesteuert, dass diese eine voreingestellte Mindestmenge bzw. einen voreingestellten Mindestvolumenstrom in das Gestänge 14 fördert. Ändert sich die Zusammensetzung des Erdreichs 18 bzw. der Untergrund, kann eine Bedienperson den Spülfaktor vorzugsweise über eine Bedieneinheit der Bohrvorrichtung 12 ändern, vorzugsweise in Schritten von 0,1.

[0062] Allgemein hat die Spülflüssigkeit folgende Aufgaben:

1. Das abgebaute Erdreich 18 wird aus dem Bohrkana1 15 ausge1ragen.

2. Der Bohrkana1 15 wird durch Bildung einer aus den Sp1lfl1ssigkeitszus1tzen der Sp1lfl1ssigkeit 46 gebildeten Wandung stabilisiert. Eine solche Wandung wird auch als Filterkuchenwandung bezeichnet.

3. Die Mantelreibung zwischen einem einzuziehenden Rohr und dem Erdreich 18 wird auf etwa 10 % der Trockenreibung zwischen Rohr und Erdreich 18 verringert.

[0063] Die Sp1lfl1ssigkeit 46 besteht 1blicherweise aus Wasser und Betonit. Statt Betonit oder zus1tzlich k1nnen dem Wasser Polymere zugemischt werden. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Sp1lfl1ssigkeit 46 zum Erf1llen der oben genannten Aufgaben entsprechend den Untergrundverh1ltnissen angemischt wird.

[0064] Figur 4 zeigt ein Diagramm mit dem Verlauf der eingesetzten Menge an Sp1lfl1ssigkeit in Abh1ngigkeit der Vorschubgeschwindigkeit des Bohr- oder Aufweitwerkzeugs 20, 24 der Bohranlage 10 gem13 einer Ausf1hrungsform. Die Vorschubgeschwindigkeit ist hierbei auf der x-Achse und der Volumenstrom der Sp1lfl1ssigkeit auf der y-Achse angetragen. Bis zu einer Vorschubgeschwindigkeit v_1 wird mit Hilfe der Pumpe 42 ein Mindestvolumenstrom $\dot{V}_{\min}$ erzeugt. Nach Erreichen der Vorschubgeschwindigkeit v_1 und bei einer weiteren Erh1hung der Vorschubgeschwindigkeit v wird der Volumenstrom $\dot{V}$ linear erh1ht, bis die Pumpe 42 ihre maximale F1rderleistung erreicht hat. Im vorliegenden Ausf1hrungsbeispiel ist der mit Hilfe der Pumpe 42 maximal erzeugbare Volumenstrom $\dot{V}_{\max}$. Dies ist im vorliegenden Ausf1hrungsbeispiel bei einer Vorschubgeschwindigkeit v_2 der Fall.

Patentanspr1che

1. Vorrichtung zum Erzeugen oder Aufweiten einer Erdbohrung im Erdreich, mit einem Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug (20, 24), das 1ber ein Zug- und/oder Druckelement (14) mit einer Antriebseinheit (56) verbunden ist und durch diese mit einer Vorschubgeschwindigkeit (v) durch das Erdreich (18) zur Antriebseinheit (56) hin oder von der Antriebseinheit (56) weg bewegbar ist, mit einer Pumpe (42) zum F1rdern einer Sp1lfl1ssigkeit (46) zum Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug (20, 24), wobei die Sp1lfl1ssigkeit (46) am Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug (20, 24) austritt, mit einer Steuereinheit (50) zum Steuern zumindest der Pumpe (42), **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Steuereinheit (50) den durch die Pumpe (42) erzeugten Volumenstrom ($\dot{V}$) der Sp1lfl1ssigkeit 46 abh1ngig von der Vorschubgeschwindigkeit (v)

einstellt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zug- und/oder Druckelement ein aus mehreren rohrf1rmigen Gest1ngeabschnitten zusammengesetztes Bohrgest1nge (14) ist, und dass die Pumpe (42) die Sp1lfl1ssigkeit(46) durch das Bohrgest1nge (14) hindurch zum Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug f1rdert, wobei die Pumpe (42) vorzugsweise einen maximalen F1rderdruck im Bereich zwischen 50 bar und 150 bar, insbesondere 75 bar, erzeugt und vorzugsweise eine maximale F1rderleistung im Bereich von 50 bis 400 Liter pro Minute, vorzugsweise 95 oder 300 Liter pro Minute, hat.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Anspr1che, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (50) den von der Pumpe (42) erzeugten Volumenstrom ($\dot{V}$) direkt proportional, vorzugsweise linear, zur Vorschubgeschwindigkeit (v) 1ndert.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (50) die Pumpe (42) derart steuert, dass der Volumenstrom ($\dot{V}$) beim Betrieb der Vorrichtung (10, 12) einen voreingestellten Mindestvolumenstrom ($\dot{V}_{\min}$) nicht unterschreitet.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dass die Steuereinheit die Pumpe derart ansteuert, dass eine lineare Abh1ngigkeit des Volumenstroms ($\dot{V}$) im Bereich zwischen einem voreingestellten Mindestvolumenstrom und einem voreingestellten maximalen Volumenstrom von der Vorschubgeschwindigkeit (v) im Bereich vom Stillstand bis zu einer voreingestellten maximalen Vorschubgeschwindigkeit oder im Bereich zwischen einer voreingestellten unteren Vorschubgeschwindigkeit bis zu einer voreingestellten maximalen Vorschubgeschwindigkeit besteht, wobei vorzugsweise der voreingestellte Mindestvolumenstrom, der voreingestellte maximale Volumenstrom, die voreingestellte untere Vorschubgeschwindigkeit und die voreingestellte maximale Vorschubgeschwindigkeit insbesondere 1ber eine Bedieneinheit einstellbar und/oder 1nderbar sind.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Anspr1che 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (50) die Antriebseinheit (56) zum Antrieb des Bohr- und/oder Aufweitwerkzeugs (20, 24) steuert, wobei die Steuereinheit (50) die Antriebseinheit (56) derart steuert, dass die Vorschubgeschwindigkeit (v) des Bohrgest1nges (14) beim Erreichen des mit Hilfe der Pumpe (42) maximal erreichbaren Volumenstroms ($\dot{V}_{\max}$) der Sp1lfl1ssigkeit (46) nicht weiter erh1ht wird.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Sensor die Vorschubgeschwindigkeit des Bohrwerkzeugs (20) und/oder die Einzugsgeschwindigkeit des Aufweitwerkzeugs (24) als Vorschubgeschwindigkeit (v) ermittelt und eine Information über die Vorschubgeschwindigkeit (v) zur Steuereinheit (50) überträgt und/oder dass ein Sensor den mit Hilfe der Pumpe (42) erzeugten Volumenstrom der Spülflüssigkeit (46) ermittelt und eine Information über den Volumenstrom zur Steuereinheit (50) überträgt.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Spülflüssigkeitsbehälter (40) zum Bereitstellen der Spülflüssigkeit (46) vorgesehen ist, dass ein Sensor (44) den Füllstand der Spülflüssigkeit (46) im Spülflüssigkeitsbehälter (40) detektiert und eine Information über den Füllstand im Spülflüssigkeitsbehälter (40) zur Steuereinheit (50) überträgt, dass die Steuereinheit (50) beim Erreichen eines voreingestellten unteren Grenzwerts des Füllstandes den Antrieb zum Vorschub des Zug- und/oder Druckelements (14) beim Erreichen oder Unterschreiten des unteren Grenzwerts stoppt.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spülflüssigkeit (46) Wasser und Betonit und/oder ein Polymer enthält.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Sensor den Druck der Spülflüssigkeit zwischen der Pumpe (42) und dem Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug (20, 24) ermittelt und eine dem Druck entsprechende Information zur Steuereinheit (50) überträgt, dass die Steuereinheit (50) die Pumpe (42) derart steuert, dass die Pumpe (42) bis zum Erreichen eines voreingestellten Mindestdrucks der Spülflüssigkeit (46) mit ihre maximale Förderleistung betrieben wird.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (50) die Pumpe (42) nach dem Erreichen des Mindestdrucks derart ansteuert, dass der Volumenstrom ($\dot{V}$) der Spülflüssigkeit (46) auf einen voreingestellten Mindestvolumenstrom reduziert wird, wenn kein Vorschub des Bohr- und/oder Aufweitwerkzeugs (20, 24) erfolgt.
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Sensor den Druck der Spülflüssigkeit (46) zwischen der Pumpe (42) und dem Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug (20, 24) ermittelt und eine dem Druck entsprechende Information zur Steuereinheit (50) überträgt, dass die Steuereinheit (50) die Antriebseinheit (52) zum Vorschub des Bohr- und/oder Aufweitwerkzeugs (20, 24) erst nach dem Erreichen des Mindestdrucks aktiviert.
13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (50) die Vorrichtung (10, 12) in einer ersten Betriebsart derart steuert, dass der Volumenstrom ($\dot{V}$) der Spülflüssigkeit (46) unabhängig von der Vorschubgeschwindigkeit (v) einstellbar ist, und dass die Steuereinheit (50) die Vorrichtung (10, 12) in einer zweiten Betriebsart derart steuert, dass der Volumenstrom ($\dot{V}$) der Spülflüssigkeit (46) proportional zur Vorschubgeschwindigkeit geändert (v) wird, wobei vorzugsweise eine Umschaltung während des Betriebs der Vorrichtung (10, 12) zwischen der ersten und der zweiten Betriebsart erfolgt.
14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (50) die für eine Erdbohrung oder für eine Aufweitung einer Erdbohrung erforderliche Menge Spülflüssigkeit (46) pro Streckenabschnitt ausgehend von mindestens einem Parameter der zu erzeugenden Bohrung oder Aufweitung ermittelt und dass die Steuereinheit (50) die Pumpe (42) derart ansteuert, dass der Volumenstrom ($\dot{V}$) der Spülflüssigkeit (46) in Abhängigkeit der Vorschubgeschwindigkeit (v) so eingestellt wird, dass die ermittelte Menge Spülflüssigkeit pro Streckenabschnitt am Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug (20, 24) austritt.
15. Verfahren zur Steuerung einer Vorrichtung zum Erzeugen oder Aufweiten einer Erdbohrung im Erdreich, bei dem ein mit einem Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug (20, 24) verbundenes Zug- und/oder Druckelement (14) mit Hilfe einer Antriebseinheit (52) mit einer Vorschubgeschwindigkeit (v) in Richtung seiner Längsachse von der Antriebseinheit (52) weg oder zur Antriebseinheit (52) hin bewegt wird, bei dem eine Spülflüssigkeit (46) zum Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug (20, 24) gefördert wird, die am Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug (20, 24) austritt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Volumenstrom ($\dot{V}$) der am Bohr- und/oder Aufweitwerkzeug (20, 24) austretenden Spülflüssigkeit (46) abhängig von der Vorschubgeschwindigkeit (v) eingestellt wird.

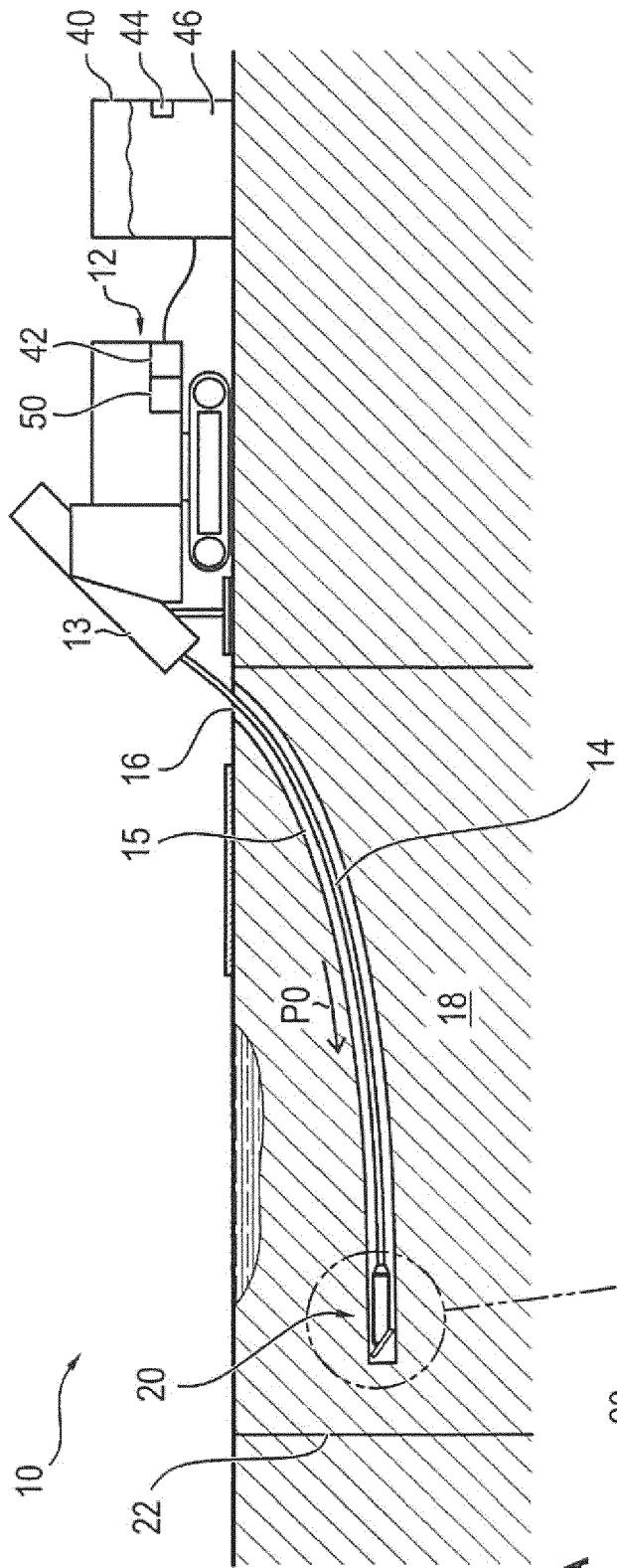


FIG. 1A

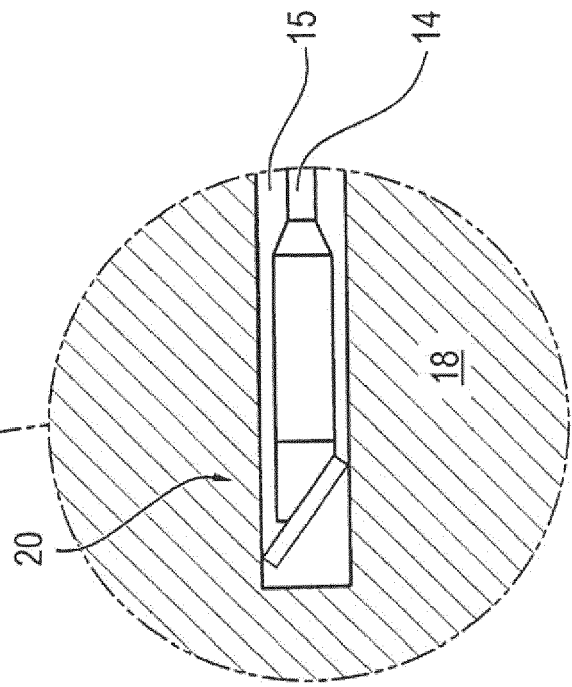


FIG. 1B

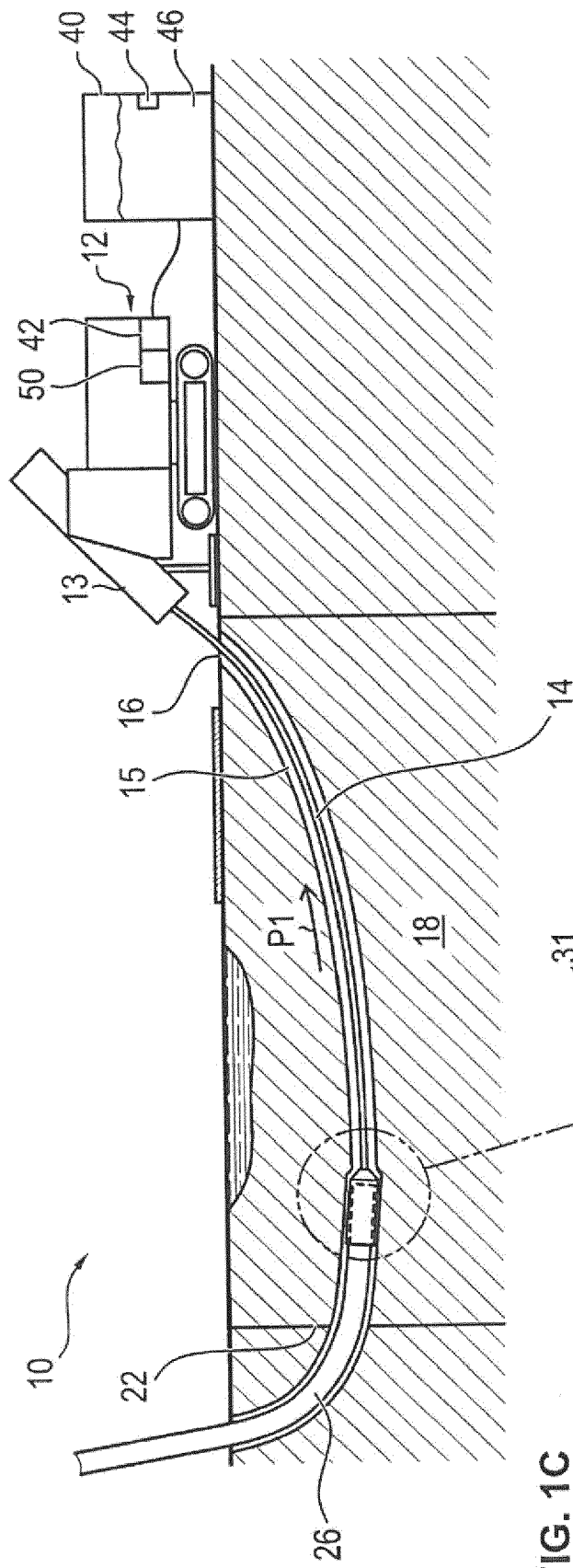


FIG. 1C

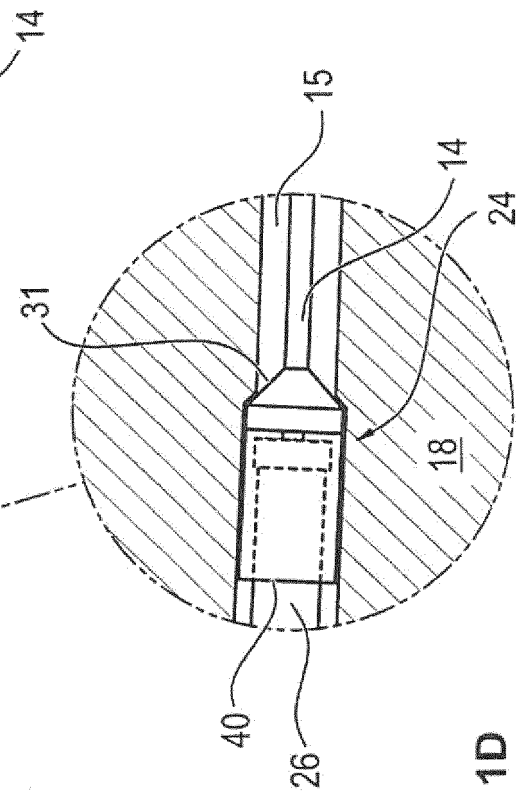


FIG. 1D

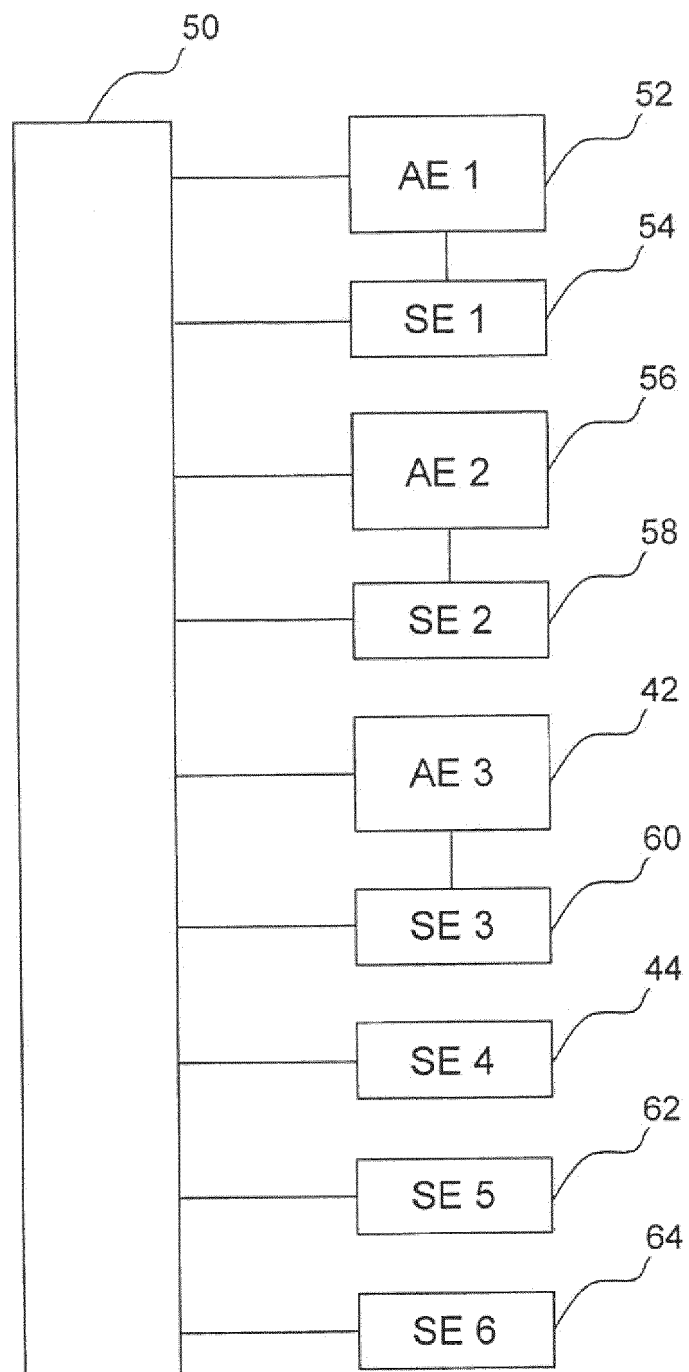


Fig. 2

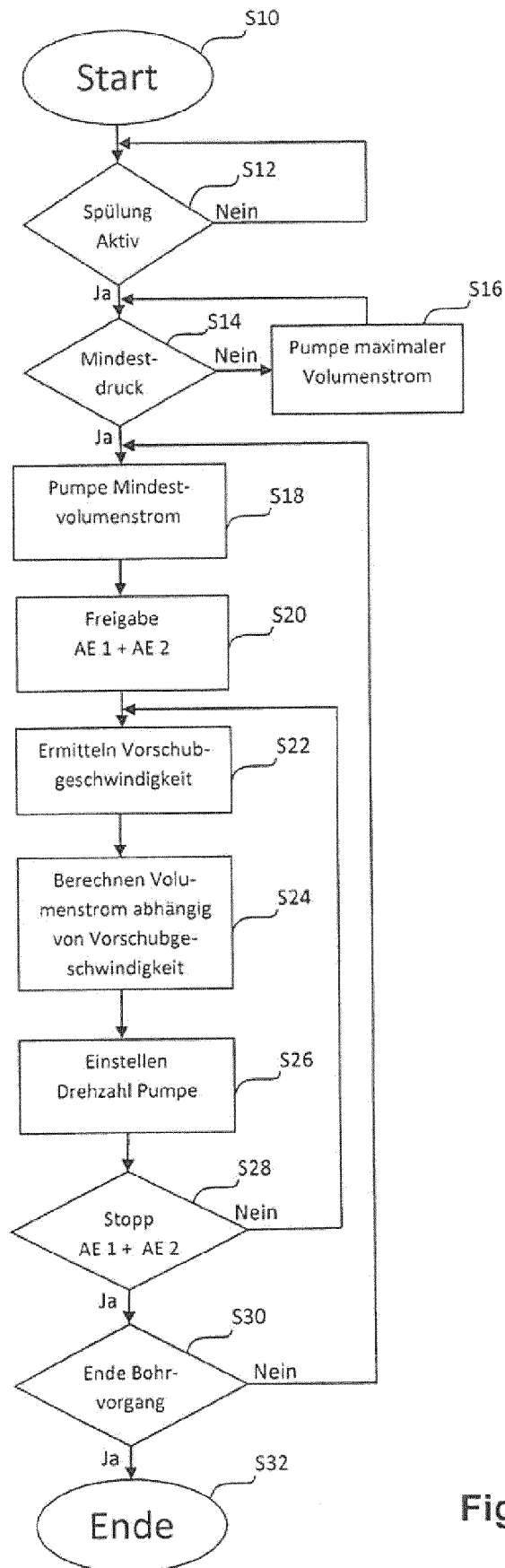


Fig. 3

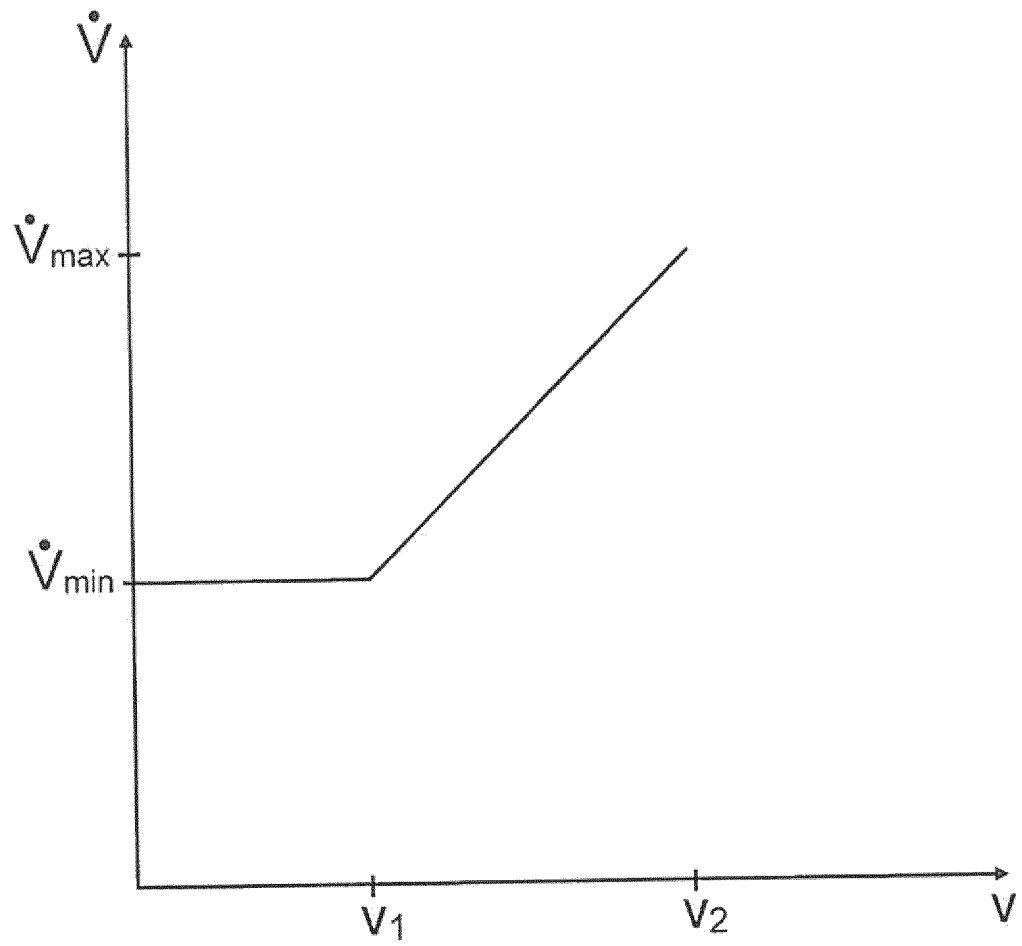


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 15 7706

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 6 315 062 B1 (ALFT KEVIN L [US] ET AL) 13. November 2001 (2001-11-13) * Spalte 48, Zeile 42 - Spalte 52, Zeile 65 * * Abbildungen 1,17,18 *	1-15	INV. E21B7/28 E21B21/08 E21B7/04 E21B44/00
X	US 2004/028476 A1 (PAYNE DAVID R [US] ET AL) 12. Februar 2004 (2004-02-12) * Absätze [0072] - [0079] * * Abbildungen 9,10 *	1-3,7, 10,12, 14,15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E21B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 19. Juni 2019	Prüfer Schouten, Adri
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 15 7706

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-06-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	US 6315062	B1	13-11-2001	US 6315062	B1	13-11-2001
				US 2002005297	A1	17-01-2002
				US 2003111268	A1	19-06-2003
				US 2004190374	A1	30-09-2004
				US 2005173153	A1	11-08-2005
				US 2007240903	A1	18-10-2007
20	US 2004028476	A1	12-02-2004	AU 3644901	A	24-07-2001
				EP 1252413	A2	30-10-2002
				US 2004028476	A1	12-02-2004
				WO 0151760	A2	19-07-2001
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- DE 10115233 A1 [0002] [0026]
- DE 102015107194 A1 [0003]
- DE 102010004287 A1 [0003]
- US 6189628 B1 [0003]
- DE 19901001 A1 [0004]