

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 792 995 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**03.09.1997 Patentblatt 1997/36**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **E21B 7/06**

(21) Anmeldenummer: **97101672.0**

(22) Anmeldetag: **04.02.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH FR GB LI**

(30) Priorität: **27.02.1996 DE 19607365**

(71) Anmelder: **Tracto-Technik Paul Schmidt  
Spezialmaschinen  
57368 Lennestadt (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Püttmann, Franz-Josef  
57368 Lennestadt (DE)**  
• **Hesse, Alfons  
57368 Lennestadt (DE)**

(74) Vertreter: **König, Reimar, Dr.-Ing. et al  
Patentanwälte Dr.-Ing. Reimar König  
Dipl.-Ing. Klaus Bergen,  
Wilhelm-Tell-Strasse 14  
40219 Düsseldorf (DE)**

### (54) Verfahren zum Lenken eines Erdbohrgeräts

(57) Verfahren zum Lenken eines Geräts zum Herstellen von Erdbohrungen, insbesondere eines im Boden drehend und schiebend sowie gegebenenfalls schlagend angetriebenen Bohrgestänges (7) mit einem Bohrkopf (8,32), bei dem mindestens ein richtungsändernder Impuls stets dann auf den sich drehenden

Bohrkopf zur Wirkung gebracht wird, bzw. auf den Bohrkopf wirkende Impulse stets dann unterbrochen werden, wenn die Winkellage des Bohrkopfes bezüglich seiner Achse der Lage entspricht, in der die Richtungsänderung erfolgen soll.

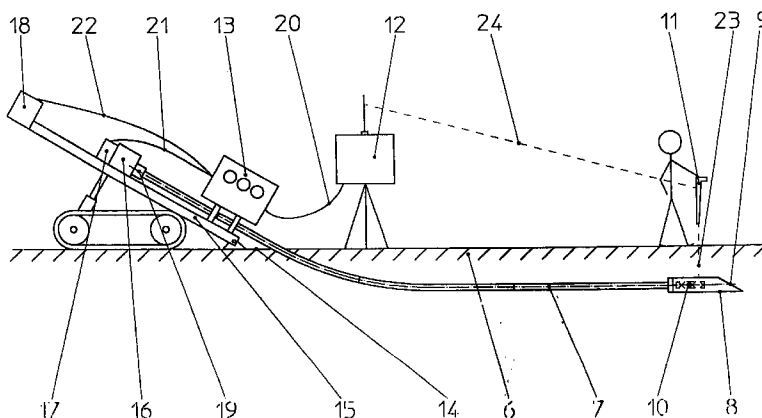


Fig. 2

**EP 0 792 995 A1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Lenken eines Erdbohrgeräts, insbesondere eines im Erdreich drehend und schiebend sowie gegebenenfalls schlagend bewegten Bohrgestänges mit einem Bohrkopf.

Bei einem bekannten Verfahren zum Lenken eines Bohrgeräts weist der Bohrkopf eine Schrägfläche auf, die ein Ablenken des Geräts bewirkt, wenn die Drehung des Bohrkopfes unterbrochen wird.

Um die Lage des Bohrkopfes im Erdreich orten zu können, ist im Bohrkopf ein beispielsweise über Batterien mit Energie versorgter Sender angeordnet, der mit Meßeinrichtungen versehen ist, die es ermöglichen zu messen, in welcher Tiefe sich der Bohrkopf befindet, wo er sich im Erdreich befindet, wie die Neigung des Bohrkopfes und wie die Verrollung des Bohrkopfes bezüglich seiner Achse, d.h. die Winkellage der Schrägfläche bezüglich der Längsachse ist. Zusätzlich kann auch noch die Temperatur des Bohrkopfes festgestellt werden.

Die gemessenen Daten werden von dem im Bohrkopf angeordneten Sender zu einem Empfänger an der Erdoberfläche übertragen und dort angezeigt. Von dort werden die Daten drahtlos zur Bedienungsperson an einer Dreh- und Vorschubeinheit gesendet und dort ebenfalls angezeigt. Anhand dieser Daten läßt sich ein Lenkmanöver auslösen, indem beispielsweise die Drehung des Bohrgestänges in einer bestimmten Winkellage der Schrägfläche unterbrochen wird, die der Lage entspricht, in der die Richtungsänderung erfolgen soll. In dieser Lage wird dann das Bohrgestänge mit dem Bohrkopf nur noch translatorisch bewegt (geschoben oder geschlagen), so daß durch die Schrägfläche eine Seitenkraft erzeugt wird, die eine Lenkbewegung bewirkt.

In Fig. 1 ist dargestellt, wie ein Lenkmanöver in herkömmlicher Weise abläuft, wenn z.B. das Bohrgestänge entlang einer Straßenbiegung mit beispielsweise 60 m Kurvenradius geführt werden soll. Eine gerade verlaufende Bohrung 1 soll von einem Punkt 2 ab, mit einem vorgegebenen Kurvenradius weitergeführt werden. In der Position 2 wird aufgrund eines Steuersignals die Drehung des Bohrgestänges unterbrochen, so daß der Bohrkopf während einer Strecke 3 in die gewünschte Richtung abgelenkt wird, jedoch entspricht diese Ablenkung der maximal möglichen Ablenkung durch die Schrägfläche am Bohrkopf, so daß in einer Position 4 durch ein Steuersignal die Drehung des Bohrgestänges wieder aufgenommen werden muß, so daß nunmehr wieder eine Strecke 1 mit einer gerade verlaufenden Bohrung durchlaufen wird. Durch ein Drehen des Bohrgestänges bzw. des Bohrkopfes wird nämlich die Wirkung der Schrägfläche am Bohrkopf neutralisiert. Aus diesem Grunde ist es nach einem gewissen Weg erneut erforderlich, das Drehen des Bohrgestänges zu unterbrechen und wieder eine Ablenkung des Bohrgestänges einzuleiten.

Infolge dieses phasenweisen Stillsetzens des Bohr-

gestänges ergibt sich ein zickzackförmiger Verlauf der Bohrung, der das Bohrgestänge stark beansprucht, da es der Zickzacklinie folgen muß. Hinzu kommt, daß sich der Bohrkopf bei längeren Lenkbewegungen, während derer das Bohrgestänge nicht gedreht wird, im Erdreich festfressen kann, so daß sich das Gestänge bei Beendigung der Lenkbewegung nur noch unter erhöhtem Drehmoment wieder in Drehung versetzen läßt, wodurch sehr große Spitzenbelastungen auf das Bohrgestänge kommen.

Hieran ändert sich auch nichts, wenn auf das Bohrgestänge zusätzlich zum statischen Schub, der mittels einer Dreh- und Vorschubeinheit aufgebracht wird, noch dynamische Schläge von einem Schlagwerk aufgebracht werden, das beispielsweise über das Bohrgestänge auf den Bohrkopf wirkt, oder direkt am Bohrkopf angeordnet ist, so daß ein Vorschub mit Lenkbewegungen auch in harten, dichten Böden möglich ist.

Um den Bodenabbau am Bohrkopf zu verbessern, ist es des weiteren bekannt, dem Bohrkopf über das Bohrgestänge, das in diesem Fall rohrförmig ist, eine Flüssigkeit, insbesondere eine Bentonitsuspension zuzuführen. Diese Flüssigkeit tritt aus Düsen am Bohrkopf aus und dient in Gestalt eines Schneidstrahles zum Lösen des Erdreichs und/oder auch nur zum besseren Abfordern des abgebauten Erdreichs sowie zum Kühlen des Bohrkopfes und der Ortungs- und Sendeeinrichtung.

Statt die Sendermeßdaten drahtlos zu einem Empfänger an der Erdoberfläche zu übertragen und von dort zur Bedienungsperson an der Dreh- und Vorschubeinheit weiterzuleiten, ist es auch bekannt, die Meßdaten vom Meßsystem im Bohrkopf, der auch die Energieversorgung des Meßsystems enthalten kann, über ein durch das Bohrgestänge laufendes Kabel zur Dreh- und Vorschubeinheit zu übertragen und dort anzuzeigen. Diese Übertragungstechnik mittels eines Kabels wird insbesondere dann eingesetzt, wenn die Erdoberfläche im Bereich der Bohrtrasse nicht begehbar ist.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Lenken eines im Boden drehend und schiebend sowie gegebenenfalls schlagend angetriebenen Geräts zu schaffen, mit denen sich die Nachteile des bekannten Lenkverfahrens vermeiden lassen und die ein kontinuierliches Lenken erlauben.

Die Lösung dieses Problems basiert auf dem Gedanken, den Lenkvortrieb beispielsweise eines Schrägflächenkopfes nicht, wie bei den bekannten Verfahren eine bestimmte Zeitspanne andauern zu lassen, sondern auf kleine Lenkschritte bzw. Lenkimpulse zu verkürzen. Auf diese Weise ist eine Lenkbewegung bei rotierendem Lenkkopf, beispielsweise einem Schrägflächenkopf möglich.

Erfindungsgemäß können ein oder mehrere richtungsändernde Lenkimpulse stets dann auf einen sich drehenden Bohrkopf zur Wirkung gebracht werden, wenn die Winkellage des Bohrkopfes bezüglich seiner Achse der Lage entspricht, in der die Richtungsände-

rung erfolgen soll. Als Lenkimpulse eignen sich Schlag- oder Schubimpulse oder Flüssigkeitsimpulse, wenn am Bohrkopf Lenkdüsen angeordnet sind, wobei ein oder mehrere Flüssigkeitsimpulse stets dann zur Wirkung gebracht werden, wenn die Wirkrichtung der Düsen der Lage entspricht, in der die Richtungsänderung erfolgen soll.

Als Lenkimpulse eignen sich auch Schlagimpulse, wenn am Bohrkopf Lenkelemente angeordnet sind, wobei ein oder mehrere Schlagimpulse stets dann auf die Lenkelemente zur Wirkung gebracht werden, wenn die Winkellage der Lenkelemente der Lage entspricht in der Richtungsänderung erfolgen soll.

Umgekehrt ist es auch möglich, bei einem drehend, schiebend und schlagend angetriebenen Bohrgestänge mit einem Lenkelemente aufweisenden Bohrkopf, dessen Lage von außen überwacht wird, eine Richtungsänderung dadurch zu bewirken, daß die auf den Bohrkopf wirkenden Schlagimpulse stets dann unterbrochen werden, wenn die Winkellage des Bohrkopfes bezüglich seiner Achse der Lage entspricht, in der die Richtungsänderung erfolgen soll.

Ein Lenken läßt sich auch mittels Flüssigkeitsimpulsen durchführen, wenn ein im Boden drehend, schiebend und gegebenenfalls schlagend angetriebenes Bohrgestänge mit einem Bohrkopf und daran angeordneten Flüssigkeitsdüsen so angesteuert wird, daß bei Bedarf die aus den Flüssigkeitsdüsen austretenden Flüssigkeitsstrahlen stets dann bereichsweise unterbrochen werden, wenn die Winkellage des Bohrkopfes bezüglich seiner Achse der Lage entspricht, in der die Richtungsänderung erfolgen soll.

Die einzelnen Möglichkeiten des erfindungsgemäßen Verfahrens haben gemeinsam, daß die Drehung des Bohrgestänges für einen Lenkvorgang nicht mehr unterbrochen werden muß, so daß der Schub durch die Dreh- und Vorschubeinheit bzw. die Schläge einer gegebenenfalls vorhandenen Schlagvorrichtung besser zur Wirkung kommen und keine Haftreibung auftreten kann. Des weiteren kann sich der Bohrkopf in der Bohrung auch nicht mehr festsetzen.

Der Lenkvorgang wird wesentlich vereinfacht, da ohne die Drehung des Bohrgestänges oder des Bohrkopfes zu unterbrechen, ein kontinuierliches Lenken möglich ist, ohne in Lenkphasen arbeiten zu müssen. Hierdurch ist der Bohrungsverlauf auch in Kurven kontinuierlich, da bei dem erfindungsgemäßen Verfahren, falls der Lenkvorgang mittels einer Schlagvorrichtung bewirkt wird, nur wenige Millimeter bei jedem Schlagzyklus geschoben werden, während bei dem bekannten Lenkverfahren stets mehrere Zentimeter ohne Drehung des Bohrkopfes vorgeschoben werden müssen.

Des weiteren wird die Bohrleistung erhöht, da die Rotation des Gerätes bzw. des Bohrkopfes beim Lenken nicht unterbrochen zu werden braucht.

Eine Vorrichtung zum Lenken eines im Erdreich mittels einer Dreh- und Vorschubeinheit drehend und schiebend sowie gegebenenfalls auch schlagend vorgetriebenen Gerätes kann erfindungsgemäß ein Lenk-

element am Bohrkopf, eine Schlagvorrichtung am Bohrkopf oder an der Dreh- und Vorschubeinheit, Steuerelemente für die Schlagvorrichtung aufweisen, um stets dann einen Lenkimpuls auf das Lenkelement auszuüben, oder wenn das Bohrgestänge auch schlagend angetrieben ist, die Schlagimpulse zu unterbrechen, wenn die Winkellage des Lenkelementes der Lage entspricht, in der die Richtungsänderung erfolgen soll. Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es sowohl möglich, die Schlagvorrichtung direkt auf den Bohrkopf oder indirekt über ein Bohrgestänge auf den Bohrkopf wirken zu lassen.

Das Lenkelement am Bohrkopf kann aus einer Schrägfläche oder aus einem durch Schlagwirkung seitlich aus dem Bohrkopf austretendes Lenkelement bestehen. Die Schlagvorrichtung kann direkt oder indirekt über ein Bohrgestänge auf das Lenkelement wirken, das senkrecht zur Bohrachse gerichtete Wirkkräfte hervorrufen sollte, um den Bohrkopf in eine Kurvenbahn abzulenken.

Bei Verwendung einer direkt auf den Bohrkopf oder das Lenkelement im Bohrkopf wirkenden Schlagvorrichtung kann diese aus einem pneumatisch oder hydraulisch angetriebenen Rammbohrgerät bestehen.

Bei Verwendung einer indirekt über das Bohrgestänge auf den Bohrkopf oder das Lenkelement im Bohrkopf wirkenden Schlagvorrichtung kann diese in die Dreh- und Vorschubeinheit integriert sein. Die Baugröße des Schlaggerätes ist dann ohne Bedeutung, was bei sehr geringen Abmessungen des Bohrkopfes wichtig ist. Ebenfalls kann das Bohrgestänge als Doppelrohrgestänge ausgebildet sein, so daß sich das äußere Bohrgestänge für den Dreh- und Vorschubantrieb und das innere Bohrgestänge zur Übertragung der Schlagimpulse verwenden läßt.

Bei einer Vorrichtung zum Lenken eines im Boden mittels einer Dreh- und Vorschubeinheit drehend und schiebend sowie gegebenenfalls mittels einer Schlagvorrichtung schlagend angetriebenen Bohrgestänges mit einem mit dem Bohrgestänge drehfest verbundenen Bohrkopf und Flüssigkeitsdüsen am Bohrkopf können Steuerelemente für den Flüssigkeitsaustritt, wenn die Flüssigkeitsdüsen unsymmetrisch am Bohrkopf angeordnet sind, eine oder mehrere Flüssigkeitsimpulse auslösen, oder dann, wenn die Flüssigkeitsdüsen symmetrisch am Bohrkopf angeordnet sind, den Flüssigkeitsaustritt aus den Düsen bereichsweise unterbrechen, wenn die Winkellage des Bohrkopfes der Lage entspricht, in der die Richtungsänderung erfolgen soll.

Bei unsymmetrischer Anordnung können die Flüssigkeitsdüsen einseitig am Bohrkopf angeordnet sein, insbesondere können sie bei einem außermittig wirkenden Bohrkopf mit einer Schrägfläche an der der Schrägfläche abgewandten Seite des Bohrkopfes angeordnet sein.

Weist der Bohrkopf gleichmäßig auf dem Bohrkopf angeordnete Flüssigkeitsdüsen auf, lassen sich über steuerbare Ventile die Flüssigkeitsdüsen wahlweise

ansteuern. Die Ventile können außerhalb des Bohrgestänges im Bereich der Dreh- und Vorschubeinheit angeordnet sein, erfordern dann jedoch mehrere Flüssigkeitsleitungen von den Ventilen zu den Flüssigkeitsdüsen. Daher sollten die Ventile im Bohrkopf in der Nähe der Flüssigkeitsdüsen angeordnet und zu diesen Ventilen eine Sammelleitung geführt sein und die Ventile über durch das Bohrgestänge geführte Steuerleitungen angesteuert werden oder über die Meßeinrichtung im Bohrkopf angesteuert werden.

Die Erfindung wird nachstehend anhand mehrerer, in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele des näheren erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 eine Darstellung des Verlaufs einer Erdbohrung bei einem herkömmlichen und parallel dazu bei einem erfindungsgemäßen Lenken,
- Fig. 2 eine Vorrichtung zum Herstellen einer Erdbohrung mit Hilfe eines an einem Gestänge angeordneten Bohrkopfes,
- Fig. 3 eine Vorrichtung zum Herstellen einer Erdbohrung mit Hilfe eines an einem Bohrgestänge angeordneten Schlag- oder Impulsschubgerätes,
- Fig. 4 eine Schnittdarstellung eines Bohrkopfes,
- Fig. 5 einen Winkelgeber zum Steuern der Winkellage beim Lenken des Bohrgestänges,
- Fig. 6 einen außermittig wirkenden Bohrkopf mit Lenkdüsen,
- Fig. 7 einen Bohrkopf mit einer Schrägflächendüse,
- Fig. 8 einen zentrisch wirkenden Bohrkopf mit außermittig wirkenden Lenkdüsen,
- Fig. 9 einen Bohrkopf mit gleichmäßig verteilten Lenkdüsen.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, besteht eine mit dem bekannten Lenkverfahren hergestellte Erdbohrung aus einem gerade verlaufenden Teil 1, der in einen gebogen verlaufenden Teil 3 übergeht, wenn in der Position 2 ein Steuersignal auf eine Dreh- und Vorschubeinheit gegeben wird, um die Rotation des Bohrgestänges zu unterbrechen. In der Position 4 beginnt die Rotation des Bohrgestänges erneut, so daß sich wieder ein gerade verlaufendes Bohrungstück 1 anschließt. Um einen Bogen mit einem vorgebbaren Radius zu bohren, folgen abwechselnd stets gerade und gebogene Streckenteile aufeinander. Der kleinste theoretisch erreichbare Radius wird erreicht, wenn die Drehung des Bohrgestänges für eine längere Zeit unterbrochen wird, so daß eine Bohrung mit dem Radius des Bogenstückes

erstellt wird.

Bei einer Kurvenfahrt ohne Rotation des Bohrkopfes treten große Schwierigkeiten auf, da sich dann das Bohrgestänge und das Gerät nur schiebend durch das Erdreich bewegen und erhebliche Reibungskräfte auftreten. Diese Schwierigkeiten werden auch nicht behoben, wenn das Bohrgestänge zusätzlich schlagend beaufschlagt ist, vielmehr kann sich der nicht rotierende Bohrkopf im Erdreich festfressen, so daß eine Wiederaufnahme der Drehbewegung kaum noch möglich ist, ohne das Bohrgestänge zu beschädigen.

Demgegenüber ist der Kurvenverlauf einer nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Erdbohrung kontinuierlich, beispielsweise, wenn eine gerade verlaufende Bohrung 1 in der Position 2 in einen gebogenen Verlauf 5 übergeht, der mit konstantem Radius verläuft, bis ein Steuersignal in der Position 4 den Lenkvorgang beendet und sich dann wieder eine gerade verlaufende Bohrung 1 anschließt. Die gebogene Bohrung 5 wird unter Aufrechterhaltung der Drehung des Bohrgestänges bzw. des Bohrkopfes hergestellt, so daß die mit dem herkömmlichen Lenkverfahren verbundenen Schwierigkeiten nicht auftreten. Das erfindungsgemäße Verfahren ist durch den kontinuierlichen Lenkvorgang somit wesentlich gestängeschonender.

Wie aus der Fig. 2 ersichtlich, soll eine Erdbohrung im Erdreich 6 mittels eines aus Einzelrohren bestehenden Bohrgestänges 7 hergestellt werden. Am Ende des Bohrgestänges 7 befindet sich ein Bohrkopf 8 mit einer Schrägfläche 9, der mit dem Bohrgestänge 7 vorzugsweise drehfest verbunden ist. Im Bohrkopf 8 ist ein Sender 10 angeordnet, der drahtlos Daten an einen Empfänger 11 überträgt, die sich auf die Tiefe des Bohrkopfes unter der Erdoberfläche, den Ort des Bohrkopfes 8 im Erdreich, seine Neigung, die Winkellage der Lenkfläche 9 bezüglich der Längsachse des Bohrkopfes 8 und gegebenenfalls die Temperatur am Bohrkopf 8 beziehen. Die Funkverbindung zwischen dem Sender 10 und dem Empfänger 11 ist durch die gestrichelte Linie 23 angedeutet.

Eine weitere Funkverbindung 24 übermittelt die vorerwähnten Daten vom Empfänger 11 auf eine Anzeigevorrichtung 12 in der Nähe einer am Start 14 angeordneten schlagenden Dreh- und Vorschubeinheit 15. Diese Dreh- und Vorschubeinheit 15 weist einen Drehantrieb 16 für das Bohrgestänge 7, ein das Bohrgestänge 7 beaufschlagendes Schlagwerk 17 und einen Vorschubantrieb 18 auf. Das Bohrgestänge 7 ist mit der Dreh- und Vorschubeinheit über einen Bohrgestängenschluß 19 gekuppelt.

Von der Anzeigevorrichtung 12 führt eine Kabelverbindung zu einem Schaltkasten 13 mit Bedienungspult, mittels dessen es über eine Kabelverbindung 21, 22 möglich ist, den Drehantrieb 16, das Schlagwerk 17 und den Vorschubantrieb 18 anzusteuern.

Die in Fig. 2 dargestellte Vorrichtung läßt sich auf zwei verschiedene Weisen lenken. Wird das Bohrgestänge 7 nur drehend und schiebend durch das Erd-

reich 6 getrieben, entsteht eine gerade Bohrung. Dabei wird die aufgrund der Lenkfläche 9 am Bohrkopf mögliche Ablenkung des außermittig wirkenden Bohrkopfes 8 durch die ständige Drehung des Bohrgestänges 7 neutralisiert. Eine Lenkbewegung läßt sich durchführen, wenn das Schlagwerk 17 immer dann in Tätigkeit gesetzt wird, wenn sich die Lenkfläche 9 in einer Winkellage bezogen auf die Achse des Bohrgestänges 7 befindet, die der geforderten Ablenkungsrichtung entspricht. Dies bedeutet, daß während der ununterbrochenen Rotation des Bohrgestänges 7 von Zeit zu Zeit mittels des Schlagwerkes 17 mindestens ein Schlagimpuls immer dann auf das Bohrgestänge 7 aufgebracht wird, wenn sich die Lenkfläche 9 am Bohrkopf in der für die gewünschte Richtungsänderung notwendigen Winkellage befindet. Der kleinste Radius läßt sich erzielen, wenn bei jeder Umdrehung des Bohrgestänges 7 in der kritischen Winkellage mindestens ein Schlagimpuls aufgegeben wird. Der Bogenradius wird größer, wenn nur bei jeder zweiten oder jeder dritten Umdrehung ein Schlagimpuls auf das Bohrgestänge 7 gegeben wird.

Ein Lenken läßt sich mit der in Fig. 2 dargestellten Vorrichtung auch in der Weise ausführen, daß das Bohrgestänge 7 nicht nur ununterbrochen drehend und schiebend, sondern auch schlagend durch das Erdreich 6 bewegt wird, wobei in der kritischen Winkellage der Lenkfläche 9 am Bohrkopf 8 die durch das Schlagwerk 17 erzeugten Schlagimpulse unterbrochen werden, da in diesem Fall ebenfalls kurzzeitig ein Ablenken in die gewünschte Richtung eintritt.

Die in Fig. 3 dargestellte Vorrichtung besteht aus einer Dreh- und Vorschubeinheit 25 mit einem Drehantrieb 26 und einem Vorschubantrieb 27. Der Bohrkopf mit der Lenkfläche 9 ist unmittelbar an einer Schlagvorrichtung 28, vorzugsweise in Gestalt eines pneumatisch oder hydraulisch angetriebenen Rammbohrgeräts, drehfest angeordnet, und diese Schlagvorrichtung 28 ist mit dem Bohrgestänge 7 drehfest verbunden.

Im Bohrkopf 8 befindet sich der Sender 10, der über eine Funkverbindung 23 mit dem Empfänger 11 in Verbindung steht, von dem eine Funkverbindung 24 die aufgenommenen Daten zu der Anzeigevorrichtung 12 überträgt. Die Anzeigevorrichtung 12 ist, wie bereits beschrieben, über ein Kabel 20 mit einem Schaltkasten 29, der auch ein Bedienpult aufweist, verbunden. Vom Schaltkasten 29 verlaufen Kabel 21, 22 zum Drehantrieb 26 und zum Vorschubantrieb 27. Des weiteren ist vom Schaltkasten 29 eine Energieversorgungsleitung 30 durch den Drehantrieb 26 und das Bohrgestänge 7 zur Schlagvorrichtung 28 geführt. Die Energieversorgungsleitung 30 kann aus einem Hydraulikschlauch bestehen, wenn die Schlagvorrichtung 28 aus einem hydraulisch betriebenen Schlaggerät besteht. Parallel zur Energieversorgungsleitung 30 verläuft eine Steuerleitung 31, mit der sich das Schlaggerät 28 in der beschriebenen Weise in Tätigkeit setzen und abschalten läßt.

Mit der in Fig. 3 beschriebenen Vorrichtung läßt sich der Bohrkopf 8 in der gleichen Weise lenken, wie

dies bezüglich der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform beschrieben wurde.

Ein in Fig. 4 dargestellter Bohrkopf 32 weist an seinem vorderen Ende eine Bohrkrone 33 auf, die besonders zum Zertrümmern von Gestein geeignet ist. Flüssigkeitsdüsen 34 am Bohrkopf 32 dienen dazu, den Bodenabbau des Bohrkopfes während des Bohrvorganges und des Lenkvorganges zu verbessern, das abgebaute Material abzufördern und den Bohrkopf zu kühlen.

Im Bohrkopf 32 ist ein Lenkelement 35 angeordnet, das sich mit einer Keiffläche 37 auf einer Keiffläche 36 des Bohrkopfes 32 so verschieben läßt, daß ein seitlicher Vorsprung 39 aus dem Bohrkopf 32 austritt. Zu diesem Zweck ist das Lenkelement 35 mit einem im Bohrgestänge 7 geführten inneren Gestänge 38 verbunden. Dieses innere Gestänge 38 wird im Bereich der Dreh- und Vorschubeinheit 15 von dem Schlagwerk 17 und/oder einem Vorschubantrieb beaufschlagt, wenn ein Lenkvorgang ausgelöst werden soll. Infolge der Impulse tritt das Lenkelement 35 vorübergehend seitlich aus dem Bohrkopf 32 aus (gestrichelt gezeichnet) und bewirkt auf diese Weise einen Lenkimpuls, ähnlich wie dies durch die Lenkfläche 9 am Bohrkopf 8 in Fig. 2 und 3 bewirkt wird. Der seitlich austretende Lenkvorsprung 39 kommt jeweils nur in der Winkellage des Bohrkopfes 32 zur Wirkung, in der eine Lenkbewegung stattfinden soll. Umgekehrt ist es auch möglich, einen draußen befindlichen Lenkvorsprung in einer bestimmten Winkellage einzuziehen.

Selbstverständlich kann zusätzlich auch eine Schlagvorrichtung auf den Bohrkopf 32 wirken, um die Abbauwirkung der Bohrkrone 33 zu verbessern; es ist auch möglich, direkt am Bohrkopf 32 eine Schlagvorrichtung anzuordnen, oder ein Rammbohrgerät im Bereich des Bohrkopfes 32 zum Betätigen des Lenkelements 35 anzuordnen und das Schlagwerk 17 an der Dreh- und Vorschubeinheit 15 in Fig. 2 zur schlagenden Beaufschlagung der Bohrkrone 33 über das Bohrgestänge 7 zu verwenden.

In Fig. 5 ist ein Winkelgeber 40 dargestellt, der zur sinnfälligen Darstellung der Winkellage der Lenkelemente in der Art eines Ziffernblatts gestaltet ist. Wird ein Auslöser 48 an dem Winkelgeber 40 auf die gewünschte Winkelstellung (Uhrzeit) eingestellt, werden die in Verbindung mit den Fig. 2 bis 4 beschriebenen Schlagvorrichtungen nur in dieser Winkelstellung angesteuert und bewirken eine entsprechende Lenkbewegung.

Bei der in Fig. 6 dargestellten Ausführungsform besitzt ein drehend und schiebend angetriebener Bohrkopf 42 eine Schrägfläche 43 und auf der der Schrägfläche 43 abgewandten Seite des Bohrkopfes 42 angeordnete Flüssigkeitsdüsen 44. Diese Flüssigkeitsdüsen 44 werden über eine Flüssigkeitsleitung 45 mit einer unter hohem Druck stehenden Flüssigkeit versorgt. Wird die Druckflüssigkeit stets dann zugeführt, wenn ein Lenkimpuls erforderlich ist, bzw. wird bei kontinuierlicher Zuführung die Zufuhr kurzzeitig in einer

bestimmten Winkelstellung des Bohrkopfes 42 unterbrochen, entsteht dadurch ein Lenkimpuls, mit dem sich der Radius der Bohrung einstellen läßt.

Die Ausführungsform gemäß Fig. 7 unterscheidet sich von der gemäß Fig. 6 nur in den nicht rechtwinklig, sondern schräg bezüglich der Längsachse des Bohrkopfes 46 angeordneten Flüssigkeitsdüsen 48, wovon eine Flüssigkeitsdüse auf der Schrägfläche 47 angeordnet ist.

Der in Fig. 8 dargestellte Bohrkopf 49 ist mit einer zentrisch wirkenden Bohrkrone 50 versehen, und eine Reihe von Lenkdüsen 51 ist in der Bohrkrone 50 und in der Mantelfläche des Bohrkopfes 49 angeordnet. Auch bei diesem Bohrkopf 49 wird ein Lenkimpuls entweder durch Beaufschlagen der Düsen 51 mit Flüssigkeit in einer bestimmten Winkelstellung des Bohrkopfes 49 oder durch Unterbrechen der Flüssigkeitszufuhr in einer bestimmten Winkelstellung bewirkt, wenn die Flüssigkeitsdüsen 51 im übrigen dauernd mit Flüssigkeit beaufschlagt werden.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 9 sind Flüssigkeitsdüsen 54 gleichmäßig auf dem Umfang eines Bohrkopfes 52 mit einer konischen Spitze 53 verteilt. Mehrere in Längsrichtung des Bohrkopfes 52 fluchtende Flüssigkeitsdüsen 54 sind jeweils über eine Leitung 55 mit einem ferngesteuerten Ventil 56 verbunden. Eine Sammelleitung 57 führt zu einer Dreh- und Vorschubeinheit. Jedes der ferngesteuerten Ventile 56 ist über eine nicht dargestellte Steuerleitung mit der Steuervorrichtung der Dreh- und Vorschubeinheit verbunden, so daß sich eine Reihe von Flüssigkeitsdüsen 54 immer dann im Sinne einer Beaufschlagung mit Flüssigkeit oder einer Unterbrechung der Beaufschlagung mit Flüssigkeit ansteuern läßt, wenn eine Lenkbewegung ausgelöst werden soll. Bei dieser Ausführungsform ergeben sich Lenkimpulse, nicht nur wie bei den Ausführungsformen gemäß Fig. 1 bis 8 bei jeweils einer Umdrehung oder weniger des Bohrgestänges, sondern ein Lenkimpuls läßt sich jedesmal dann auslösen, wenn eine Reihe von Flüssigkeitsdüsen 54 die richtige Winkelstellung einnimmt. Auf diese Weise ist ein besonders feinfühliges Lenken des Bohrgestänges möglich.

Beim Lenken mittels Flüssigkeitsdüsen können am Bohrkopf sowohl Düsen angeordnet sein, die ständig mit Flüssigkeit beaufschlagt sind, die somit hinsichtlich des Lenkverhaltens neutral sind, und es können zusätzliche Düsen den Flüssigkeitsimpuls zum Lenken hervorrufen. In diesem Fall können die Düsen über unterschiedliche Rohrleitungen mit Flüssigkeit versorgt werden, z.B. die Neutraldüsen über ein äußeres Bohrgestänge und die Lenkdüsen über ein inneres Bohrgestänge. Des weiteren ist es auch möglich, die Lenkdüsen beim Geradeausbohren mit niedrigem Flüssigkeitsdruck und in der vorgegebenen Winkelstellung mit hohem Druck zu beaufschlagen. Der Druckimpuls läßt sich auch dadurch hervorrufen, daß eine ferngesteuerte, impulsartige Querschnittsverengung der Flüssigkeitsdüsen herbeigeführt wird.

Elektromagnetische Schaltventile dienen zum

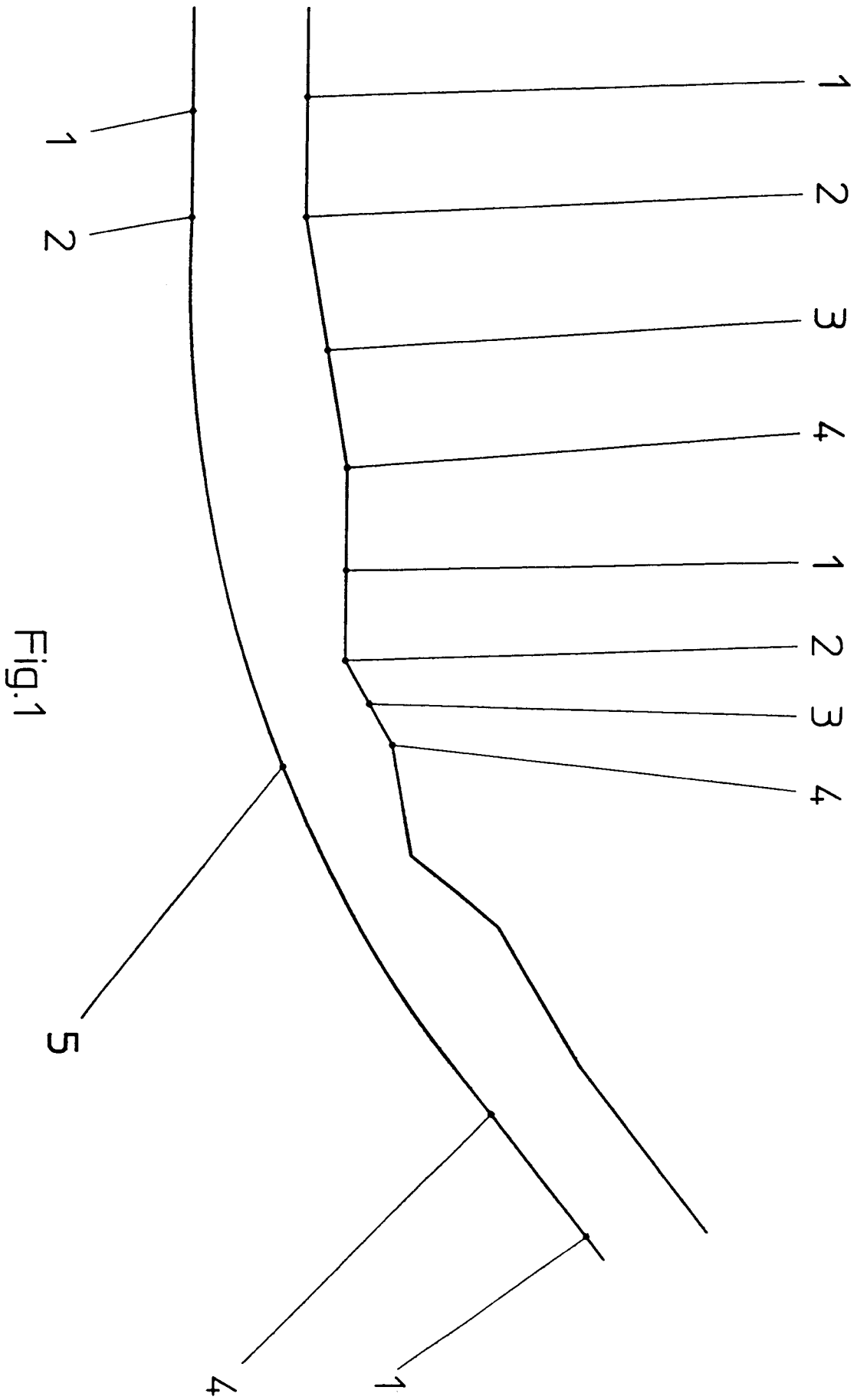
Betätigen des Schlagwerkzeugs 17 an der Dreh- und Vorschubeinheit 15 bzw. des Rammbohrgeräts 28 sowie für das Beaufschlagen der Flüssigkeitsdüsen. Es ist jedoch auch möglich, einen mechanisch angetriebenen Nockenauslöser einzusetzen, der bei der Dreh- und Vorschubeinheit 15 bzw. 25 am Bohrgestängeanschluß 19 angeschlossen ist. Ein solcher Nockenauslöser kann bei vorgegebener Winkelposition einen Schalter für das Schlagwerk 17 oder die Schlagvorrichtung 28 betätigen. Selbstverständlich kann ein solcher Nockenauslöser auch vorne am Bohrkopf angebracht sein, wenn das Schlagwerk vorne am Bohrgestänge sitzt. Da zwischen dem Zeitpunkt des Messens der Winkellage des Bohrkopfes bis zur Wirkung des Lenkimpulses eine gewisse Verzögerung eintritt, ist es vorteilhaft, wenn die Steuerung so eingerichtet ist, daß die Impulslaufzeit berücksichtigt wird.

Dies ist besonders wichtig, wenn die Winkellage des Bohrkopfes nicht durch einen Sender 10 ermittelt, sondern durch einen Geber am Bohrgestängeanschluß 19 aufgenommen wird. In diesem Fall muß die Torsion des Bohrgestänges 7, die sich aufgrund des Drehwiderstandes des Bohrkopfes und der Reibung des Bohrgestänges 7 in der Bohrung ergibt, bei entsprechender Länge des Bohrgestänges 7 berücksichtigt werden. Bei Verwendung eines Doppelrohrgestänges oder eines Einfachgestänges mit einem eingeführten Torsionsstab kann es sehr von Vorteil sein, die Winkellage direkt an der Bohrlafette vom nicht mit Torsion oder nur wenig mit Torsion beaufschlagten Bohrgestänge bzw. Torsionsstab abzunehmen. So ist es sehr einfach über eine Nockensteuerung entsprechende Impulse aufzubringen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Lenken eines Gerätes zum Herstellen einer Erdbohrung, dadurch gekennzeichnet, daß mit zeitlichem Abstand voneinander richtungsändernde Lenkimpulse ausgeübt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Schlag-, Schub- oder Flüssigkeitsimpulse zur Wirkung gebracht werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lenkimpulse durch periodisches Ab- oder Zuschalten von Flüssigkeitsdüsen erzeugt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Lenkelemente mit Lenkimpulsen beaufschlagt werden.
5. Lenkbares Gerät zum Herstellen einer Erdbohrung mit
  - einem mit einem Bohrgestänge (7) verbundenen Bohrkopf (8, 32),
  - einem Lenkelement (9, 35) am Bohrkopf (8,

- 32),
- einer Schlagvorrichtung (17, 28) am Bohrkopf (8, 32) oder einer Dreh- und Vorschubeinheit (15),
  - Steuerelementen (13, 29) für die Schlagvorrichtung (17, 28), um stets dann einen Schlagimpuls auf das Lenkelement (9, 35) auszulösen oder, wenn das Bohrgestänge (7) auch schlagend angetrieben ist, die Schlagimpulse zu unterbrechen, wenn die Winkellage des Lenkelementes (9, 35) der Lage entspricht, in der die Richtungsänderung erfolgen soll.
6. Gerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Lenkelement aus einer Schrägfläche (9) am Bohrkopf (8) besteht und die Schlagvorrichtung (17, 28) direkt auf den Bohrkopf (8) oder indirekt über das Bohrgestänge (7) wirkt.
7. Gerät nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch ein seitlich aus dem Bohrkopf (32) austretendes Lenkelement (35) und eine direkt auf das Lenkelement (35) oder indirekt über das Bohrgestänge (7, 38) wirkende Schlagvorrichtung oder Schubvorrichtung.
8. Gerät nach einem der Ansprüche 7 bis 9, gekennzeichnet durch ein Rammbohrgerät (28) als Schlagvorrichtung.
9. Gerät nach Anspruch 2,5 oder 6, gekennzeichnet durch eine in die Dreh- und Vorschubeinheit (15) integrierte Schlagvorrichtung (17).
10. Gerät nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Bohrgestänge als Doppelrohrgestänge ausgebildet ist und das äußere Bohrgestänge (7) drehend und schiebend und das innere Bohrgestänge (38) schlagend und/oder schiebend beaufschlagt ist.
11. Lenkbares Gerät zum Herstellen einer Erdbohrung mit
- einem Bohrkopf (42, 46, 49, 52) am Ende eines Bohrgestänges (7),
  - Flüssigkeitsdüsen (44, 48, 51, 54) am Bohrkopf (42, 46, 49, 52) und
  - Steuerelementen (13, 29, 55) für den Flüssigkeitsaustritt, um stets dann, wenn die Flüssigkeitsdüsen (44, 48, 51) unsymmetrisch am Bohrkopf (42, 46, 49) angeordnet sind, einen oder mehrere Flüssigkeitsimpulse auszulösen, oder um stets dann, wenn die Flüssigkeitsdüsen (54) symmetrisch am Bohrkopf (52) angeordnet sind, den Flüssigkeitsaustritt aus den Düsen (54) bereichsweise zu unterbrechen, wenn die Winkellage des Bohrkopfes (42, 46, 49, 52) der Lage entspricht, in der die Richtungsänderung erfolgen soll.
12. Gerät nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch einen Bohrkopf (42, 46) mit einseitig angeordneten Flüssigkeitsdüsen (44, 48).
13. Gerät nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch einen außermittig wirkenden Bohrkopf (42) und auf der der einer Schrägfläche (43) abgewandten Seite des Bohrkopfes (42) angeordnete Flüssigkeitsdüsen (44).
14. Gerät nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch einen Bohrkopf (53) mit gleichmäßig auf dem Umfang angeordneten Flüssigkeitsdüsen (54) und wahlweise ansteuerbaren Ventilen (55) für die Flüssigkeitsdüsen (54).
15. Gerät nach Anspruch 14, gekennzeichnet durch eine durch das Bohrgestänge (7) geführte Flüssigkeitsleitung (57) und an den Flüssigkeitsdüsen (54) angeordnete, wahlweise ansteuerbare Ventile (55).





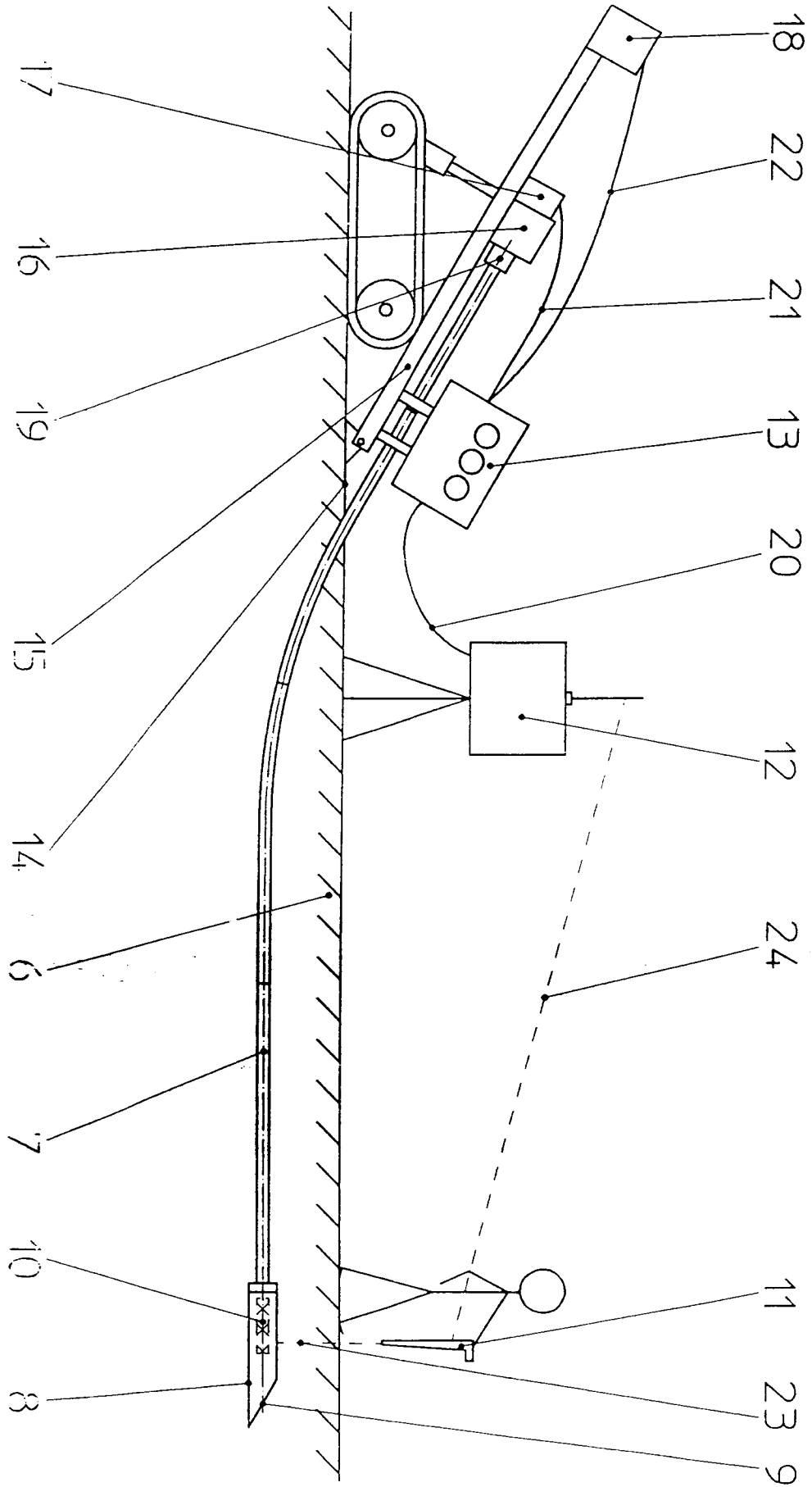
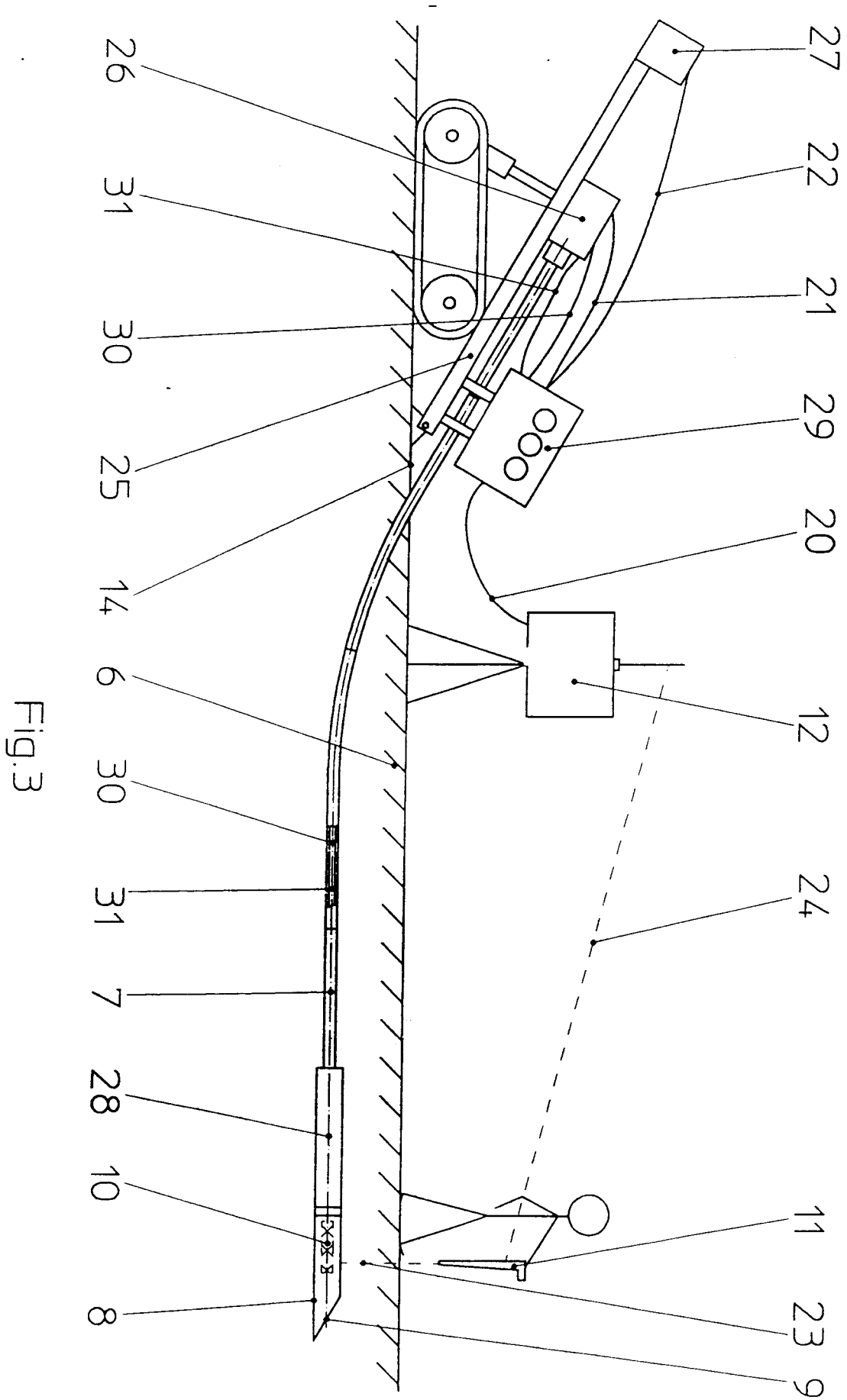


Fig. 2



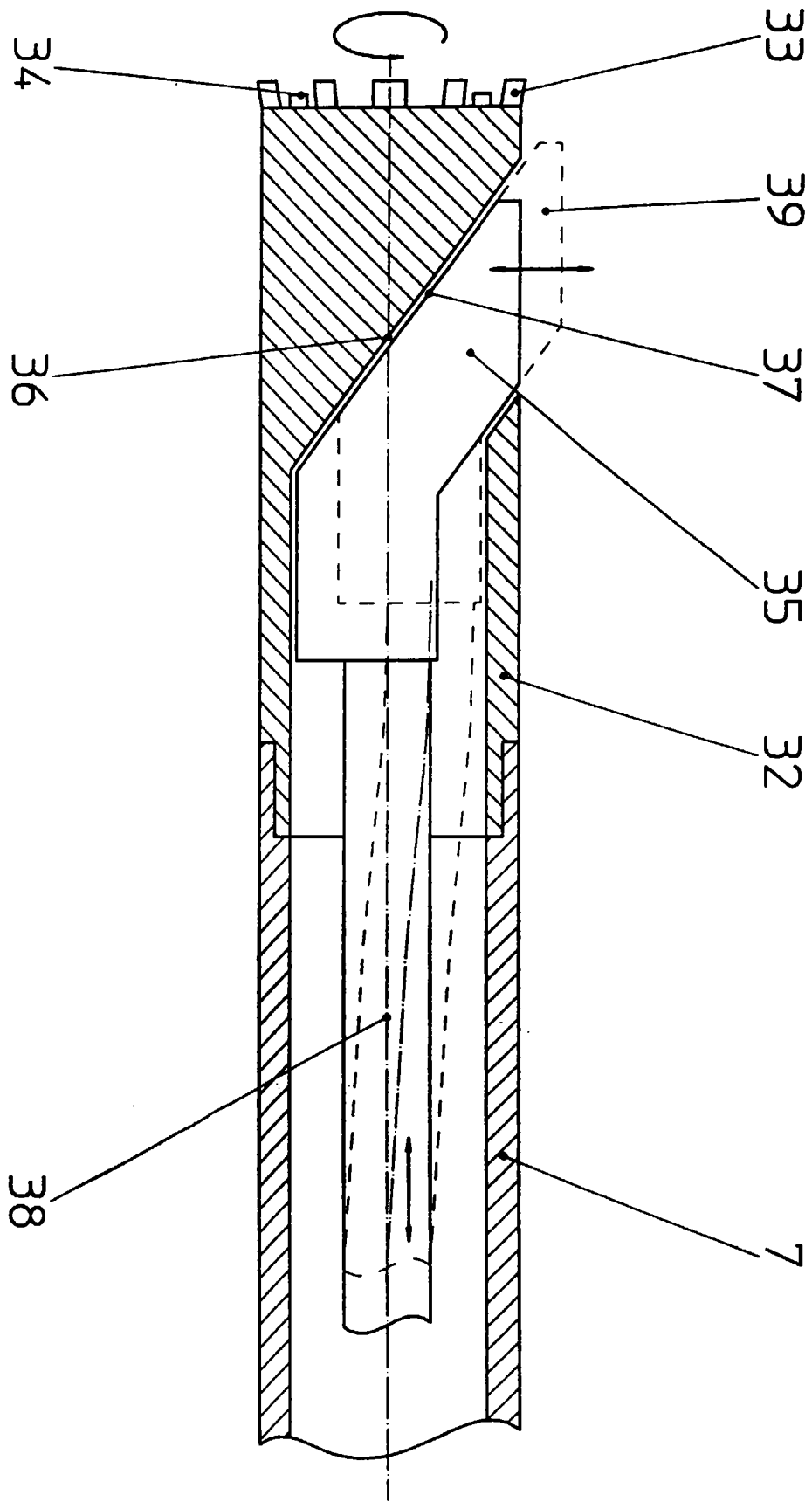
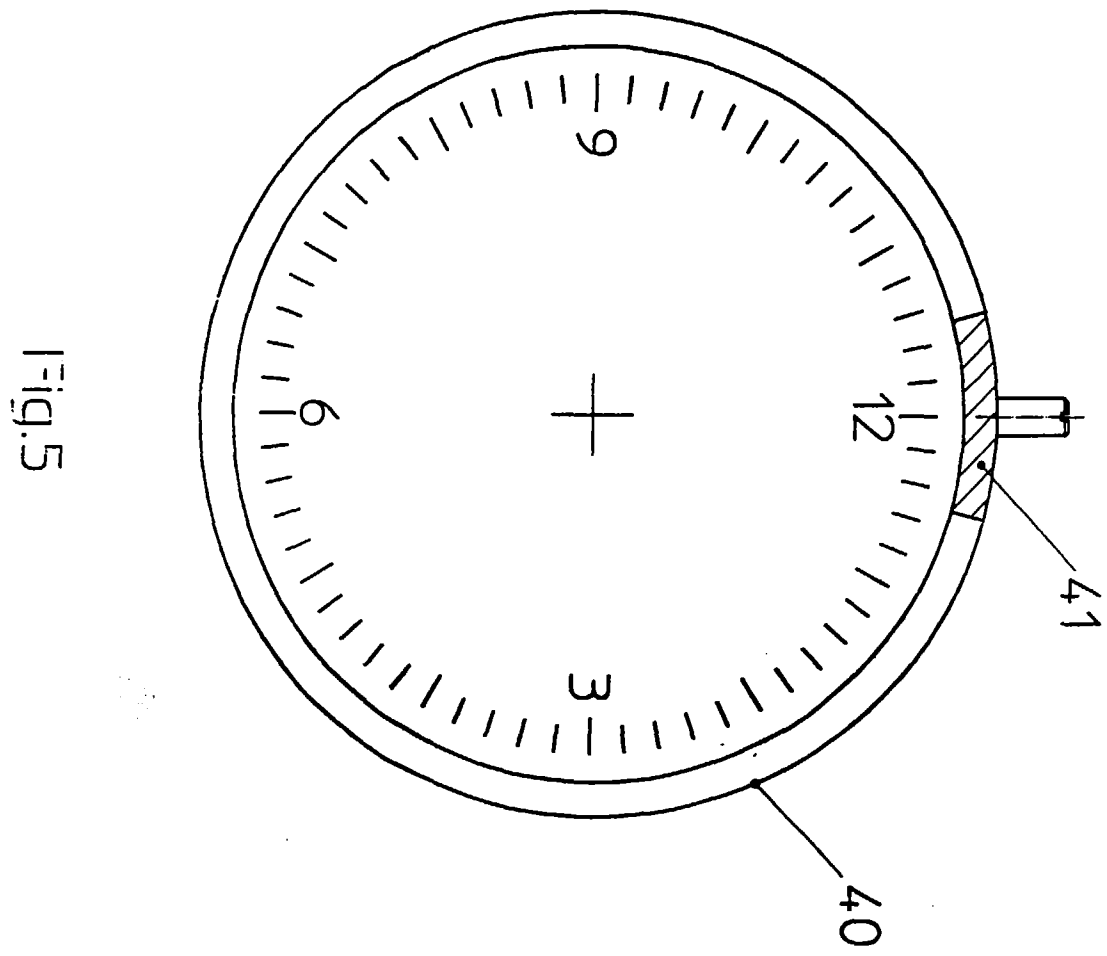


Fig.4



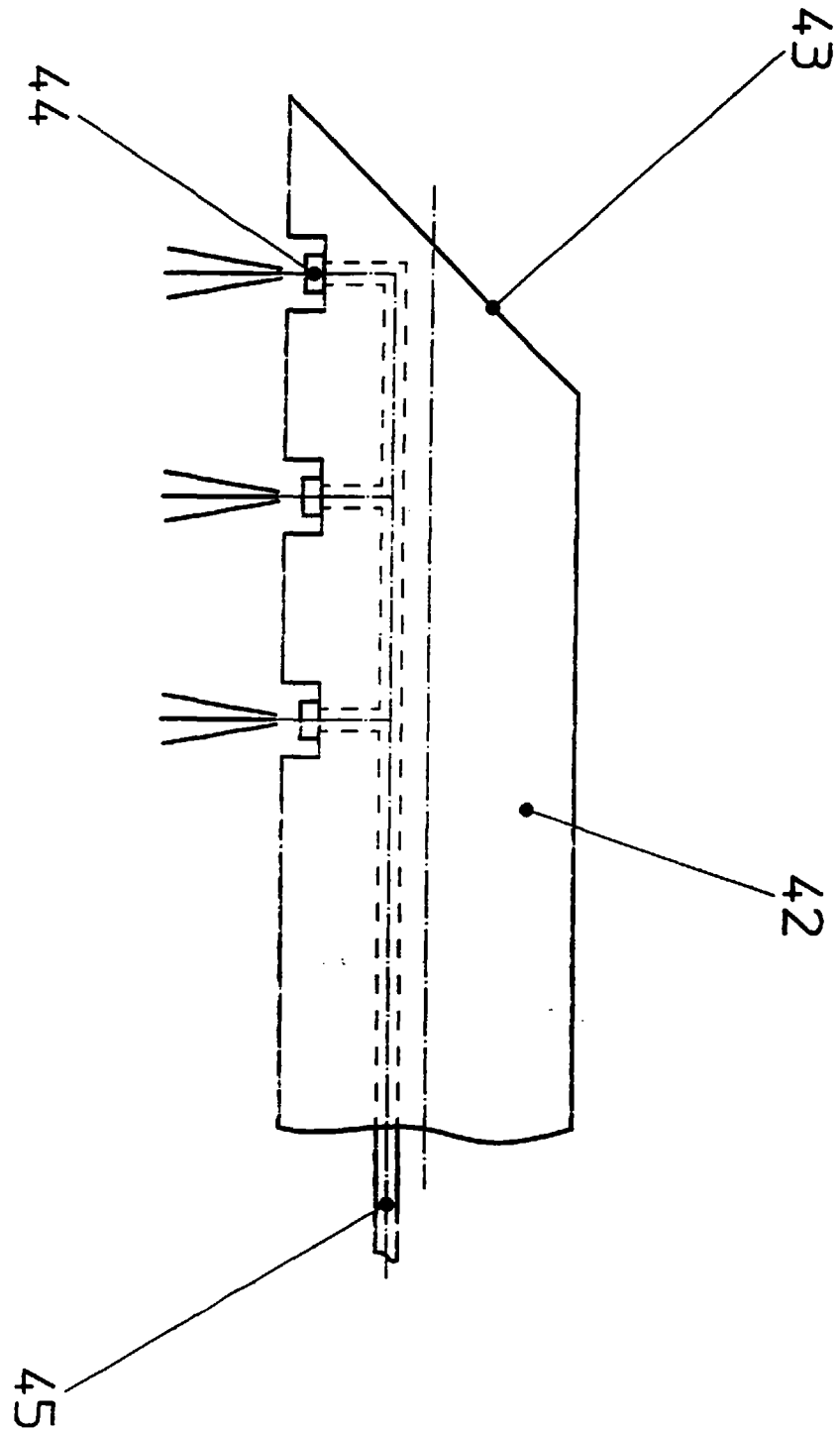


Fig. 6

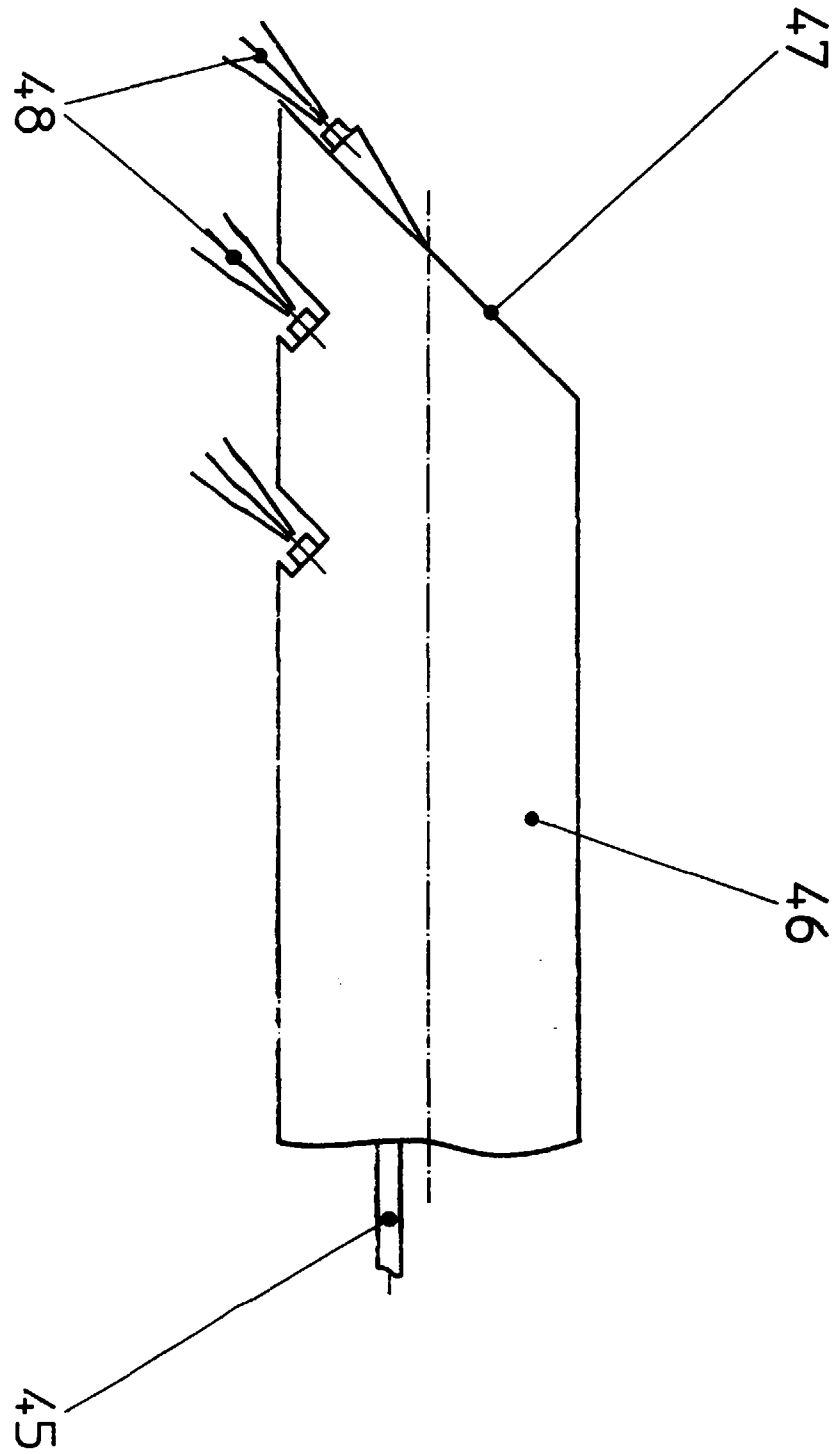


Fig. 7

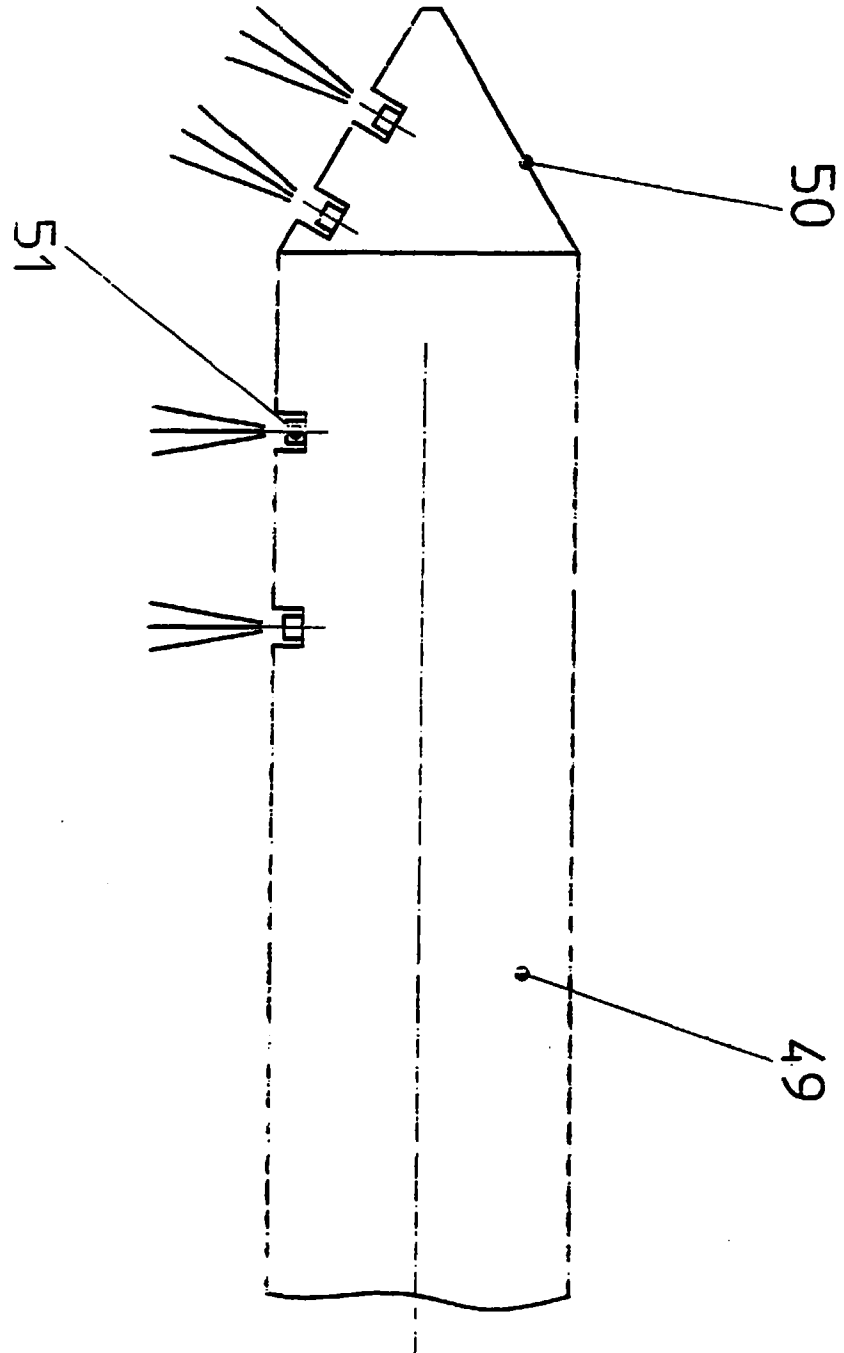


Fig. 8

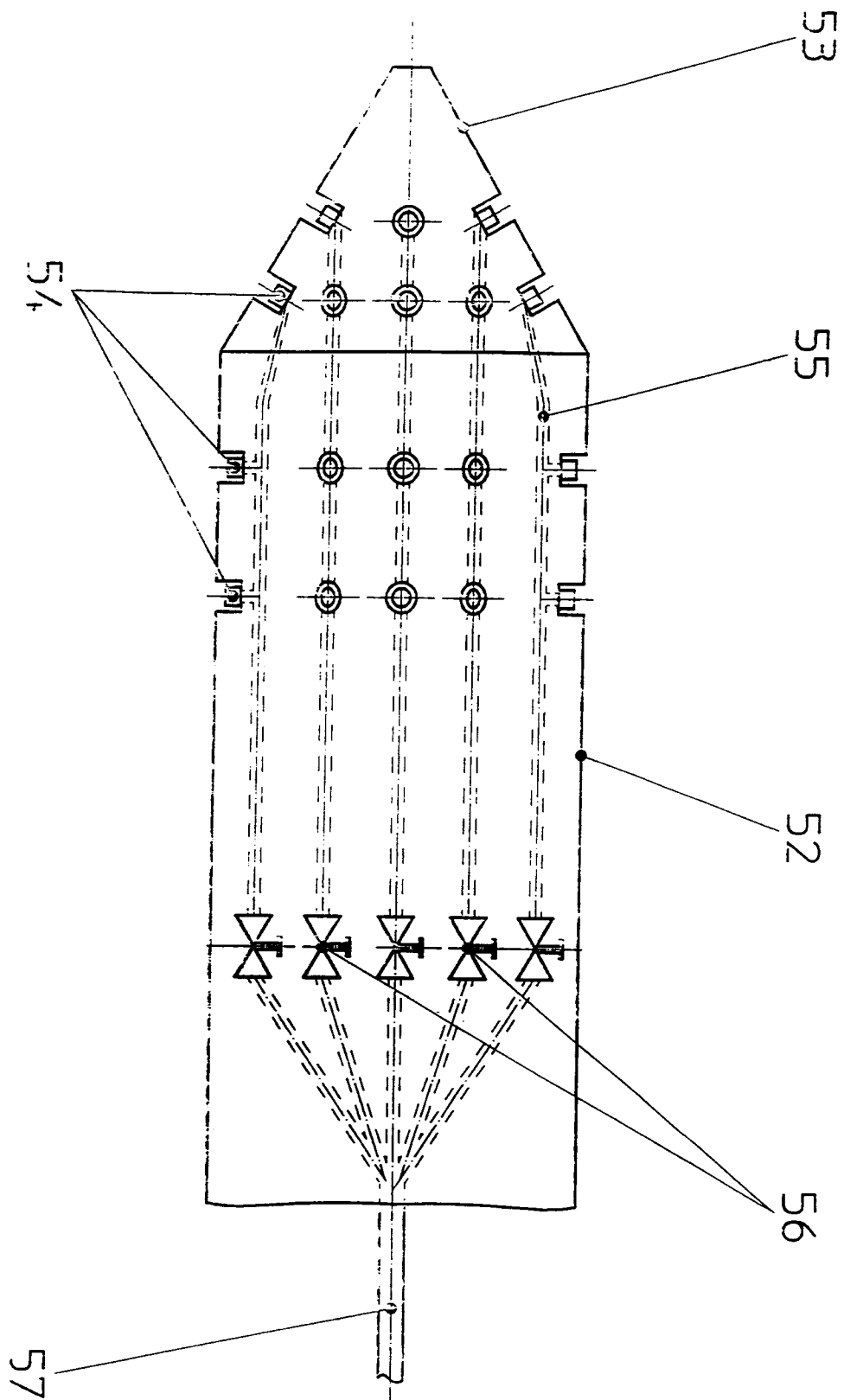


Fig. 9





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 10 1672

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 5 449 046 A (F.R. KINNAN)	1,2,4,5,7	E21B7/06
Y	* das ganze Dokument *	6,8-10	
Y	US 4 936 708 A (R.G. PERRY) * das ganze Dokument *	6,8-10	
X	EP 0 245 971 A (DICKINSON)	1-3,11,14	
Y	* Seite 16, Zeile 4 - Seite 17, Zeile 16 * * Ansprüche 8-15; Abbildungen 11,12 *	12,13,15	
Y	DE 43 05 423 A (TERRA) * Zusammenfassung; Abbildungen *	12,13	
Y	EP 0 522 446 A (TERRA) * Spalte 5, Zeile 38 - Spalte 8, Zeile 22 * * Abbildungen 1-7 *	15	
X	EP 0 530 045 A (CAMCO DRILLING) * Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung 23 *	1,2,4,5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) E21B
X	EP 0 204 474 A (THE ANALYSTS INT.) * Zusammenfassung; Abbildung 2 *	1-3,11	
A	DE 44 33 533 C (TERRA) * Abbildungen *	1,5,11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 3.Juni 1997	
		Prüfer Leitner, J	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
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			

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)