



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 798 443 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.10.1997 Patentblatt 1997/40

(51) Int. Cl.⁶: **E21B 7/06**

(21) Anmeldenummer: **97104675.0**

(22) Anmeldetag: **19.03.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB LI SE

(30) Priorität: **30.03.1996 DE 19612902**

(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 Richtungsbohren**

(57) Bei einem Verfahren zum Richtungsbohren mit Hilfe einer Bohrvorrichtung (12) mit einem Gestänge (3) und einem sich auf einer Kreisbahn bewegendem Abbauwerkzeug (4) bewegt sich das Werkzeug (4) beim Geradeausbohren mit im wesentlichen konstanter Winkelgeschwindigkeit und wird die Winkelgeschwindigkeit

beim Kurvenbohren periodisch geändert, um so einen sanften Übergang vom Geradeausbohren zum Kurvenbohren zu schaffen und eine exaktere Kurvensteuerung zu erreichen.

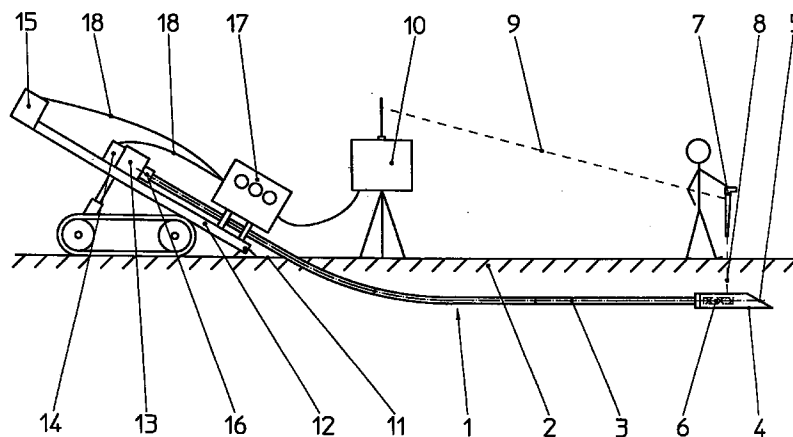


Fig.1

EP 0 798 443 A2

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Richtungsbohren mit Hilfe einer mechanisch und/oder hydraulisch abbauenden Bohrvorrichtung, die es erlaubt, wahlweise geradeaus oder längs einer Kurvenbahn zu arbeiten.

Derartige Bohrvorrichtungen bestehen aus einem drehend und/oder schlagend angetriebenen Bohrgestänge mit einem Bohrkopf sehr unterschiedlicher Gestaltung. Das Bohrgestänge ist üblicherweise auf einem schienengeführten, mit einem Linearantrieb verbundenen Schlitten gelagert und besitzt einen Dreh- oder einen Drehschlagantrieb, mit dem sich das Gestänge in Rotation versetzen und gegebenenfalls auch in das Erdreich eintreiben läßt.

Um ein Richtungsbohren zu ermöglichen, besitzen solche Vorrichtungen eine Exzentrizität, die eine Kurvenfahrt bewirkt, sich beim Geradeausbohren aber überwinden läßt. Dies geschieht in der Weise, daß das die Exzentrizität aufweisende Teil während des Geradeausbohrens mit gleichbleibender Winkelgeschwindigkeit rotiert, wobei die Wirkung der Exzentrizität verlorengeht. Beim Übergang zum Kurvenbohren wird das die Exzentrizität aufweisende Teil bzw. der Bohrkopf in einer bestimmten Winkelstellung für eine gewisse Zeit stillgesetzt und verbleibt in dieser Winkelstellung solange, bis die Kurvenbahn vollendet ist oder so lange, wie die vorgegebene Kurvenbahn eingehalten wird. Verläßt der Bohrkopf die vorgesehene Bahnkurve, ist eine Korrektur der Winkelstellung erforderlich, bis die Bahnkurve wieder erreicht ist und der Bohrkopf wieder auf die Bahnkurve eingestellt werden muß. Auf diese Weise muß der Bohrkopf im Verlauf einer (längeren) Kurve im allgemeinen mehrfach bezüglich seiner Winkelstellung positioniert werden. Es sind daher stets mehrere Winkelschritte des während einer Kurvenfahrt ansonsten nicht rotierenden Gestänges erforderlich. Auf diese Weise entsteht eine Zick-zack- oder kornkornzieherförmige Erdbohrung, aber keine exakte Kurvenbahn.

Die jeweilige Winkelstellung der Exzentrizität hängt von der Krümmungsrichtung der zu erstellenden Erdbohrung ab, jedoch befindet sich die Exzentrizität stets auf der Innenseite der Kurvenbahn, wo sie gleichsam die Wirkung eines Drehpunkts entfaltet, während die ihr gegenüberliegende Seite beim mechanischen Vortreiben des Gestänges bzw. des Bohrkopfs durch Schieben und/oder Schlagen - ohne Rotation - als sich im Erdreich wie an einer Leitplanke entlanggleitende Schulter oder Gleitschuh wirkt. Das vor dem Bohrkopf befindliche Erdreich wird während des rotationsfreien Kurvenbohrens vom Bohrkopf seitlich verdrängt und/oder mit Hilfe eines scharfen Flüssigkeitsstrahls mehr oder minder abgebaut. Das ist aber nur bei nicht allzu festen und hindernisfreien Böden möglich, die sich auch verdrängen lassen.

Die Art des Bohrgestänges, der Exzentrizität und des Bohrkopfs ist im Einzelfall sehr unterschiedlich. So

beschreibt die US-Patentschrift 3 878 903 eine Vorrichtung mit einem Gestänge aus einem drehbaren Außenrohr und einem angetriebenen Innengestänge, das mit einem Abbauwerkzeug verbunden ist. Das Bohrgestänge ist in der Nähe des Bohrkopfs abgewinkelt und erlaubt demzufolge ein Kurvenbohren, bei dem sich sowohl der Kurvenradius als auch die Krümmungsrichtung durch ein Winkelverstellen des Bohrgestänges ändern läßt. Bei kontinuierlich rotierendem Gestänge ist ein Geradeausbohren mit einem erheblich vergrößerten Durchmesser des Erdkanals möglich. Dieser Durchmesser entspricht dem Hüllkreisdurchmesser der Bohrkopfspitze und ist um so größer, je stärker der vordere Gestängeabschnitt abgewinkelt ist.

Des weiteren beschreibt die europäische Offenlegungsschrift 0 247 767 einen mit einem Dreh/Schub-Gestänge verbundenen Bohrkopf mit einer Schrägfläche, der ein Geradeausbohren erlaubt, solange der Bohrkopf gleichmäßig rotiert, und ohne Rotation ein Kurvenbohren durch seitliches Verdrängen des vor dem Bohrkopf befindlichen Erdreichs.

Eine ähnlich arbeitende Vorrichtung beschreibt die europäische Patentschrift 0 195 559, deren abgewinkelter Bohrkopf jedoch mit einer konzentrischen Düse versehen ist, aus der ein Hochdruckstrahl zum Lösen und Abbauen des vor dem Bohrkopf befindlichen Erdreichs austritt.

Um die Lage des Bohrkopfes im Erdreich orten zu können, kann im Bohrkopf ein beispielsweise über Batterien mit Energie versorgter Sender angeordnet sein, der mit Meßeinrichtungen versehen ist, die es ermöglichen festzustellen, in welcher Tiefe sich der Bohrkopf und wo er sich im Erdreich befindet, wie die Neigung und 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.

Die bekannten Verfahren und Vorrichtungen zum Richtungsbohren basieren sämtlich auf dem Prinzip, daß das Bohrgestänge während des Geradeausbohrens rotiert und demgemäß der Bohrkopf einen Hüllkreis mit einem Durchmesser beschreibt, der größer, zumeist wesentlich größer ist als der Gestänge- bzw. Bohrkopfdurchmesser, während sich das Gestänge während der Kurvenfahrt nicht dreht und der Bohrvortrieb allein durch Schub und/oder Schlag geschieht.

Beim Übergang vom Geradeaus- zum Kurvenbohren ist eine abrupte Unterbrechung der Rotationsbewegung in einer bestimmten, durch die Krümmungsrichtung vorgegebenen Winkelstellung des Bohrkopfes erforderlich. Damit verbunden ist eine ebenso abrupte bzw. scharfe Änderung der Vortriebs-

richtung. Diese wiederum wird alleine durch die Art und den Grad der Exzentrizität, beispielsweise die Neigung einer Schräg- bzw. Lenkfläche am Bohrkopf in bezug auf die Hauptachse des Gestänges, bestimmt. Da die Exzentrizität bzw. Neigung konstruktiv vorgegeben ist, sind - beispielsweise korrigierende - Richtungsänderungen während der Kurvenfahrt jeweils nur in der Weise möglich, daß die Winkelstellung des Bohrkopfs bzw. der Exzentrizität durch Drehen des Gestänges um einen bestimmten Winkel geändert wird. Da während einer Kurvenfahrt üblicherweise mehrere korrigierende Richtungsänderungen erforderlich sind, verläuft der dabei entstehende Erdkanal mehr oder minder zick-zack-förmig bzw. - je nach Beschaffenheit des Bohrkopfs - kornzieherartig. Das wirkt sich beim späteren Aufweiten der Pilotbohrung mit Hilfe eines Aufweitkopfs und/oder beim Einziehen einer Rohrleitung in die Pilotbohrung außerordentlich nachteilig aus, weil die Erdbohrung gerade in dem besonders kritischen Kurvenbereich unregelmäßig verläuft und eine ungleichmäßige Wandung besitzt, die dem Aufweitkopf und/oder dem Einziehrrohr einen hohen Gleitwiderstand entgegensetzt. Das erfordert einen erhöhten technischen Aufwand beim Aufweiten und Einziehen. Hinzu kommt die Instabilität einer solchen Erdkanalwandung, die mit der Gefahr von Einbrüchen verbunden ist, die Schwierigkeiten beim Aufweiten und Rohreinziehen erhöht und insbesondere die Gefahr von Rohrbeschädigungen beim Einziehen mit sich bringt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, das eine sanfte und das Gestänge sowie den Bohrkopf schonende Richtungsänderung erlaubt und auch im Kurvenbereich einen weitestgehend glattwandigen Erdkanal mit gleichmäßiger Krümmung ergibt.

Die Lösung dieser Aufgabe basiert auf dem Gedanken, den bei den herkömmlichen Verfahren üblichen einen Lenkschritt je Kurvenbahn oder -bahnabschnitt - ohne Stillsetzen des rotierenden Bohrgestänges - in eine Vielzahl einzelner Lenkschritte mit minimaler Lenkwirkung aufzulösen, um auf diese Weise einen kontinuierlich gesteuerten Vortrieb zu erreichen.

Im einzelnen besteht die Erfindung in einem Verfahren zum Richtungsbohren mit Hilfe einer Bohrvorrichtung mit einem Gestänge und einem sich auf einer Kreisbahn bewegendem gelagerten Werkzeug, das sich beim Geradeausbohren mit im wesentlichen konstanter Winkelgeschwindigkeit dreht, während beim Kurvenbohren die Winkelgeschwindigkeit gegenüber einer Bezugsgeschwindigkeit periodisch vorübergehend geändert, d.h. vergrößert oder verringert wird. Das erfindungsgemäße Verfahren arbeitet daher während der Kurvenfahrt mit pulsierender Winkelgeschwindigkeit.

Unter Bezugsgeschwindigkeit ist hier diejenige Winkelgeschwindigkeit zu verstehen, die beim Bohren mit nichtpulsierender bzw. konstanter Winkelgeschwindigkeit ein Geradeausbohren gewährleisten würde und dergegenüber die erfindungsgemäße Änderung der

Winkelgeschwindigkeit stattfindet. Die geänderte Winkelgeschwindigkeit stellt dabei die Lenkgeschwindigkeit dar, die nur während eines bestimmten Winkelbereichs wirksam ist.

Eine Kurvenfahrt kann in der Weise geschehen, daß die Winkelgeschwindigkeit je Umdrehung einmal geändert wird. Die Änderung kann abrupt oder auch stetig sein und/oder jeweils nach mehreren Umdrehungen stattfinden. Je häufiger die Änderungen sind, desto gleichmäßiger und sanfter ist die Richtungsänderung.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren hängt der Krümmungsradius einer Kurvenfahrt von dem Verhältnis zwischen der Bezugsgeschwindigkeit und der Lenkgeschwindigkeit ab, das die Intensität des Erdreichabbaus und -verdrängens auf den beiden, der Bezugsgeschwindigkeit einerseits und der Lenkgeschwindigkeit andererseits entsprechenden Abschnitten des Hüllkreises bestimmt, der sich bei einer Rotation des Werkzeugs ergibt.

Stellt man die Änderung der Winkelgeschwindigkeit bei dem erfindungsgemäßen Verfahren über einer Zeitachse graphisch dar, dann ergibt sich je nach der Änderungsgeschwindigkeit - bei abrupter Änderung - eine mäandrierförmige und - bei stetiger Änderung - eine sinusförmige Kurve, wenn der Grad der Geschwindigkeitsänderung jeweils derselbe ist. Das braucht jedoch nicht so zu sein; denn es ist durchaus auch möglich, phasenweise mit unterschiedlichen Änderungen der Winkelgeschwindigkeit zu arbeiten. Vorzugsweise findet die Änderung der Winkelgeschwindigkeit jedoch in zeitlich gleichen Intervallen statt, solange die Kurvenfahrt andauert.

Die Lenkwirkung läßt sich bei dem erfindungsgemäßen Verfahren noch dadurch unterstützen, daß zeitlich versetzt, vorzugsweise während des Rotierens mit der Bezugsgeschwindigkeit ein Beschleunigungsschlag oder -schub auf das Bohrgestänge und/oder den Bohrkopf ausgeübt wird.

Wie das Bohrgestänge, der Bohrkopf und das Abbauwerkzeug beschaffen sind, spielt bei dem erfindungsgemäßen Verfahren keine Rolle; entscheidend ist alleine, daß der Bohrkopf bzw. das am Bohrkopf befindliche Abbauwerkzeug während der Gestängerotation einen Hüllkreis beschreibt, mithin eine Exzentrizität bzw. eine Asymmetrie vorhanden ist.

Unter dieser Voraussetzung kommen für das erfindungsgemäße Verfahren auch mehrere Werkzeuge infrage, die demgemäß exentrisch gruppiert sind. Als Abbauwerkzeug kann, je nach Bodenbeschaffenheit auch eine, einen abbauenden Schneidstrahl liefernde, auf der Rotationsachse angeordnete Düse dienen.

Besonders geeignet für das erfindungsgemäße Verfahren ist jedoch eine Vorrichtung mit einem angetriebenen Bohrgestänge aus einem gekrümmten Führungs- bzw. Außenrohr und einem im Führungsrohr gelagerten angetriebenen Werkzeug. Das Führungsrohr kann in einem dem Bohrkopf benachbarten Teil abgewinkelt und/oder mit einer Lenkfläche versehen sein. Für das Gestänge und das Bohrwerkzeug bzw.

den Bohrkopf eignet sich ein herkömmlicher Antrieb, wie er beispielsweise in der deutschen Patentschrift 35 03 893 beschrieben ist und Bestandteil dieser Beschreibung sein soll. Als Alternative bietet es sich jedoch an, den Bohrkopf bzw. das Abbauwerkzeug mit Hilfe eines sogenannten Mudmotors hydraulisch anzutreiben, dem als Antriebsmedium ein gleichzeitig als Kühlflüssigkeit und/oder Transportmedium für das abgebaute Erdreich zur Verwendung kommendes flüssiges Medium, beispielsweise eine Bentonit/Wasser-Suspension, zugeführt wird.

Mudmotoren sind jedoch nur begrenzt einsetzbar, weil ihre Leistung vom Druck bzw. der Menge der ihnen zugeführten Antriebsflüssigkeit abhängt. Große Drehmomente und Abbauleistungen erfordern daher entsprechend große Flüssigkeitsmengen, die erhebliche Probleme mit sich bringen. Handelt es sich um eine - häufig thixotrope - Bentonit/Wasser-Suspension, dann entstehen hohe Kosten für den Bentonitverbrauch. Außerdem führt der Transport der Suspension durch das Bohrgestänge zu einem starken Verschleiß. Des weiteren können die großen Suspensions- oder Wassermengen zu unerwünschten Ausspülungen oder bei hohem hydrostatischen Druck zu Schäden an der Erdoberfläche, beispielsweise an Fahrbahnen, führen, wenn sie im Erdreich verbleiben, oder sie müssen zurückgeführt werden, was einen entsprechenden Rohrquerschnitt im Bohrgestänge oder einen entsprechenden Ringraum zwischen Bohrgestänge und dem umgebenden Erdreich sowie eine Aufbereitung für die Wiederverwendung des Bentonits erfordert. Schließlich erfordern große Flüssigkeitsmengen entsprechend große Pumpenleistung, was mit hohen Kosten verbunden ist.

Vorteilhafter ist daher ein externer Antrieb des Bohrwerkzeugs bzw. der Bohrwerkzeuge über ein Gestänge, über das sich große Drehmomente übertragen lassen. Im einfachsten Fall besteht das Bohrgestänge aus einem vorzugsweise hohlen Strang mit einem exzentrisch angeordneten Abbauwerkzeug, das sich beim Drehen des Bohrgestänges auf einem Hüllkreis bewegt. Dies kann mit Hilfe eines leicht gebogenen Gestänges oder mit einer Anordnung des Bohrwerkzeugs außerhalb der Gestänge- bzw. Rotationsachse bewirkt werden.

Das Bohrgestänge kann aber auch aus zwei konzentrischen Rohren bestehen, die jeweils einen eigenen Drehantrieb besitzen. Das Innenrohr ist dabei mit dem Bohrkopf bzw. einem Abbauwerkzeug verbunden, während das Außenrohr mit Werkzeugen besetzt oder mit einer Bohrkronen versehen sein kann.

Um den Erdreichabbau und das Abfördern des gelösten Erdreichs zu verbessern, können das Abbauwerkzeug, der Bohrkopf und/oder das Führungsrohr mit Düsen für eine vorzugsweise durch das Innenrohr zugeführte Flüssigkeit versehen sein. Die Flüssigkeit kann zum Kühlen, zum Abfördern des gelösten Erdreichs oder in Gestalt eines scharfen Strahls zum Abbau des Erdreichs dienen.

Die Drehachse des Bohrkopfs bzw. des Abbauwerkzeugs kann exzentrisch in bezug auf die Gestängeachse angeordnet sein, um beim Drehen des Gestänges eine Werkzeugbewegung auf dem erwähnten Hüllkreis zu erzeugen.

Das Abfördern des gelösten Erdreichs kann über einen Ringspalt zwischen dem Führungsrohr und dem Erdreich geschehen, wenn der Durchmesser des Abbauwerkzeugs größer ist als der Durchmesser des Führungsrohrs. Günstiger ist jedoch ein Abfördern durch das Führungsrohr, wofür sich im Bohrkopf und/oder im Führungsrohr Abraumöffnungen befinden müssen. Das Innenabfördern durch das Führungsrohr läßt sich mit Hilfe einer dort angeordneten Förderschnecke und/oder mittels Düsen für eine Flüssigkeit verbessern.

Andererseits besteht aber auch die Möglichkeit, den vorderen Teil des Bohrgestänges verschwenkbar auszubilden, um so mit unterschiedlichen Neigungswinkeln arbeiten zu können.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen des näheren erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignete Bohrvorrichtung in Aktion,

Fig. 2 ein Bohrgestänge mit abgewinkeltem vorderen Teil und einem Mudmotor,

Fig. 3 einem Ein-Rohr-Gestänge mit exzentrisch angeordnetem Mudmotor,

Fig. 4 ein Doppel-Rohr-Gestänge mit von einem Innenrohr angetriebenem exzentrisch angeordnetem Werkzeug,

Fig. 5 ein ähnliches Bohrgestänge, das sich für ein Innenabfördern des gelösten Erdreichs eignet,

Fig. 6 ein Doppel-Rohr-Gestänge mit abgewinkeltem vorderem Abschnitt und

Fig. 7 ein ähnlich beschaffenes Bohrgestänge, dessen vorderer Teil jedoch verschwenkbar ausgebildet ist.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Erdbohrung 1 im Erdreich 2 mittels eines aus Einzelrohren bestehenden elastischen Bohrgestänges 3 hergestellt. Am Ende des Bohrgestänges 3 befindet sich ein Bohrkopf 4 mit einer Lenkfläche bzw. Schräge 5, der mit dem Bohrgestänge 3 drehfest verbunden ist. Die vordere Kante der Schräge wirkt als Abbauwerkzeug und beschreibt beim Drehen des Gestänges einen Hüllkreis um die Gestängeachse. Im Bohrkopf 4 ist ein Sender 6 angeordnet, der drahtlos Daten an einen Empfänger 7

überträgt, die sich auf die Tiefe des Bohrkopfes 4 unter der Erdoberfläche, den Ort des Bohrkopfes 4 im Erdreich, seine Neigung, die Winkellage der Lenkfläche 5 bezüglich der Längsachse des Bohrkopfes 4 und gegebenenfalls die Temperatur am Bohrkopf 4 beziehen. Eine Funkverbindung zwischen dem Sender 6 und einem Empfänger 7 ist durch die gestrichelte Linie 8 angedeutet.

Eine weitere Funkverbindung 9 übermittelt die vorerwähnten Daten vom Empfänger 7 auf eine Anzeigevorrichtung 10 in der Nähe einer am Start 11 angeordneten schlagenden Dreh- und Vorschubeinheit 12. Diese Dreh- und Vorschubeinheit 12 weist einen Drehantrieb 13 für das Bohrgestänge 3, ein das Bohrgestänge 3 beaufschlagendes Schlagwerk 14 und einen Vorschubantrieb 15 auf.

Das Bohrgestänge 3 ist mit der Dreh- und Vorschubeinheit über einen Bohrgestängenanschluß 16 gekuppelt.

Von der Anzeigevorrichtung 10 führt eine Kabelverbindung zu einem Schaltkasten 17 mit Bedienungspult, mittels dessen es über je eine Kabelverbindung 18 möglich ist, den Drehantrieb 13, das Schlagwerk 14 und den Vorschubantrieb 15 anzusteuern.

Die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung läßt sich auf zwei verschiedene Weisen betreiben. Wird das Bohrgestänge 3 drehend und schiebend durch das Erdreich 2 getrieben, entsteht eine gerade Bohrung. Dabei wird die aufgrund der Lenkfläche 5 am Bohrkopf mögliche Ablenkung des außermittig wirkenden Bohrkopfes 4 durch das gleichmäßige Drehen des Bohrgestänges 3 neutralisiert.

Eine Kurvenfahrt wird bei der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung dadurch eingeleitet, daß die Drehbewegung (Winkelgeschwindigkeit) des Bohrkopfes 4 beispielsweise im Bereich der dargestellten Steuerstellung bzw. Winkellage der Schrägfläche 5 in bezug auf das Bohrgestänge 3 während jeder Drehung kurzfristig auf eine bestimmte Lenkgeschwindigkeit verlangsamt oder in der gegenüber dieser Lage um 180° versetzten Winkellage kurzfristig beschleunigt wird. Auf diese Weise ergibt sich eine nach unten gekrümmte Kurvenbahn, solange diese periodische Geschwindigkeitsänderung stattfindet.

Dieselbe Wirkung läßt sich erzielen, wenn das Bohrgestänge aus zwei konzentrischen Strängen besteht und sich an einem der Stränge dort, wo die Lenkfläche 5 in einer Spitze oder Schneide endet, mindestens ein Werkzeug befindet, das angetrieben sein kann und sich auf einem Hüllkreis um die Gestängeachse bewegt, wenn der Strang sich dreht, mit dem das Werkzeug verbunden ist. Dies ist beispielsweise möglich mit einem aus zwei konzentrischen Rohren bestehenden Gestänge, bei dem das Innenrohr mit einem exzentrisch angeordneten Werkzeug versehen oder das Außenrohr in einem begrenzten Abschnitt seiner Stirnfläche als Bohrkronen ausgebildet ist.

Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel besteht das Bohrgestänge aus einer abgelenkten

Bohrlanze 19 mit einer Bohrung 20,21, die zu einem Mudmotor 22 führt, der über die Bohrung 20,21 mit Antriebsflüssigkeit versorgt wird. Der Mudmotor treibt ein zentrisch angeordnetes Abbauwerkzeug 23 mit Düsen 24 an, über welche die Antriebsflüssigkeit austritt, um den Erdbereichabbau zu unterstützen und/oder das Abfordern des gelösten Erdbereichs über den Ringraum 25 zwischen der Bohrlanze 19 und dem Erdbereich 2 zu verbessern.

Die Bohrlanze 19 enthält eine Meß- und Sendeeinheit 26 zum Aufnehmen und Weiterleiten der zum Lenken erforderlichen Meßdaten.

Ein weiteres Ein-Rohr-Gestänge 27 ist in Fig. 3 dargestellt und enthält einen Mudmotor 28, der über eine Schlauchleitung 29 mit Antriebsflüssigkeit versorgt wird, die den Mudmotor über Düsen 30 eines exzentrisch angeordneten Abbauwerkzeugs 31 verläßt. Das vordere Ende des Bohrgestänges 27 ist mit Werkzeugen 32 besetzt und besitzt eine Lenkschräge 33, die sich bei einer Kurvenfahrt an der ihr benachbarten Wandung des von dem Werkzeug 31 geschaffenen Erdkanals abstützt. Die Kurvenfahrt findet statt, wenn das Gestänge 27 im Bereich der in Fig. 5 dargestellten Winkellage kurzfristig mit einer Geschwindigkeit gedreht wird, die sich von der Bezugsgeschwindigkeit positiv oder negativ unterscheidet.

Das Abbauwerkzeug 31 läßt sich entsprechend der Darstellung in Fig. 4 bei einem Doppel-Rohr-Gestänge mit einem Außenrohr 34 auch über ein rohrförmiges Innengestänge antreiben, das aus mehreren, jeweils über Kardangelenke 35 miteinander verbundenen Teilstücken 36,37,38 besteht. Die Kardangelenke können entfallen, wenn das Innengestänge hinreichend flexibel ist.

Um das Abfordern des von dem Abbauwerkzeug 31 im Zusammenwirken mit den aus den Düsen 30 austretenden Flüssigkeitsstrahlen gelösten Erdbereichs zu verbessern, weist bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 5 das Außenrohr 39 des Doppel-Rohr-Gestänges 39,40 eine Abraumöffnung 41 auf und ist das Innenrohr 40 mit Schaufeln 58 besetzt, die das durch die Abraumöffnung 41 in das Außenrohr 39 eintretende Erdbereich in Richtung des Bohrgestängeantriebs abfordern.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 6 ist das Führungs- bzw. Außenrohr 42 des Bohrgestänges abgewinkelt, während das Innenrohr aus einem Rohrstrang 43 besteht, der über ein Kardangelenk 44 mit einem Innenrohrabschnitt 45 in Verbindung steht, der drehfest mit einem Abbauwerkzeug 46 verbunden ist. Der Durchmesser des Abbauwerkzeugs 46 ist größer als der Durchmesser des Führungsrohrs 42 und schafft daher einen Ringraum 47, über den das gelöste und mit der über Düsen 47 des Abbauwerkzeugs 46 austretenden Flüssigkeit vermischte Erdbereich peripher abgefordert wird.

Bei dem Bohrgestänge der Fig. 7 aus einem Führungsrohr 48 und einem damit über ein Gelenk 49 verbundenen Rohrabschnitt 50 wird das Abbauwerkzeug 51 über ein Innengestänge 52 angetrieben, das über

eine Kupplung 53, beispielsweise in Gestalt einer Vielkeilwelle, und ein Kardangelenk 54 mit der Antriebswelle 55 des Abbaup Werkzeuges 51 verbunden ist. Ein Bund 56 des Innengestänges 52 ist über eine Schubstange 57 mit dem Rohrabschnitt 50 verbunden und erlaubt beim Längsverschieben des Innengestänges 52 ein Verschwenken des Rohrabschnitts 50. Auf diese Weise läßt sich der Abknickwinkel des Rohrabschnitts 50 und damit der Durchmesser des geraden Abschnitts einer Erdbohrung sowie der Krümmungsradius bei einer Kurvenfahrt stufenlos einstellen.

Allen Ausführungsbeispielen ist das eine gemeinsam, daß sich bei einer im wesentlichen gleichmäßigen Bewegung des in bezug auf die Drehachse des Gestänges exzentrisch angeordneten Abbaup Werkzeuges auf einem Hüllkreis um die Drehachse ein gerader Bohrabschnitt und bei einem Rotieren mit vorzugsweise regelmäßig pulsierender Winkelgeschwindigkeit eine Kurvenfahrt ergibt, deren Krümmungsradius von der Geometrie des Bohrgestänges und/oder des Bohrwerkzeuges sowie der Geschwindigkeitsabweichung im Verhältnis zur Bezugsgeschwindigkeit abhängt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Richtungsbohren mit Hilfe einer Bohrvorrichtung mit
 - einem Gestänge und
 - einem sich auf einer Kreisbahn bewegenden Abbaup Werkzeug, bei dem
 - das Werkzeug beim Geradeausbohren mit im wesentlichen konstanter Winkelgeschwindigkeit bewegt und
 - die Winkelgeschwindigkeit beim Kurvenbohren periodisch geändert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Winkelgeschwindigkeit je Umdrehung des Werkzeuges einmal in einem bestimmten Winkelbereich geändert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß während der Kurvenfahrt die Winkelgeschwindigkeit in zeitlich gleichen Intervallen geändert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zeitlich versetzt zu der Geschwindigkeitsänderung ein Beschleunigungsschlag oder -schub auf das Gestänge ausgeübt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Beschleunigungsschlag oder -schub in die Phase der höheren Winkelgeschwindigkeit fällt.

6. Vorrichtung insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 mit einem angetriebenen Bohrgestänge (3,19,27;34;39,40;42,43; 48,50) und mindestens einem exzentrisch zur Bohrachse angeordneten Werkzeug (4;23;31;46;51).
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch ein Bohrgestänge aus einem abgewinkelten oder gekrümmten Führungsrohr (19,42) und einem im Führungsrohr gelagerten angetriebenen Werkzeug (23, 46).
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Bohrgestänge (3) aus zwei konzentrischen Rohren (39,40;42,43) besteht.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Innenrohr (36,37,38;40;52) angetrieben sowie mit einem Abbaup Werkzeug (31,46,51) verbunden ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug (23,31,46) mit Düsen (24,30,47) für eine durch das Innenrohr (36,37,38;40;52) zugeführte Flüssigkeit versehen ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 und 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug (23,31) von einem Mudmotor (22,28) angetrieben und die Antriebsflüssigkeit durch das Gestänge (19,27) zugeführt wird.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestänge (19;42,43) im vorderen Teil abgewinkelt ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehachse des Abbaup Werkzeuges (31) exzentrisch angeordnet ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestänge (27,34) oder Werkzeug (4) mit einer Lenkfläche (5,33) versehen ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das vordere Ende des Außenrohrs (27,34,39) mit Werkzeugen (32) besetzt ist.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestänge (39) mit mindestens einer Abraumöffnung (41) versehen ist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet

zeichnet, daß im Gestänge (39) eine Förderschnecke (40,58) und/oder Düsen für eine Flüssigkeit zum Abfordern des Erdreichs angeordnet sind.

5

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 und 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Außenrohr (48) gelenkig mit einem dem Abbauwerkzeug (51) benachbarten Rohrabschnitt (50) verbunden ist.

10

15

20

25

30

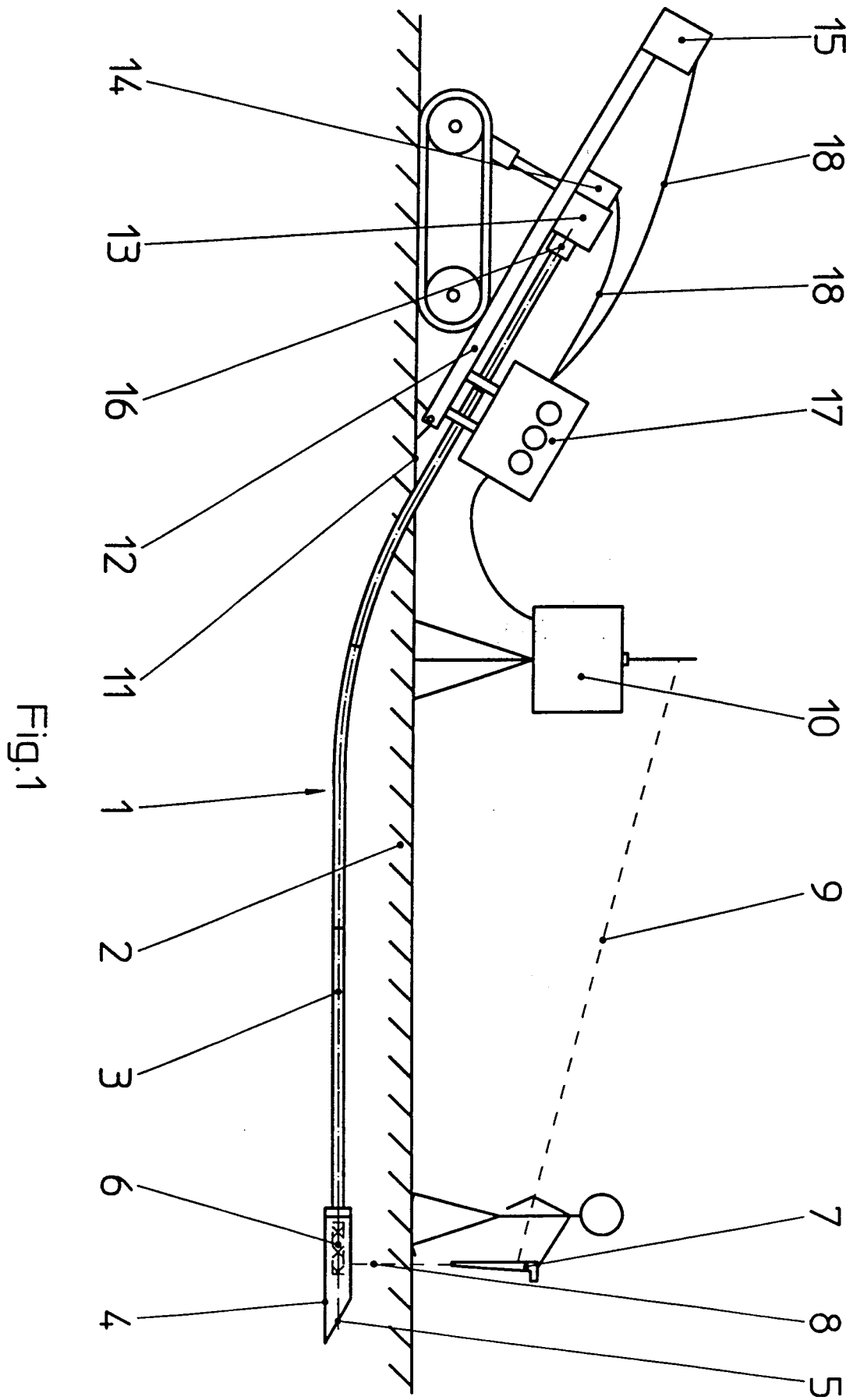
35

40

45

50

55



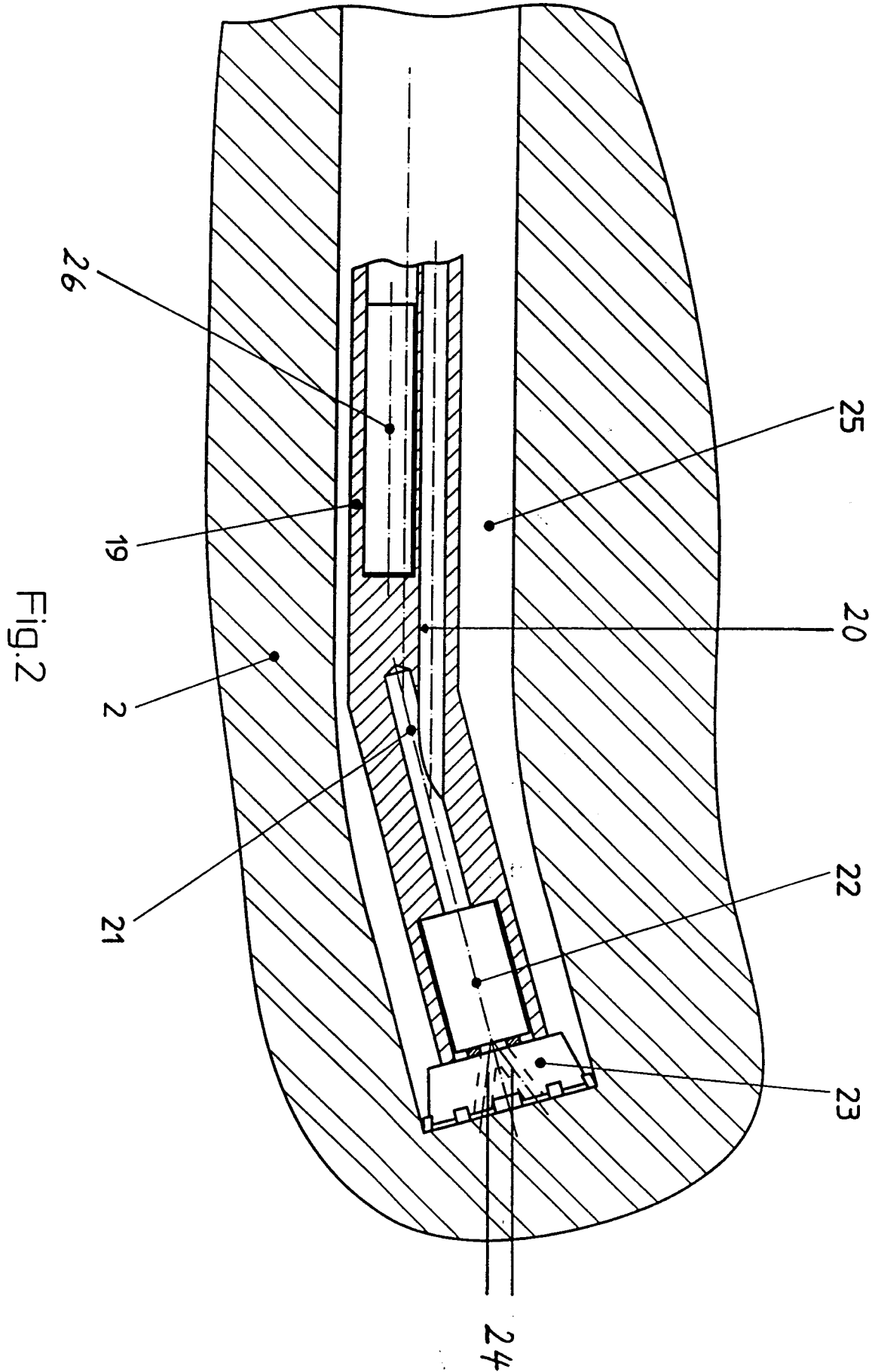


Fig. 2

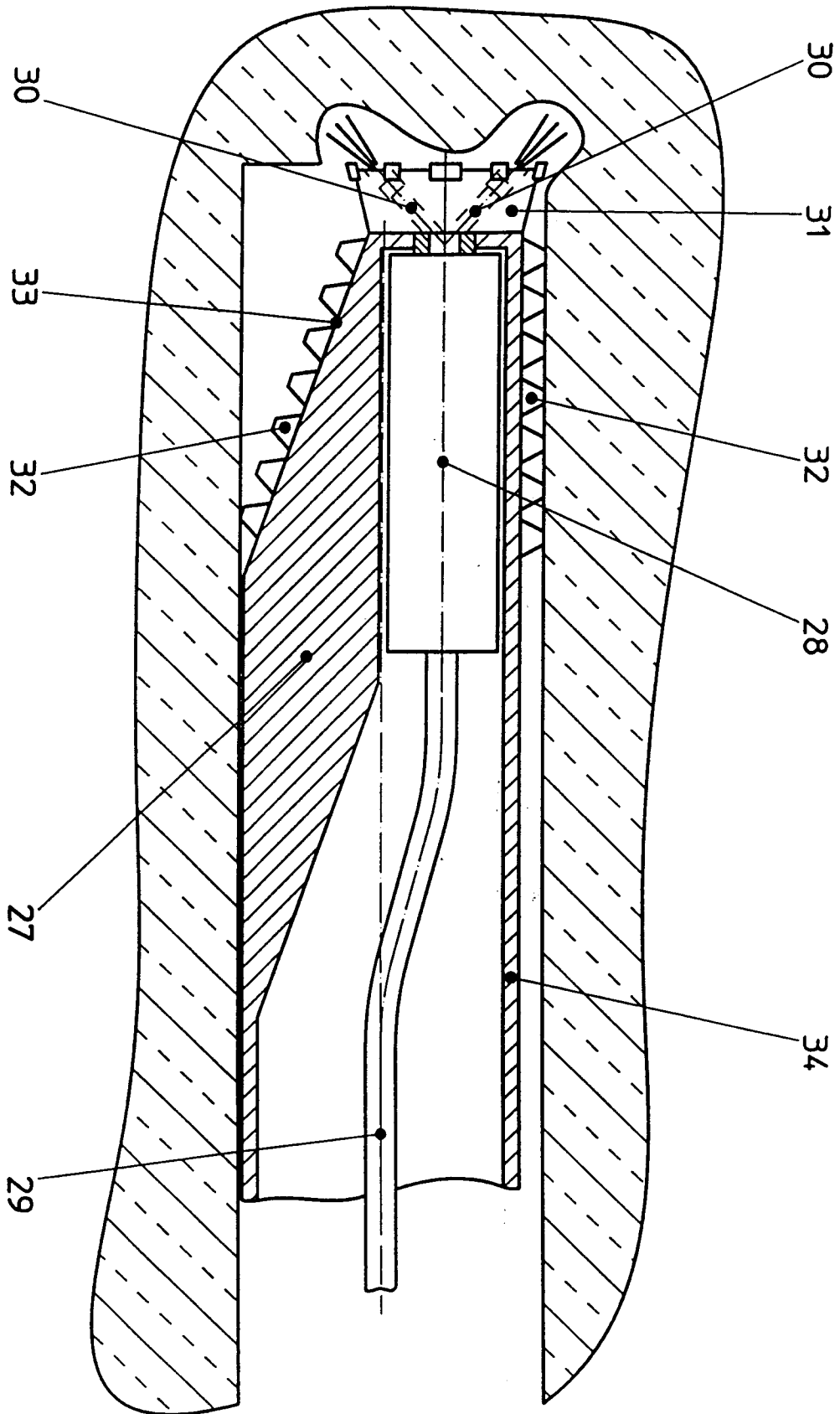


Fig.3

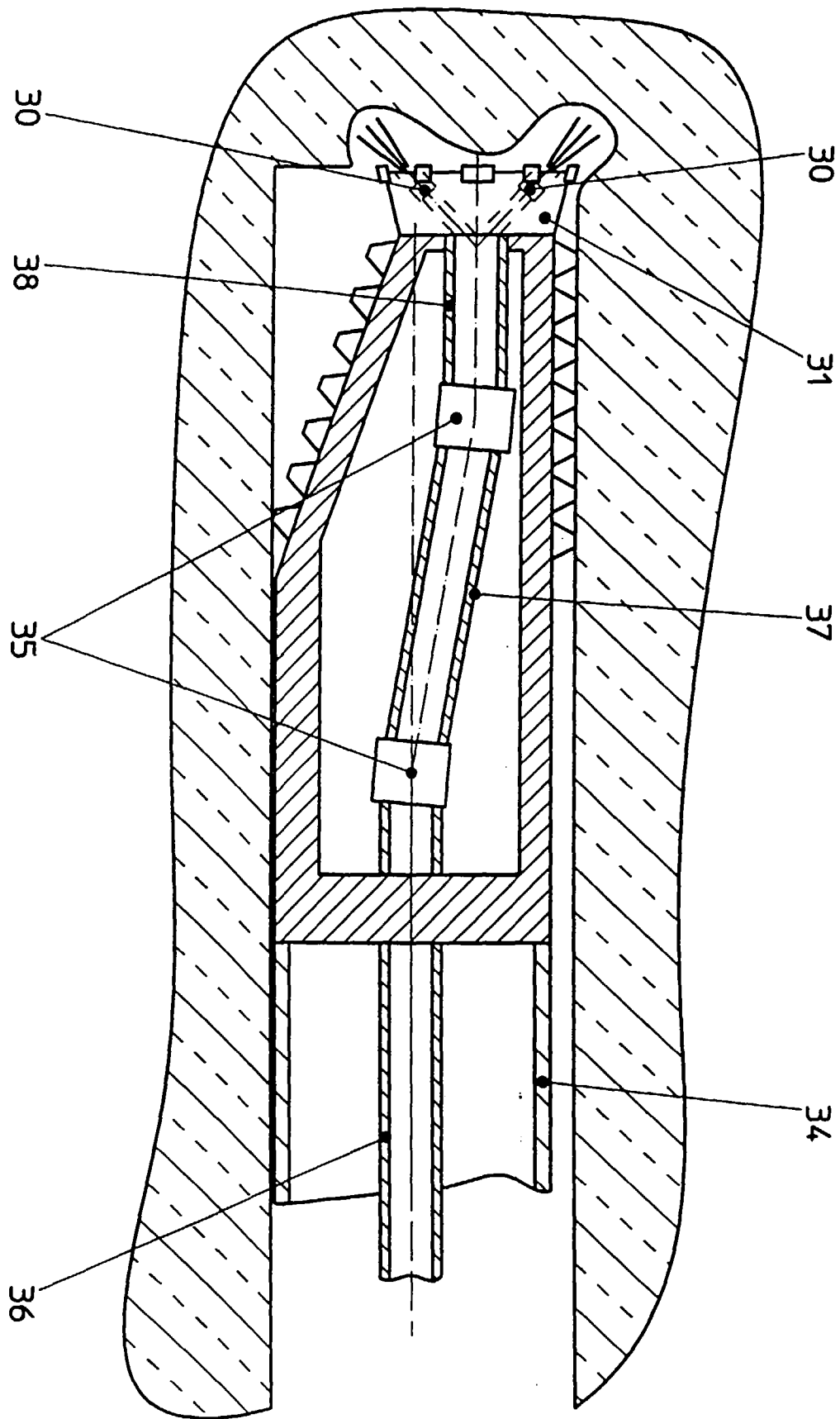


Fig. 4

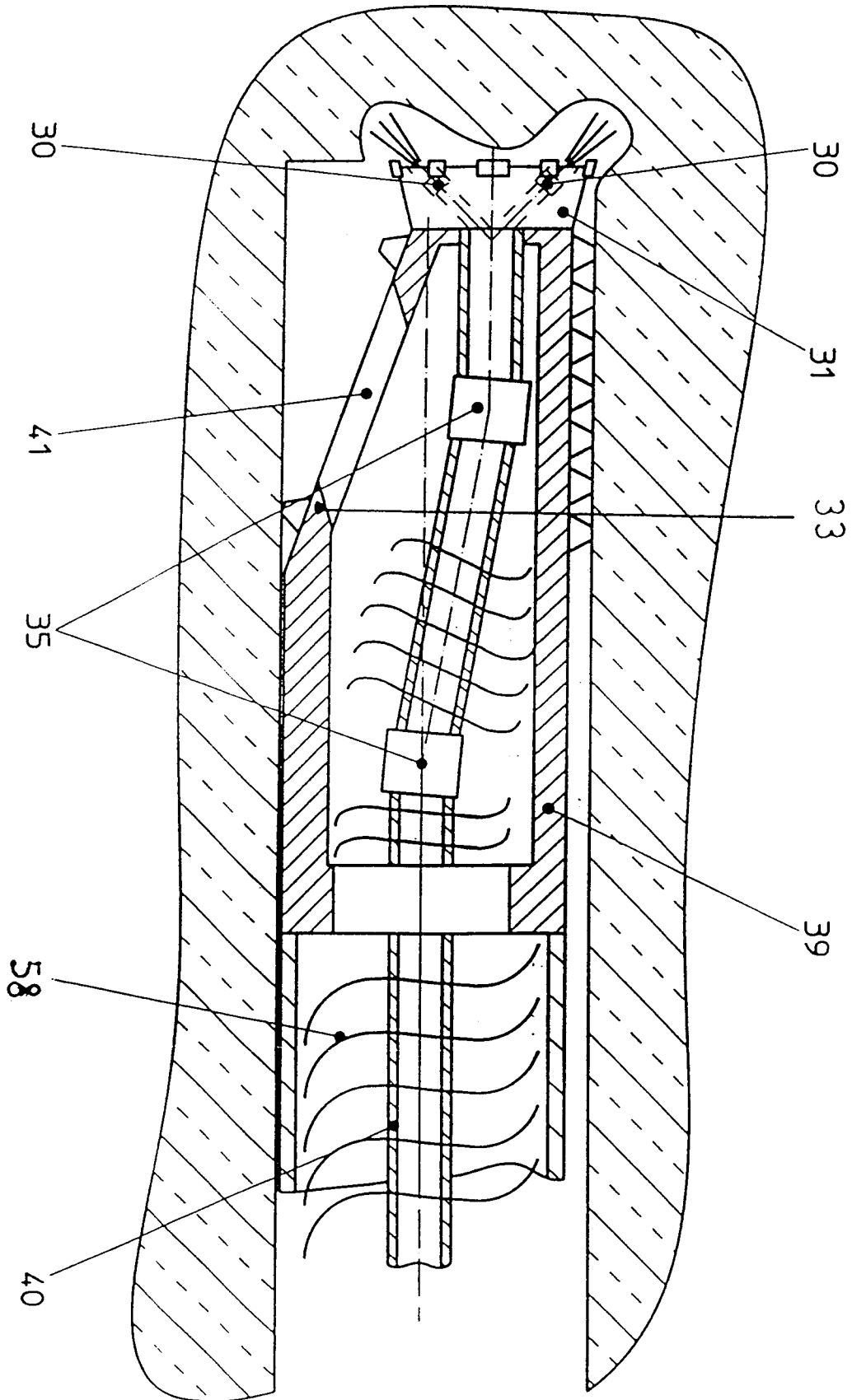


Fig. 5

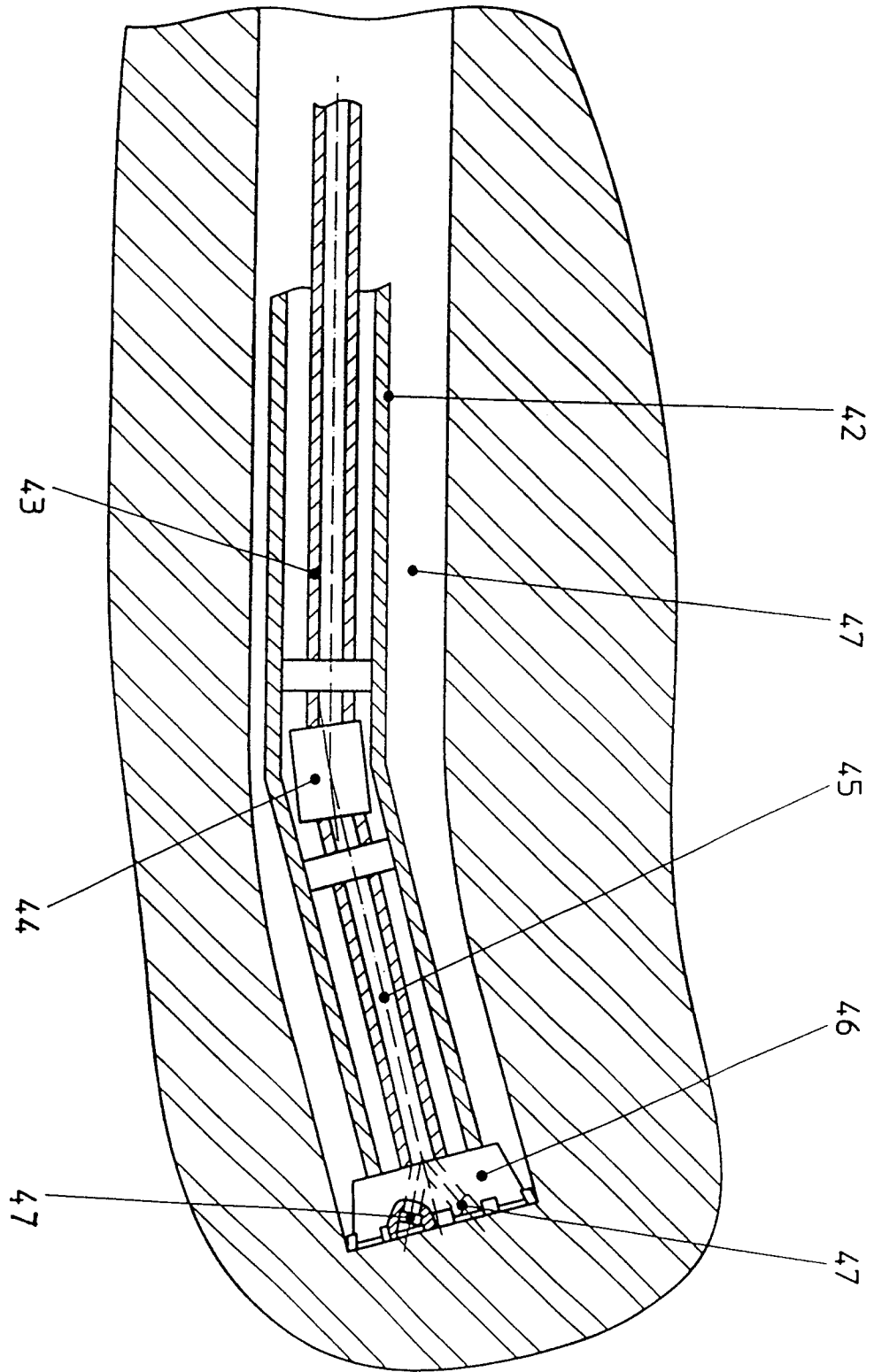


Fig. 6

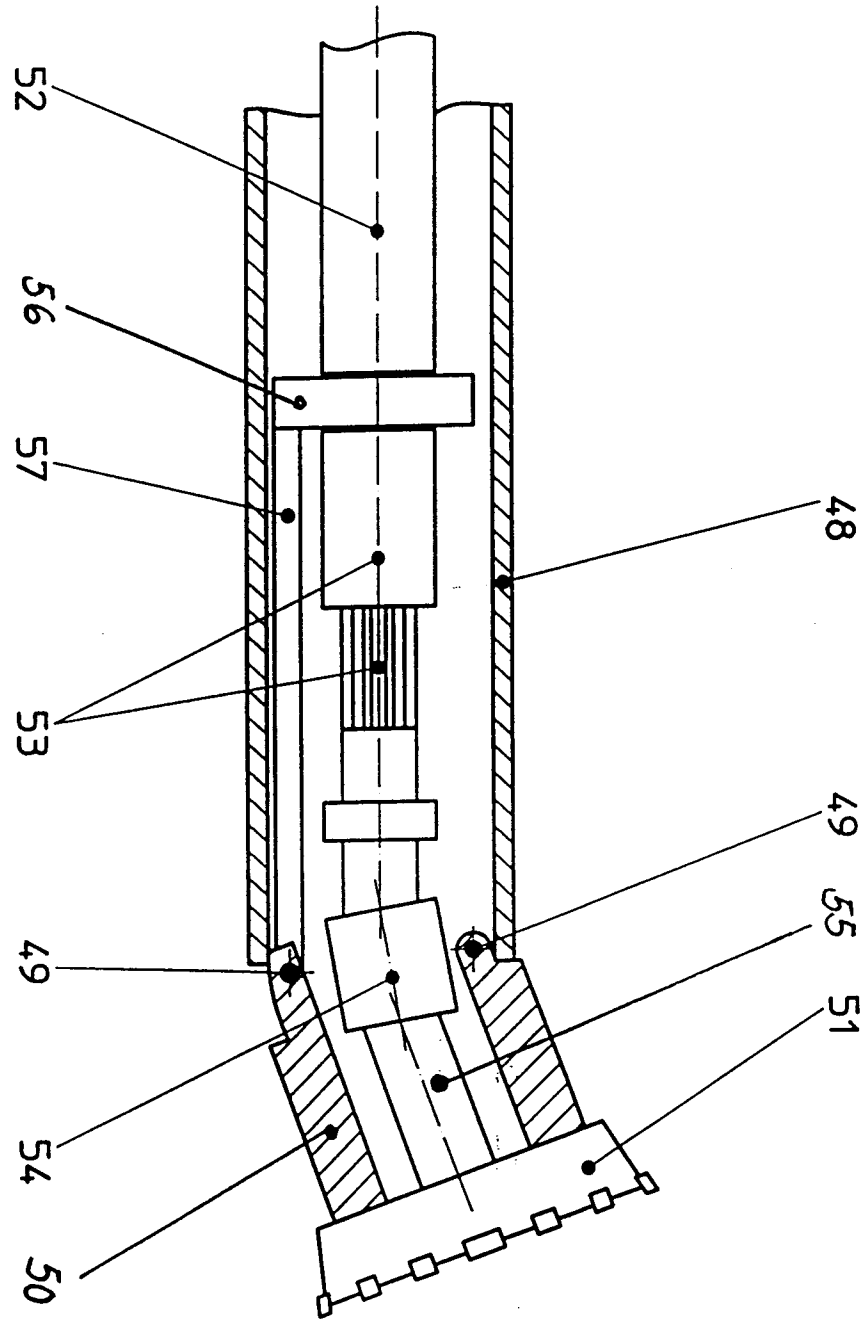


Fig. 7