



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer : **92111212.4**

(51) Int. Cl.⁵ : **E21B 7/06, E21B 7/18,
E21B 7/26, E21B 4/14,
E21B 17/07, E21B 10/38**

(22) Anmeldetag : **02.07.92**

(30) Priorität : **05.07.91 DE 4122350**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :
13.01.93 Patentblatt 93/02

(84) Benannte Vertragsstaaten :
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU MC NL
PT SE**

(71) Anmelder : **TERRA AG fuer Tiefbautechnik
Wiesenweg 8
CH-4802 Strengelbach (CH)**

(72) Erfinder : **Jenne, Gustav, Dr.
Schmachtenbergstr. 183
W-4300 Essen 18 (DE)
Erfinder : Jenne, Dietmar
Wiesenweg 8
CH-4802 Strengelbach (CH)**

(74) Vertreter : **Schaumburg, Thoenes &
Englaender
Mauerkircherstrasse 31 Postfach 86 07 48
W-8000 München 86 (DE)**

(54) **Verfahren zur Richtungssteuerung eines Erdbohrgerätes sowie Vorrichtung zur Herstellung von Erdbohrungen.**

(57) Bei einem Verfahren zur Richtungssteuerung eines Erdbohrgerätes, das ein rohrförmiges Gehäuse (34) und einen koaxial zu demselben angeordneten Kopf (36) umfaßt, wird vor oder während des Vortriebes des Erdbohrgerätes zur Ablenkung desselben von seiner axialen Vortriebsrichtung Druckflüssigkeit zu in dem Kopf (36) ausgebildeten Strahldüsen (62) geleitet, wobei nur die Düse (62, 74) oder Düsen (62, 74) mit Druckflüssigkeit beaufschlagt werden, deren Strahlrichtung mindestens annähernd in die gewünschte Ablenkungsrichtung des Erdbohrgerätes (10) weisen.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Richtungssteuerungen eines Erdbohrgerätes gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Herstellung von Erdbohrungen, insbesondere zur Durchführung eines vorstehend genannten Verfahrens.

Für das Verlegen von Kabeln und Schläuchen im Boden werden in Vorgärten, unter Straßen, Eisenbahnen, Flüssen und befestigten Flächen kleine Tunnel im Durchmesserbereich von ca. 45 bis 200 mm benötigt, die vielfach mittels Stoß- oder Schlagbohrgeräten hergestellt werden. Die Verdrängungsköpfe herkömmlicher Geräte dieser Art können zwar durch spezielle Kopfformen gute Verdrängungs- und Zertrümmerungseigenschaften aufweisen. Sie sind in ihrer Vorschubrichtung jedoch nicht steuerbar, so daß bei einfachen Geräten dieser Art keine Möglichkeit besteht, diese Geräte um die Kurve zu steuern oder Kursabweichungen der Geräte zu korrigieren.

Um diesen Nachteil zu beseitigen, wurden bereits verschiedene Lösungen vorgeschlagen. So ist es aus der DE-A-39 11 467 bekannt, an der Stirnseite eines Erdbohrgerätes eine Abschrägung vorzusehen. Diese Abschrägung drückt den Kopf des Gerätes beim Eindringen in den Boden nach einer Seite weg. Um den Geradeauslauf zu erreichen, muß ein solcher Kopf kontinuierlich um seine Längsachse gedreht werden. Dabei drückt die Abschrägung während der Vorwärtsbewegung des Gerätes im Wechsel nach oben, rechts, unten und links, so daß sich das Gerät bei einer gleichförmigen Drehung des Kopfes im Ergebnis geradeaus bewegt. Ein Kopf mit solch einer Abschrägung hat allerdings nicht mehr die notwendigen Zertrümmerungs- und Verdrängungseigenschaften, um auch in inhomogenen und festen Bodenarten die Vorwärtsbewegung zu ermöglichen.

Um in bestimmten bindigen und sandigen Bodenarten den Spitzenwiderstand an dem Gerätekopf zu verringern und die Vorwärtsbewegung des Gerätes zu erleichtern, wurde bereits vorgeschlagen, den Boden unmittelbar vor dem Gerätekopf durch einen starken Flüssigkeitsstrahl aufzulockern oder völlig wegzuschwemmen. So ist aus der US-A-4 674 579 ein Erdbohrgerät mit einem Bohrkopf bekannt, der vorne asymmetrisch ist und einen einseitigen schräg zur Geräteachse gerichteten Austritt für einen Flüssigkeitsstrahl aufweist. Da der Boden im Bereich des Flüssigkeitsstrahles aufgeweicht oder weggeschwemmt wird, setzt das Erdreich dem Erdbohrgerät in diesem Bereich den geringsten Widerstand entgegen. Bei seinem Vortrieb wird das Erdbohrgerät daher in die Richtung des Flüssigkeitsstrahles ausgelenkt. Damit läßt sich die Vorschubrichtung des Gerätes beeinflussen. Zum Geradeauslauf muß dieser Bohrkopf jedoch ebenso wie bei dem oben beschriebenen Gerät mit abgeschrägtem Kopf kontinuierlich gedreht werden. Nachteilig an dieser Lösung ist jedoch, daß der zur Drehung des Kopfes erforderliche Mechanis-

mus den rauen Betriebsbedingungen nicht lange standhält. Dies würde insbesondere für sogenannte Rammbohrgeräte gelten, bei denen die zur Fortbewegung des Erdbohrgerätes notwendigen dynamischen Hammerschläge so hart sind, daß die Elemente zum Führen und Drehen des Kopfes in kurzer Zeit verschlissen wären.

Die selben Nachteile weist ein aus der US-A-4 714 118 bekanntes Erdbohrgerät mit symmetrischem Kopf auf, an dem mehrere asymmetrisch angeordnete Strahldüsen vorgesehen sind. Diese Düsen sind entweder alle offen oder alle geschlossen. Zum Geradeauslauf muß wieder der Bohrkopf gedreht werden.

Aus der US-A-3 365 007 ist ein Erdbohrer bekannt, in dessen Bohrkopf Düsen für den Austritt einer Bohrflüssigkeit ausgebildet sind. Der Flüssigkeitsaustritt durch die Düse kann gesteuert werden. Da der Bohrkopf zum Eindringen in den Boden gedreht werden muß, muß er zum Ändern der Bohrrichtung angehalten werden. Nach dem Anhalten des Bohrkopfes wird durch Ansteuerung bestimmter Düsen der Boden an der gewünschten Stelle weggeschwemmt. Wird der Bohrer wieder in Betrieb genommen, dringt er in den ausgespülten Hohlraum ein und weicht somit von der vorherigen Bohrrichtung in die gewünschte Richtung ab. Eine Richtungsänderung während des Vortriebes ist dabei aber nicht möglich.

Den gleichen Nachteil hat auch ein Erdbohrer gemäß der US-A-3 746 108. Er unterscheidet sich von der aus der US-A-3 365 007 bekannten Lösung dadurch, daß die Strahldüsen an dem Bohrkopf asymmetrisch angeordnet und nicht wahlweise ansteuerbar sind. Um die Bohrrichtung ändern zu können, muß wieder der Bohrkopf angehalten und so ausgerichtet werden, daß die Düsen in die gewünschte Richtung weisen. Nach dem Ausspülen eines seitlichen Hohlraumes kann dann der Bohrbetrieb wieder aufgenommen werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art sowie ein Erdbohrgerät zu seiner Durchführung anzugeben, bei dem die Vortriebsrichtung des Erdbohrgerätes beliebig geändert werden kann, ohne daß hierzu der Kopf des Erdbohrgerätes um seine Achse drehbar sein muß.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung dadurch gelöst, daß nur die Düse oder Düsen mit Druckflüssigkeit beaufschlagt werden, deren Strahlrichtung mindestens annähernd in die gewünschte Ablenkungsrichtung des Erdbohrgerätes weisen. Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß der Druck der Druckflüssigkeit an der Düse oder den Düsen, deren Strahlrichtung mindestens annähernd in die gewünschte Ablenkrichtung des Erdbohrgerätes weist, höher als der Druck der Druckflüssigkeit an den an-

deren Düsen ist.

Bei der erfindungsgemäßen Lösung wird also die Richtungssteuerung des Erdbohrgerätes dadurch bewirkt, daß die Druckflüssigkeit zu jeder Düse bezüglich Druck und/oder Menge der Druckflüssigkeit individuell gesteuert wird. Durch die Auswahl der mit Druckflüssigkeit beaufschlagten Strahldüsen und/oder die Wahl des Druckes läßt sich der Grad der Auflockerung des Erdreiches in einem bestimmten Winkelbereich um den Kopf des Erdbohrgerätes herum so durchführen, daß durch diese Auflockerung eine große oder kleine Richtungsänderung des Erdbohrgerätes ausgelöst werden kann, da in dem aufgelockerten Erdreich der dem Kopf des Erdbohrgerätes entgegengesetzte Widerstand verringert wird und der Verdrängungskopf des Erdbohrgerätes zwangsläufig nach der Seite des geringeren Widerstandes ausweicht.

Vorzugsweise sind in dem rohrförmigen Gehäuse weitere Strahldüsen angeordnet, die - in Längsrichtung des Erdbohrgerätes - betrachtet, jeweils in Flucht mit mindestens einer Strahldüse des Kopfes liegen und die jeweils in der gleichen Weise mit Druckflüssigkeit beaufschlagt werden wie die mit ihnen jeweils in Flucht liegenden Strahldüsen des Kopfes. Damit erfolgt das Auflockern des Bodens durch die Druckflüssigkeit für eine Richtungsänderung nicht nur im Bereich des Kopfes sondern auch im Bereich des Gehäuses. Der Boden wird gleichzeitig auf einer größeren Länge aufgelockert, so daß eine Ablenkung des Erdbohrgerätes auf einer kürzeren Vortriebsstrecke möglich ist, d.h. es können Kurven mit kleineren Radien für die Bahn des Erdbohrgerätes erzielt werden.

Da bei dem erfindungsgemäßen Erdbohrgerät der Kopf nicht gedreht zu werden braucht, kann das Erdbohrgerät während des Austrittes der Druckflüssigkeit durch die Düsen vorgetrieben werden. Damit erreicht man insbesondere bei Rammbohrgeräten eine hohe Vortriebsgeschwindigkeit.

Der Druck der Druckflüssigkeit an den in die gewünschte Ablenkrichtung weisenden Düsen kann dabei je nach Bodenart zwischen ca. 20 bis 250 Bar variieren. Um den Vortrieb des Erdbohrgerätes durch eine Verbesserung seiner Gleiteigenschaften zu erleichtern, kann eine Druckflüssigkeit verwendet werden, die thixotrope oder Gleitmitteleigenschaften aufweist.

Eine Vorrichtung zur Herstellung von Erdbohrungen, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens der vorstehend beschriebenen Art umfaßt ein Erdbohrgerät mit einem rohrförmigen Gehäuse und einem koaxial zu diesem angeordneten Kopf sowie Mittel zum Vortrieb des Erdbohrgerätes, wobei in dem Kopf des Erdbohrgerätes mindestens drei Düsen angeordnet sind, die an eine Druckflüssigkeitsquelle anschließbar sind, wobei erfindungsgemäß Mittel vorgesehen sind, um die Druckflüssigkeitszufuhr zu

jeder Düse bezüglich Druck und/oder Menge der Druckflüssigkeit individuell zu steuern. Über die Veränderung des Druckes oder der Menge der Druckflüssigkeit hinaus kann auch vorgesehen sein, daß der jeweilige Strahlwinkel der Düse verstellbar ist.

Um gegebenenfalls einen großflächigeren Bereich des Erdreiches in einer vorgegebenen Richtung auflockern zu können, ist es zweckmäßig, wenn eine Mehrzahl von Düsen in Längsrichtung des Erdbohrgerätes hintereinander angeordnet ist. Insbesondere dann, wenn der Strahlwinkel der Düsen veränderbar ist, ergibt sich dadurch eine große Vielfalt von Steuerungsmöglichkeiten.

Für einen einwandfreien Geradeauslauf des Gerätes ist es zweckmäßig, wenn die Düsen symmetrisch bezüglich der Längsachse des Erdbohrgerätes angeordnet sind. Beim Absperren aller Düsen oder beim Beaufschlagen aller Düsen mit derselben Druckflüssigkeitsmenge und demselben Druck ist dann ein Geradeauslauf des Gerätes gewährleistet, sofern das Erdreich einigermaßen homogen ist.

Der Kopf des Erdbohrgerätes kann mit Ausnahme der Anordnung der Düsen in herkömmlicher Weise ausgebildet sein. So kann der Kopf konisch geformt sein und über die Konusfläche symmetrisch bezüglich der Achse verteilte Rillen aufweisen, in denen die Düsen angeordnet sind. Im Gegensatz zu diesem reinen Verdrängungskopf kann der Kopf auch gestuft ausgeformt sein und ebenfalls symmetrisch bezüglich der Achse verteilte Längsrillen aufweisen, in denen wiederum die Düsen angeordnet sind. Der abgestufte Kopf weist bessere Zertrümmerungseigenschaften auf.

Zur Zufuhr der Druckflüssigkeit zu den Düsen sind diese zweckmäßigerweise mit in der Gehäusewand verlaufenden achsparallelen Kanälen verbunden, deren kopferne Enden über flexible Leitungen mit der Druckflüssigkeitsquelle verbunden sind. Dadurch bleibt der Innenraum des Gehäuses des Erdbohrgerätes frei, um beispielsweise in diesem Raum den Schlagkolben einer Rammereinrichtung unterzubringen. Die Steuerventile zur Steuerung der Druckflüssigkeitszufuhr zu den einzelnen Düsen können entweder im Erdbohrgerät selbst oder an der Druckflüssigkeitsquelle vorgesehen sein. Die letztere Ausführungsform hat den Vorzug, daß die Steuerleitungen zur Steuerungen der Ventile kurz sind und nicht auch mit dem Erdbohrgerät mitgezogen werden müssen.

Das Erdbohrgerät kann in an sich bekannter Weise über ein an seinem kopfernen Ende angreifendes Gestänge ins Erdreich gedrückt werden, wobei zwischen dem Erdbohrgerät und dem Gestänge zum Schutze desselben vor Beschädigung durch Schläge der Rammereinrichtung ein Schwingungsdämpfer eingebaut sein kann.

Um den Einsatz eines als Rammbohrgerät ausgebildeten Erdbohrgerätes auch unter Wasser zu er-

möglichen, ist es zweckmäßig, wenn die Abluft der pneumatischen Rammeinrichtung durch eine wasserdichte Leitung nach rückwärts abgeführt wird.

Um die Position und Ausrichtung des Erdbohrgerätes zu jedem Zeitpunkt einwandfrei feststellen und überwachen zu können, kann in dem Kopf des Erdbohrgerätes in an sich bekannter Weise ein Sender vorgesehen sein, der geeignete Positionssignale aussendet.

Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus der folgenden Beschreibung, welche in Verbindung mit den beigelegten Zeichnungen die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung der Arbeitsweise und des Einsatzes eines als Rammbohrgerät ausgebildeten Erdbohrgerätes,

Figur 2 eine der Figur 1 entsprechende Darstellung eines statischen Erdbohrers,

Figur 3 einen die Achse enthaltenden Schnitt durch ein Rammbohrgerät gemäß Figur 1,

Figur 4 eine Seitenansicht eines konischen Kopfes des erfindungsgemäßen Erdbohrgerätes,

Figur 5 eine Frontansicht des in Figur 4 dargestellten Kopfes,

Figur 6 eine Detaildarstellung einer einzelnen Düse des in Figur 4 dargestellten Kopfes in vergrößertem Maßstab,

Figur 7 eine perspektivische Ansicht eines abgestuften Kopfes eines erfindungsgemäßen Erdbohrgerätes und

Figur 8 eine die Achse enthaltenden Schnitt durch einen Schwingungsdämpfer zwischen einem Rammbohrgerät gemäß Figur 3 und einem Vortriebsgestänge und

Figur 9 und 10 jeweils eine schematische Schnittdarstellung einer Düse.

In Figur 1 ist allgemein mit 10 ein Erdbohrgerät bezeichnet, mit dessen Hilfe im Erdreich 12 eine Röhre 14 erzeugt werden soll, in der dann anschließend Kabel oder Schläuche verlegt werden können. Bei dem Erdbohrgerät 10, das später noch anhand der Figur 3 genauer beschrieben wird, handelt es sich um ein Rammbohrgerät, das durch die Schläge eines in dem zylindrischen Gehäuse des Erdbohrgerätes 10 axial beweglichen Schlagkolbens durch das Erdreich 12 getrieben wird. Der Schlagkolben wird durch Druckluft angetrieben, die über ein hohles Gestänge 16 von einer Druckluftquelle 18 her zugeführt wird. Das Gestänge 16 dient gleichzeitig dazu, eine weitere Vortriebskraft auf das Erdbohrgerät 10 auszuüben. An einem nur schematisch dargestellten Bohrschlitten 20 wird dabei das Gestänge entsprechend dem Vortrieb des Erdbohrgerätes 10 verlängert und die Vortriebskraft eingeleitet. Die in der Zeichnung dargestellten Gruben 22 und 24 dienen als Anschlußgrube bzw. Start- und Eintrittsgrube für das Erdbohrgerät 10 und das Gestänge 16.

Die soweit beschriebene Anordnung ist an sich bekannt und braucht in ihren technischen Merkmalen und in ihre Funktionsweise nicht näher beschrieben zu werden. Bei den herkömmlichen Geräten dieser Art tritt grundsätzlich das Problem auf, wie die gewünschte Vortriebsrichtung des Erdbohrgerätes 10 eingehalten oder in gewünschter Weise geändert werden kann. Zur Illustration dieses Problems wurde eine in dem Erdreich 12 liegende Rohrleitung 26 eingezeichnet, die die herzustellende Röhre 14 kreuzt und daher von dem Erdbohrgerät 10 unterfahren werden muß. Ein solches Ausweichmanöver setzt voraus, daß das Erdbohrgerät 10 entsprechend gesteuert werden kann. Bei der vorliegenden Erfindung erfolgt dies dadurch, daß am allgemein mit 28 bezeichneten Kopf des Erdbohrgerätes in noch zu beschreibender Weise Düsen angeordnet sind, durch die gezielt in eine bestimmte Richtung Flüssigkeit mit einem Druck zwischen 20 bis 250 bar, die ebenfalls über das Gestänge 16 oder über eigene Druckleitungen zugeführt wird, in das Erdreich gespritzt werden kann, wie dies in Figur 1 durch Pfeile 30 am Kopf 28 des Erdbohrgerätes angedeutet ist. Durch den Druckflüssigkeitsstrahl wird das Erdreich aufgelockert oder fortgespült, so daß es dem Erdbohrgerät 10 in diesem Bereich einen geringeren Widerstand entgegensetzt. Das Erdbohrgerät 10 wird bei seinem Vortrieb in den Bereich des geringeren Widerstandes abgelenkt.

Die genaue Ausbildung des Erdbohrgerätes soll nun anhand der Figuren 3 bis 8 näher erläutert werden.

Das in Figur 3 in einem die Achse enthaltenden Schnitt schematisch dargestellte Rammbohrgerät umfaßt ein allgemein mit 32 bezeichnetes Gehäuse mit einem zylindrischen Abschnitt 34 und einem konischen Kopf 36. An seinem kopffernen Ende ist das Gehäuse 32 durch ein Abschlußteil 38 verschlossen, das in den zylindrischen Abschnitt 34 eingeschraubt ist.

In dem Gehäuse 32 ist ein Schlagkolben 40 axial verschiebbar geführt. An seinem dem Kopf 36 abgewandten Ende hat der Schlagkolben 40 eine Sackbohrung 42, in welche ein Steuerrohr 44 eingreift, das mit dem Verschlußteil 38 verschraubt ist und über eine dieses durchsetzende Bohrung 46 mit dem als Druckluftzufuhrleitung dienenden Gestänge 16 verbunden ist. Die Sackbohrung 42 ist über radial gerichtete Kanäle 48 mit einem Ringraum 50 verbunden, der durch einen durchmesserverminderten Abschnitt des Schlagkolbens 40 zwischen diesem und der ihn umgebende Gehäusewand gebildet ist. Dieser Ringraum 50 ist über Längsrillen 52 in dem vorderen Bereich des Schlagkolbens 40 mit dem vor dem Schlagkolben 40 liegenden Innenraum des Gehäuses 32 verbunden. Das so weit beschriebene und an sich bekannte Rammbohrgerät arbeitet folgendermaßen: Bei Druckluftzufuhr über das Gestänge 16, die Bohrung 46 und das Steuerrohr 44 wird der Schlagkolben 40

nach vorne (in Figur 3 nach links) beschleunigt. Kurz bevor der Schlagkolben 40 mit seiner Stirnfläche 54 die Aufschlagfläche 56 an dem Kopf 36 erreicht, treten die Radialbohrungen 48 mit dem vorderen Ende des Steuerrohrs 44 in Verbindung, so daß Druckluft durch die Radialbohrungen 48, den Ringraum 50 und die Längsrillen 52 in den Hohlraum vor dem Schlagkolben 40 gelangen kann. Die Druckluft erreicht die vordere Stirnfläche 54 des Schlagkolbens im Moment des Aufpralls und schiebt den Schlagkolben 40 wieder zurück. Bevor der Schlagkolben 40 auf dem Verschlußstück 38 aufprallen würde, kann die Druckluft, wie in Figur 3 dargestellt, aus dem vorderen Teil des Gehäusehohlraumes über die Längsrillen 52, den Ringraum 50 und die Radialbohrungen 48 sowie eine achsparallel verlaufende Abluftbohrung 58 in dem Verschlußteil 38 entweichen, die mit einem Abluftschlauch 60 verbunden ist. Die im Inneren des Steuerrohrs 44 befindliche Druckluft bremst den Schlagkolben in seiner hinteren Position weich ab, so daß er nicht auf das Verschlußstück 38 aufprallt.

An dem Kopf 36 sind Düsenöffnungen 62 ausgebildet, die jeweils über innerhalb der Gehäusewandung und dem Verschlußstück 38 verlaufende Kanäle 64 mit Druckflüssigkeitsleitung 66 verbunden sind, die an das Verschlußstück 38 angeschlossen sind. Über die Kanäle 64 und die Leitungen 66 wird von einer Druckflüssigkeitsquelle 68 her, die in Figur 1 schematisch dargestellt ist, Druckflüssigkeit zugeführt, die aus den Düsenöffnungen 62 mit einem scharfen Strahl austritt. Die Zufuhr zu den einzelnen Düsen wird über in Figur 3 schematisch angedeutete Steuerventile 70 gesteuert, die im vorliegenden Beispiel in der Druckflüssigkeitsquelle 68 angeordnet sind. Mit diesen Steuerventilen 70 kann die Menge und/oder der Druck der den einzelnen Düsenöffnungen 62 zugeführten Druckflüssigkeit individuell eingestellt werden, um so die oben beschriebene Richtungssteuerung des Erdbohrgerätes 10 zu erreichen.

Weitere Düsenöffnungen 71 sind in dem zylindrischen Abschnitt 34 des Gehäuses 32 vorgesehen. Die Düsen 71 liegen jeweils - bezogen auf die Längsachse des Erdbohrgerätes 10 - in Flucht mit den Düsen 62, wie dies Figur 3 zeigt. Durch sie kann Flüssigkeit zwischen den zylindrischen Abschnitt 34 und das ihn umgebende Erdreich gepreßt werden, um zum einen das Gleiten des Erdbohrgerätes im Erdreich zu erleichtern. Zum anderen kann durch gezieltes Ansteuern dieser seitlichen Düsen 71 zusammen mit der jeweiligen Düse 62 am Kopf 36 der Boden auf einer größeren Strecke aufgelockert werden, so daß die Richtungsänderung innerhalb einer kürzeren Wegstrecke möglich ist.

Die Figuren 4 bis 7 zeigen zwei an sich bekannte Köpfe von Erdbohrgeräten, an denen nun entsprechend der Erfindung Strahldüsen angeordnet sind. Die Köpfe sind zwar einzeln dargestellt, können aber einstückig mit dem zylindrischen Abschnitt des Ge-

häuses 32 ausgebildet sein, wie dies in Figur 3 dargestellt ist.

Die Figuren 4 und 5 zeigen einen konischen Verdrängungskopf mit Längsrillen 72, in denen Strahldüsen 74 angeordnet sind, welche im Gegensatz zu den Düsenöffnungen 62 in Figur 3 den Druckflüssigkeitsstrahl unter einem vorgegebenen Winkel α schräg nach vorne richten (Figur 6). Wie man in Figur 5 dabei erkennt, sind die Rillen 72 und die Düsen 74 mit gleichen Winkelabständen symmetrisch um die Achse des Kopfes verteilt.

Figur 7 zeigt einen gestuften Kopf, der bessere Zertrümmerungseigenschaften für den Einsatz in hartem und steinhaltigem Erdreich aufweist. Auch dieser Kopf weist Längsrillen 72 auf, in denen hier als Beispiel je zwei Strahldüsen 74 hintereinander angeordnet sind, deren Abstrahlwinkel gleich oder auch unterschiedlich gewählt sein kann, um so die Steuermöglichkeiten zu vergrößern. Dabei können die Düsen in einer Längsrille 72 an eine gemeinsame oder auch an getrennte Druckflüssigkeitsleitungen angeschlossen sein.

In den Figuren 9 und 10 ist jeweils ein Düsenkörper 74 dargestellt, der in Form einer in die jeweilige Düsenöffnung 62 einschraubbaren Schlitzschraube ausgebildet ist, durch die ein Düsenkanal 75 verläuft. Bei dem Düsenkörper 74 gemäß Figur 9 ist der Düsenkanal 75 axial gerichtet, wogegen bei der Ausführungsform gemäß Figur 10 der Düsenkanal einen Winkel mit der Schraubenachse bildet. Durch Eintreten von Düsenkörpern mit unterschiedlich ausgebildetem Düsenkanal kann der Strahlwinkel der Düsen eingestellt werden. Auch kann bei einem schräg gerichteten Düsenkanal durch eine Drehung des Düsenkörpers die Strahlrichtung verändert werden.

Figur 8 zeigt einen allgemein mit 76 bezeichneten Schwingungsdämpfer, der zwischen das Verschlußteil 38 und das Gestänge 16 eingesetzt ist, um dessen Beschädigung durch die Rammstöße des Rammbohrgerätes zu verhindern. Der Schwingungsdämpfer umfaßt ein zylindrisches Gehäuse 78, das mit seinem einen Ende in das Verschlußteil 38 eingeschraubt ist und zur Führung einer mit dem Gestänge 16 verbundenen Kolbens 80 dient, wobei zwischen der dem Verschlußteil 38 zugewandten Endfläche des Gehäuses 78 und dem Kolben 80 eine Dämpfungsfeder 82 angeordnet ist.

In der vorstehenden Beschreibung wurde ein Rammbohrgerät als besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel beschrieben. Die Steuerung mit Hilfe von am Kopf eines Rammbohrgerätes angeordneten Düsen und durch die Düsen austretenden Druckflüssigkeitsstrahlen kann aber auch bei einem statischen Erdbohrgerät eingesetzt werden, wie es in Figur 2 schematisch dargestellt ist. Dieses Erdbohrgerät wird nicht durch Rammstöße eines Schlagkolbens sondern durch den über das Gestänge eingeleiteten Vorschubdruck vorgetrieben. Im übrigen gelten jedoch

die zu dem vorstehend beschriebenen Rammbohrgerät gemachten Ausführungen in gleicher Weise auch für ein solches statisches Erdbohrgerät. Beide Arten von Geräten haben gegenüber den bisher bekannten Lösungen den Vorzug, daß die Ansteuerung der Düsen zum Zwecke der Richtungsänderung während des Vortriebes des Gerätes erfolgen kann.

In beiden Ausführungsbeispielen kann in dem Kopf 36 des Erdbohrgerätes ein in Figur 3 schematisch dargestellter Sender 84 angeordnet sein, der eine einwandfreie Positionsbestimmung des Erdbohrgerätes ermöglicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Richtungssteuerung eines Erdbohrgerätes (10), das ein rohrförmiges Gehäuse (34) und einen koaxial zu demselben angeordneten Kopf (36) umfaßt, wobei vor oder während des Vortriebes des Erdbohrgerätes (10) zur Ablenkung desselben von seiner axialen Vortriebsrichtung Druckflüssigkeit zu in dem Kopf (36) ausgebildeten Strahldüsen (62, 74) geleitet wird, dadurch **gekennzeichnet**, daß nur die Düse (62, 74) oder Düsen (62, 74) mit Druckflüssigkeit beaufschlagt werden, deren Strahlrichtung mindestens annähernd in die gewünschte Ablenkungsrichtung des Erdbohrgerätes (10) weisen.
2. Verfahren zur Richtungssteuerung eines Erdbohrgerätes (10), das ein rohrförmiges Gehäuse (34) und einen koaxial zu demselben angeordneten Kopf (36) umfaßt, wobei vor oder während des Vortriebes des Erdbohrgerätes (10) zur Ablenkung desselben von seiner axialen Vortriebsrichtung Druckflüssigkeit zu in dem Kopf (36) ausgebildeten Strahldüsen (62, 74) geleitet wird, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Druck der Druckflüssigkeit an der Düse (62, 74) oder den Düsen (62, 74), deren Strahlrichtung mindestens annähernd in die gewünschte Ablenkrichtung des Erdbohrgerätes weist, höher als der Druck der Druckflüssigkeit an den anderen Düsen (62, 74) ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß im rohrförmigen Gehäuse (34) weitere Strahldüsen (71) angeordnet sind, die in Längsrichtung des Erdbohrgerätes betrachtet - jeweils in Flucht mit mindestens einer Strahldüse (62) des Kopfes (36) liegen, und die jeweils in der gleichen Weise mit Druckflüssigkeit beaufschlagt werden wie die mit ihnen jeweils in Flucht liegenden Strahldüsen (62) des Kopfes (36).
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da-

durch **gekennzeichnet**, daß das Erdbohrgerät während des Austritts der Druckflüssigkeit durch die Düse oder Düsen (62, 71) vorgetrieben wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Druck der Druckflüssigkeit an den in die gewünschte Ablenkrichtung abstrahlenden Düsen (62, 74) ca. 20 bis 250 Bar beträgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Druckflüssigkeit thixotrope oder Gleitmitteleigenschaften aufweist.
7. Vorrichtung zur Herstellung von Erdbohrungen, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, umfassend ein Erdbohrgerät (10) mit einem rohrförmigen Gehäuse (34) und einem koaxial zu diesem angeordneten Kopf (36) sowie Mittel (40; 16) zum Vortrieb des Erdbohrgerätes (10), wobei in dem Kopf (36) des Erdbohrgerätes (10) mindestens drei Düsen (62, 74) angeordnet sind, die an eine Druckflüssigkeitsquelle (68) anschließbar sind, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Druckflüssigkeitszufuhr zu jeder Düse (62, 74) bezüglich Druck und/oder Menge der Druckflüssigkeit individuell steuerbar ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß der jeweilige Strahlwinkel der Düsen (74) verstellbar ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine Mehrzahl von Düsen (74) in Längsrichtung des Erdbohrgerätes (10) hintereinander angeordnet ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß in dem rohrförmigen Gehäuse (34) weitere Düsen (71) angeordnet sind, die - in Längsrichtung des Erdbohrgerätes betrachtet - jeweils in Flucht mit mindestens einer Strahldüse (62, 74) des Kopfes (36) liegen.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Düsen (74) symmetrisch bezüglich der Längsachse des Erdbohrgerätes (10) angeordnet sind.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Kopf (36) des Erdbohrgerätes (10) konisch ausgebildet ist und über die Konusfläche symmetrisch bezüglich der Achse verteilte Rillen (72) aufweist, in denen die Düsen (74) angeordnet sind.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Kopf (36) des Erdbohrgerätes (10) gestuft ausgebildet ist und symmetrisch bezüglich der Achse verteilte Längsrillen (72) aufweist, in denen die Düsen (74) angeordnet sind. 5
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Düsen (62) mit in der Gehäusewand verlaufenden achsparallelen Kanälen (64) verbunden sind, deren kopferne Enden über flexible Leitungen (66) mit der Druckflüssigkeitsquelle (68) verbunden sind. 10
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 14, dadurch **gekennzeichnet**, daß Steuerventile (70) zur Steuerung der Druckflüssigkeitszufuhr zu den einzelnen Düsen (62, 74) in dem Erdbohrgerät (10) angeordnet sind. 15
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 14, dadurch **gekennzeichnet**, daß Steuerventile (70) zur Steuerung der Druckflüssigkeitszufuhr zu den einzelnen Düsen (62, 74) an der Druckflüssigkeitsquelle (68) angeordnet sind. 20
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Erdbohrgerät (10) als statischer Verdrängungskörper ausgebildet ist. 25
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Erdbohrgerät (10) als dynamisches Rammbohrgerät ausgebildet ist. 30
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 18, dadurch **gekennzeichnet**, daß im Kopf (36) des Erdbohrgerätes (10) ein Sender zur Positionsbestimmung des Erdbohrgerätes (10) eingebaut ist. 35
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 19, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Erdbohrgerät (10) mit einem Schubgestänge (16) verbunden ist, über das eine Vorschubkraft auf das Erdbohrgerät (10) ausgeübt werden kann. 40
21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch **gekennzeichnet**, daß zwischen Erdbohrgerät (10) und Gestänge (16) ein Schwingungsdämpfer (76) angeordnet ist. 45
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 21, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Gehäuse (34) des Rammbohrgerätes mit einer wasserdichten Abluftleitung (60) verbunden ist, welche die zum Antreiben eines Schlagkolbens (40) des Rammbohrgerätes benötigte Druckluft abführt. 50

Fig. 1

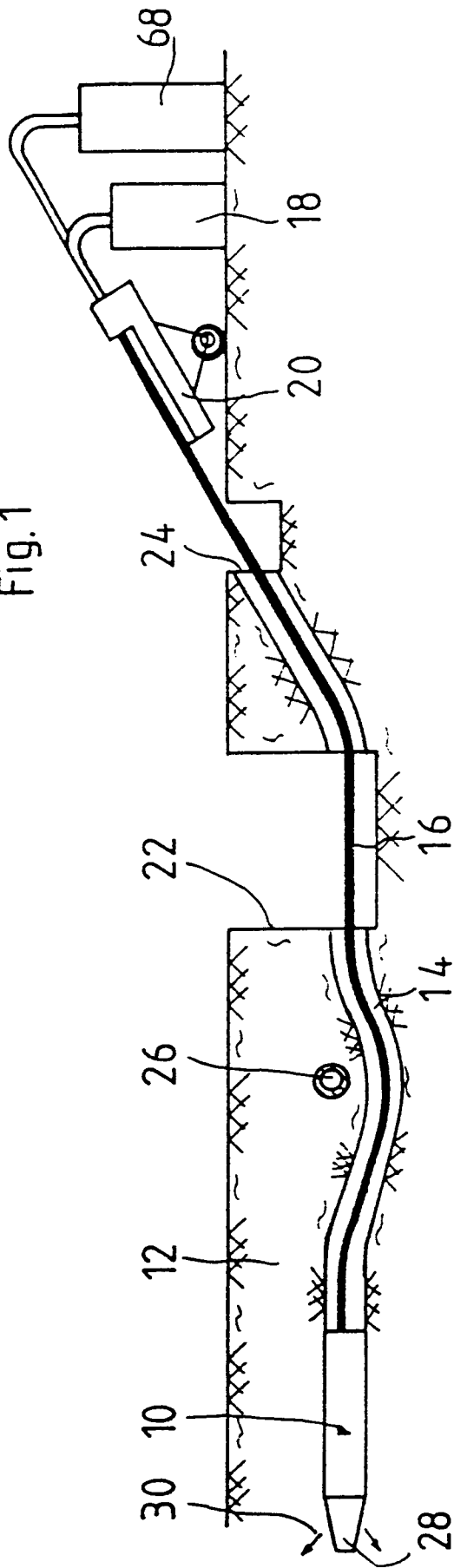
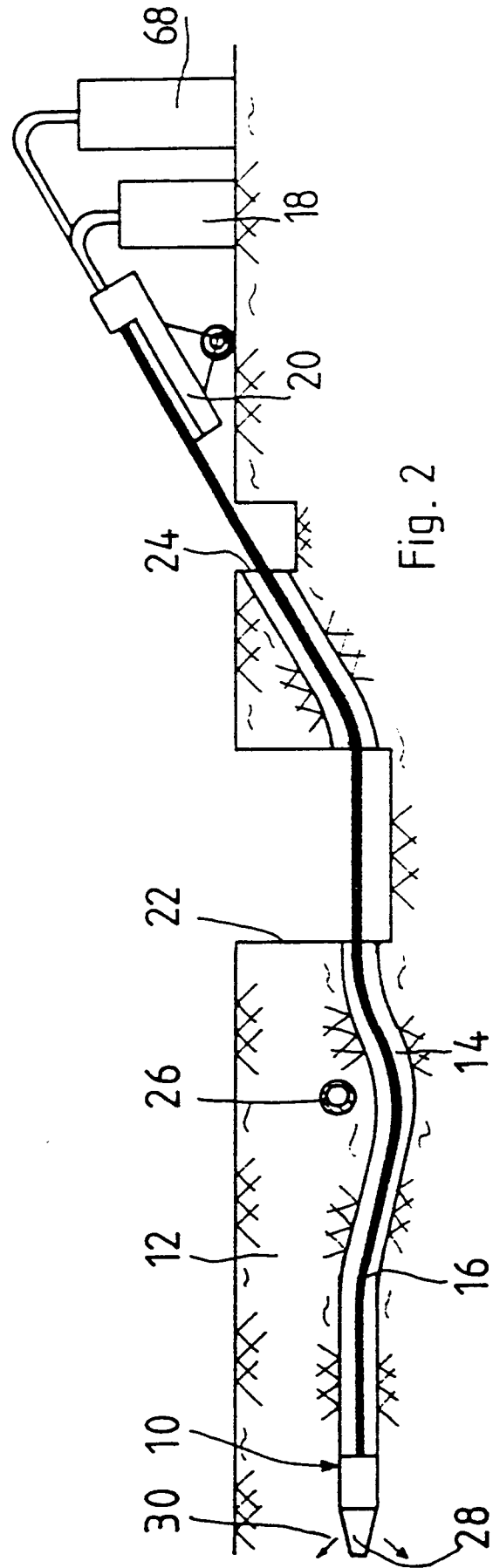


Fig. 2



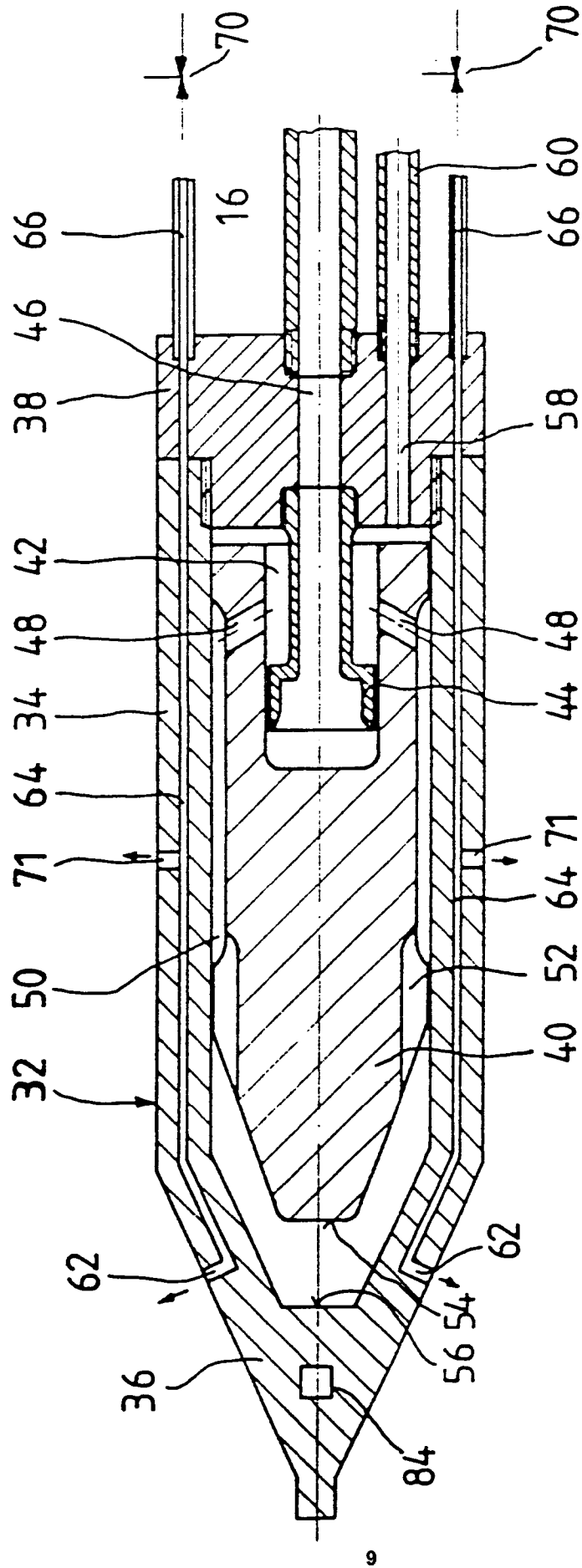


Fig. 3

Fig. 4

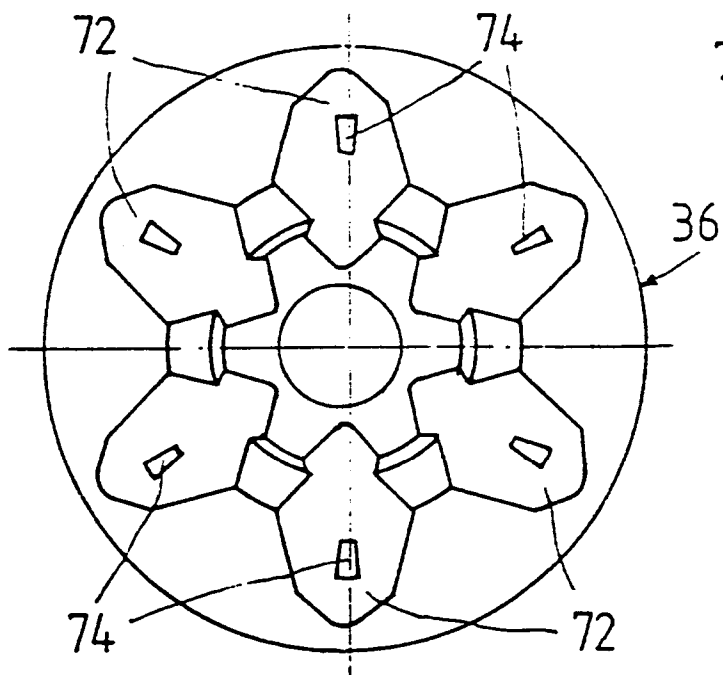
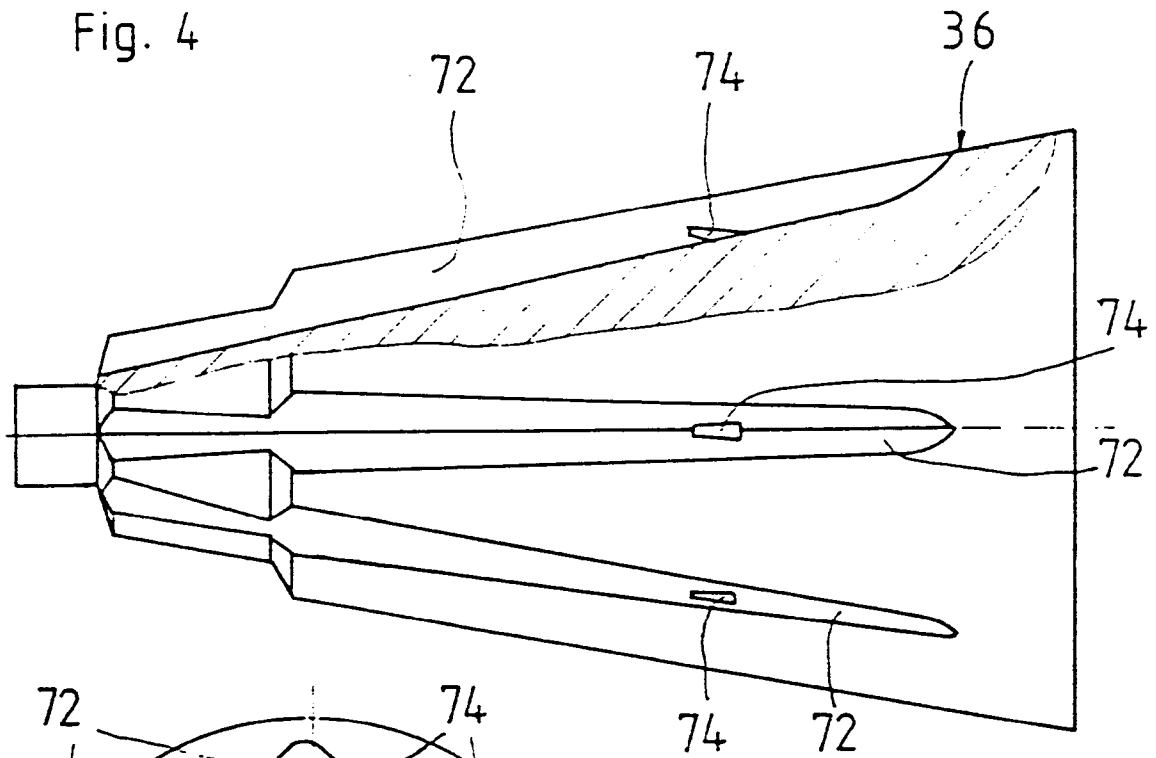


Fig. 5

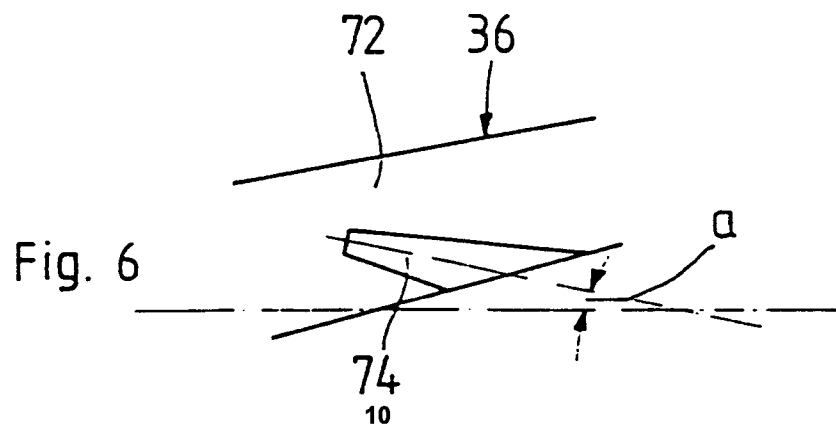


Fig. 6

Fig. 7

