(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 303 313 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **88201560.5**

(22) Anmeldetag: **05.07.88**

(51) Int. Cl.[4]: **B26F 3/00 , E21B 7/18 , B05B 3/00 , E21C 25/60**

(30) Priorität: **11.08.87 DE 3726733**
24.11.87 DE 3739825

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.02.89 Patentblatt 89/07

(84) Benannte Vertragsstaaten:
ES GR

(71) Anmelder: **CIWJ COMPAGNIE INTERNATIONALE DU WATER JET**

F-67340 Rothbach(FR)

(72) Erfinder: **Loegel, Charles**
Rue des Cochers
F-67340 Lichtenberg(FR)
Erfinder: **Durr, Isabelle, geb. Loegel**
Rue d'Obersoultzbach
F-67340 Ingwiller(FR)
Erfinder: **Reichert,Sylvie, geb. Loegel**
Rue du Gal Goureau
F-67340 Ingwiller(FR)
Erfinder: **Loegel, Patrick**
Rue du Zollstock
F-67340 Lichtenberg(FR)
Erfinder: **Schneider, Francine, geb. Loegel**
10, Rue des Poiriers
F-67340 Ingwiller(FR)
Erfinder: **Loegel, Charles**
27, Rue du Château
F-67340 Lichtenberg(FR)

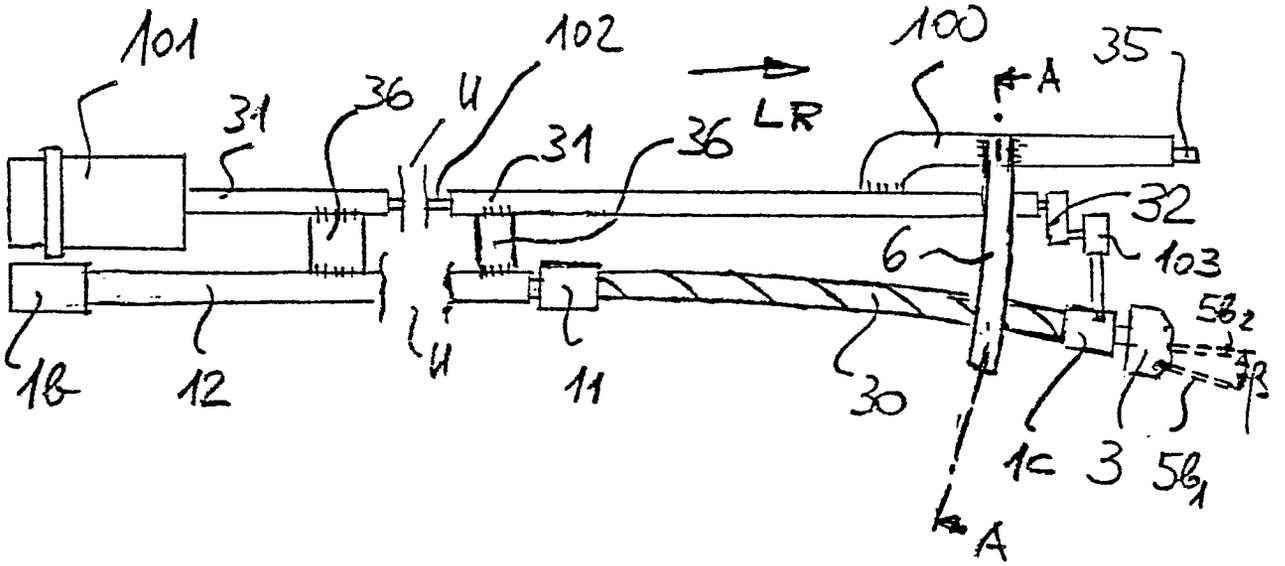
(74) Vertreter: **Müller, Hans-Jürgen, Dipl.-Ing. et al**
Müller, Schupfner & Gauger
Lucile-Grahn-Strasse 38 Postfach 80 13 69
D-8000 München 80(DE)

(54) Vorrichtung zum Schneiden, Bohren oder dergleichen Bearbeiten von Gestein, Beton oder dergleichen.

(57) Zum Schneiden, Bohren o. dergl. Bearbeiten von Gestein, Erzen, Kohleflözen oder anderen Gegenständen wird durch eine Zuleitung (12) zu einem Düsenkopf (3) Medium unter hohem Druck zugeführt. Die als Pendelrohr (30) insb. in Form eines biegbaren Hochdruckschlauches ausgebildete Zuleitung führt mit dem Düsenkopf (3) schnelle z.B. oszillierende und/oder kreisende Bewegungen längs einer Führung (6) aus. Hierdurch können sehr schnell und einfach gerade Schnitte und/oder Löcher in Gestein eingebracht werden. Die Schnittbreite (C) ist durch die Anordnung und Ausrichtung insb. mehrerer Düsen (S) je nach Gestein und Druckmedium steuerbar. Eine kreisende Düsenkopfbewegung wird insb. durch ein als Antriebsorgan dienendes Exzenterelement (32, 103) veranlaßt.

EP 0 303 313 A1

Fig. 9



Vorrichtung zum Schneiden, Bohren o. dergl. Bearbeiten von Gestein, Erzen, Beton oder dergleichen

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum insbesondere Schneiden und Bohren von Gestein, Erzen, Naturfels, Beton oder dergleichen oder zum Bearbeiten von Gegenständen mit Hilfe eines unter hohem Druck stehenden Druckmittels der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten Gattung.

Eine derartige Vorrichtung ist bereits bekannt (GB-PS 1 460 711). Dabei wird ein Düsenkopf quer zur Richtung des aus einer Düsenöffnung austretenden Strahles des Druckmittels mittels einer Antriebsaggregats in oszillierenden Bewegungen ausgelenkt. Dabei werden als Antriebsaggregate Ultraschallwandler, elektromechanische Wandler und auch mechanisch bzw. hydraulisch angetriebene verwendet. Der Düsenkopf selbst ist in Lagern so gelagert, daß er entweder linear verschiebbar oder um eine Lagerwelle schwenkbar ist. Es hat sich jedoch gezeigt, daß diese Lagerung rasch verschleißt, wenn mit oszillierenden Bewegungen verhältnismäßig hoher Frequenz gearbeitet wird, die für ein produktives Schneiden empfehlenswert sind.

Dieselben Probleme ergeben sich bei einer anderen bekannten Vorrichtung (GB-PS 2 027 776), bei der ebenfalls ein Düsenkopf mit einem Nocken in einer linearen Führungsbahn eines Lagers hin- und herbewegbar ist, sofern nicht auch hier eine Lagerung mittels einer Lagerwelle Anwendung findet. Diese vorrichtung dient zum Abschlagen von Beton von Stahlarmierungen oder zum Abtrennen eines Bodenbelags mit Hilfe eines Flüssigkeitsstrahls.

Ferner ist es bekannt (DE-OS 35 16 572), einen an einen biegbaren Hochdruckschlauch angebrachten Düsenkopf mit mehreren Düsen zu versehen, welche stirnseitig in den Düsenkopf eingeschraubt sind. Eine Mitteldüse verläuft in Axialrichtung des Düsenkopfes, während beidseitig der Mitteldüsen zwei weitere Düsen mit in Bezug zur Achse des Düsenkopfes geneigten Düsenachsen angeordnet sind. Dieser Düsenkopf hat sich zum Schneiden von Gestein bereits gut bewährt.

Schließlich ist es bekannt (DE-OS 26 07 097), einen mit einer Düse versehenen Düsenkopf an einem um ein Schwenklager schwenkbaren Rohr zu befestigen, dessen düsenkopffernes Ende mittels eines Exzenterelements, wie eines Kurbelantriebs, in einer kreisförmigen Bahn in einer quer zur Rohrachse befindlichen Ebene bewegbar ist.

Der Erfinding liegt die Aufgabe zugrunde, die Vorrichtung der eingangs genannten Art hinsichtlich ihrer Funktionsfähigkeit zu verbessern. So ist es vor allem wünschenswert, verhältnismäßig schmale Vorrichtungen auszubilden, bei denen auch die Möglichkeit besteht, in langen und schmalen Schlitzen, Bohrungen und dergl. Öffnungen z.B. im Gestein zu arbeiten. Die Vorrichtung soll sich durch lange Lebensdauer auszeichnen. Darüber hinaus wird bezweckt, den Düsenkopf hinsichtlich seiner Funktionsfähigkeit mit geringem Herstellungsaufwand und geringem Raumbedarf zu verbessern. Erwünscht ist das schnelle Bearbeiten z.B. schlitzartige Ausräumen von Fels, Flötz u. dergl. insb. auch großer Härte wie Granit und Marmor.

Die Erfindung ist im Anspruch 1 gekennzeichnet. Dabei ist jedenfalls ein Teil der Zuleitung als Pendelrohr ausgebildet, an dem das Antriebsaggregat gegebenenfalls über ein Kupplungsaggregat angreift. Unter einem "Pendelrohr" wird hier insbesondere ein solcher Zuleitungsteil zum Düsenkopf verstanden der beim Bearbeiten einer solchen Bewegung ausführt, daß der Düsenkopf eine hin- und hergehende oder auch eine kreisförmige oder sogar ovale Bewegung insbes. in einer solchen Ebene ausführt, die im wesentlichen im rechten Winkel zur Achse der Düse bzw. Mitteldüse verläuft. Diese in Queransicht "pendelnde" Bewegung lenkt den Strahl seitlich ab. Durch die "pendelnde" oder auch schwingende Bewegung beschreibt der Strahl beim Auftreffen auf dem zu bearbeitenden Gegenstand eine gerade oder gekrümmte Linie (sofern von einem Auftreffpunkt ausgegangen und eine sonst ruhende Stellung der Vorrichtung außer dem "pendelnden" Zuleitungsteil angenommen wird.

Das Antriebsaggregat stützt sich an einer Steuerleitung, die sich im wesentlichen parallel zur Zuleitung erstreckt, ab.

Die Steuerleitung leitet den Energieträger zum Erregen des Antriebsaggregates, z.B. auch mechanische Drehbewegungen d.h. kinetische Energie, zum Antriebsaggregat und weist eine Führung für das Pendelrohr auf, welche auch vom Antriebsaggregat selbst gebildet sein kann.

Das Pendelrohr selbst kann verhältnismäßig starr ausgebildet und insbesondere über eine biegbare und/oder schwenkbare Kupplung mit der Zuleitung gekuppelt sein. Dabei empfiehlt es sich, wenn das Pendelrohr zusätzlich über eine oder mehrere Federn mit der Steuerleitung in Verbindung steht, so daß der Antrieb durch das Antriebsaggregat über die Feder in noch besser oszillierende Bewegungen übertragen wird. Es ist jedoch auch möglich, ein zwar biegbares, aber noch genügend eigensteifes Pendelrohr zu verwenden, damit der Düsenkopf genügend vom Pendelrohr selbst abgestützt und geführt wird. Die letztgenannte Alternative wird sogar bevorzugt; dabei ist der Düsenkopf am freien Ende eines biegbaren und

unter Innendruck etwas aufweitbaren Hochdruckschlauches befestigt.

Nach einer besonderen Ausbildung der Erfindung weist der Düsenkopf mehrere Düsen unter derart verschiedenen Anstellwinkeln auf, daß sich die Achsen derselben nicht in einer gemeinsamen geraden Ebene befinden. Die Düsenachsen sollten gegenüber der Längsachse des Düsenkopfes versetzt sein. Bei dieser Ausbildung der Erfindung wird ein kombinierter Strahl des Druckmittels vom Düsenkopf abgestrahlt, dessen von den einzelnen Düsen ausgehenden Einzelstrahlen im Unterschied zur eingangs genannten Vorrichtung nicht in einer geraden Ebene, nach Art eines Fächers, sondern in einer oder mehreren gekrümmten und/oder geknickten Ebenen verlaufen. Durch Wahl der Anzahl und Anordnung der Anstellwinkel bzw. Düsenachsen wird eine schnellere und genauere Steuerung der "Schnittbreite" im Gestein, Flöz, Erzgang, Beton der dergl. erreicht. Diese Ausbildung ist besonders dann zweckmäßig, wenn nicht nur gerade Schnitte im Gestein durchgeführt werden sollen.

Besondere Vorteile bietet ein Düsenkopf mit einer Mitteldüse und je einer seitlich versetzten und von der Strahlrichtung der Mitteldüse nach außen geneigten Seitendüse. Wird der Düsenkopf in einer z.B kreisförmigen Bahn bewegt, so bestreichen auch die Einzelstrahlen Kreisbahnen, die sich teilweise überlappen und bei einer Querbewegung der Vorrichtung quer zum Pendelrohr bzw. Hochdruckschlauch und zur Steuerleitung noch besser eine schlitzförmige Bahn aus dem bestrahlten Fels bzw. Gestein herausarbeiten.

Nach einer besonderen Ausbildung der Erfindung werden keine Düsen stirnseitig auf den Düsenkopf aufgeschraubt. Vielmehr ist der Düsenkopf stirnseitig mit einer elastomeren Abdeckung versehen und sind Einsatzdüsen von einer Düsenkammer aus in Verbindungskanäle des insbesondere aus Hartmetall bestehenden Düsenkopfes eingesteckt. Das Druckmedium drückt die jeweilige Einsatzdüse zwangsläufig an Anschläge an, welche die Verbindungskanäle begrenzen und die Übergangsstellen zu den Düsen bilden. Weder die Einsatzdüsen noch die Aufnahmevorrichtungen derselben im Düsenkopf müssen mit Gewinde versehen sein, so daß auch Einsatzdüsen aus Saphir verwendet werden können.

Die erfindungsgemäße Ausbildung des Düsenkopfes ist nicht nur bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem Pendelrohr und insbesondere parallel geführter Steuerleitung verwendbar, sondern auch bei einer an sich bereits bekannten Vorrichtung (DE-OS 34 10 981), bei der ein flexibler bzw. biegbarer Hochdruckschlauch als Zuleitung zum Düsenkopf dient, der durch das ausgestoßene Druckmittel selbst - ohne ein Antriebsaggregat - in peitschende Bewegungen oder der durch eine Kombination einer Antriebskraft vom durchströmenden Druckmittel selbst und von einem Antriebsaggregat zusätzlich in kreisende, stoßartige und/oder wellenartige Bewegung gebracht wird. Dabei ist die wellenförmige Bewegung des Hockdruckschlauches (in einer durch seine Achse verlaufenden Ebene) höchst förderlich.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Aufsicht auf eine Vorrichtung nach der Erfindung;

Fig. 2 einen schematischen Schnitt nach A-A von Fig. 1;

Fig. 3 eine schematische Aufsicht gemäß Fig. 1 auf eine andere Ausbildung der Vorrichtung;

Fig. 4 eine Frontansicht auf einen Düsenkopf und

Fig. 5 einen Teilschnitt B-B durch den Düsenkopf gemäß Fig. 4;

Fig. 6 eine teilweise gebrochene Draufsicht auf eine Ausbildung des Düsenkopfes in Betrieb;

Fig. 7 eine Seitenansicht der Vorrichtung gemäß Fig. 6 im Teilschnitt;

Fig. 8 einen Teilschnitt auf eine andere Ausbildung der Vorrichtung;

Fig. 9 eine Teilansicht einer anderen Ausbildung der Vorrichtung;

Fig. 10 einen Schnitt A:A von Fig. 9 vergrößert;

Fig. 11 einen vergrößerten Ausschnitt von Fig. 9;

Fig. 12 eine schematisches Schwingungsbild des HD-Schlauches;

Fig. 13 eine schematische Aufsicht auf die Rinnenbildung im Gestein

Fig. 14 eine schematische Teilansicht einer alternativen Ausbildung der Vorrichtung von Fig. 9 und

Fig. 15 eine Detailansicht (teilweise aufgebrochen) auf einen Teil der Vorrichtung von Fig. 14

Gemäß Fig. 1 ist ein Rohr als Druckmittelzuleitung 12 über Verbindungsstege 36 mit der ebenfalls als Rohr ausgebildeten Steuerleitung 31 starr verbunden; das Rohr 12 und die Steuerleitung 31 verlaufen parallel. Am freien Ende des Rohres 12 ist eine Kupplung 11 angebracht, die das Pendelrohr 30 mit dem Rohr 12 so verbindet, daß das Pendelrohr 30 um die Anlenkstelle der Kupplung 11 in pendelnde Bewegung - wie in unterbrochenen Linien angedeutet - um beispielsweise den Schwenkwinkel α bringbar ist. Anstelle der Kupplung 11 kann auch z.B. gemäß Fig. 3 ein Hochdruckschlauch (HD-Schlauch) zwischen das Rohr 12 und das Pendelrohr 30 so eingebaut sein, daß das Druckmittel durch den biegbaren HD-Schlauch strömt, der die pendelnde Bewegung des Pendelrohres 30 im Betrieb nicht verhindert. Dabei

stützt sich das Pendelrohr 30 auf der Führung 6 ab, welche seitlich von der Steuerleitung 31 absteht. Am freien Ende des Pendelrohres 30 befindet sich ein Düsenkopf 3, an dessen Frontseite mindestens eine Düse angeordnet ist, durch welche im Betrieb Druckmittel unter hohem Druck in Richtung auf das Gestein 15 ausgestoßen werden kann. Die pendelnde bzw. nach rechts und links um den Schwenkwinkel α oszillierende Bewegung des Pendelrohres 30 und daher auch des mitgeführten Düsenkopfes 3 wird durch ein Antriebsaggregat 32 veranlaßt, das an der Steuerleitung 31 angebaut ist und durch einen Energieträger, beispielsweise kinetische, elektrische, elektromagnetische, pneumatische oder hydraulische Energie, antreibbar ist, welche durch die Steuerleitung 31 zum Antriebsaggregat 32 geführt wird. Ein Stößel 33 des Antriebsaggregats 32 stößt das Pendelrohr 30 kurzzeitig in die von der Steuerleitung 31 abgewandte Richtung. Hierdurch wird eine Feder 34 gespannt, die einerseits das zu weite Auslenken des Pendelrohres 30 verhindert und andererseits das Pendelrohr 30 wieder in die entgegengesetzte Richtung, d.h. zur Steuerleitung 31 zurückzieht. Durch die Kombinationswirkung des Antriebsaggregats 32 und der Feder 34 mit dem Pendelrohr 30 schwingt dieses um den Schwenkwinkel α , so daß der in der Fig. 1 nicht dargestellte Strahl des Druckmittels entsprechend α hin- und hereilend auf das Gestein 15 auftrifft und dort einen schlitzförmigen Schnitt 16 einschneidet, wenn die Vorrichtung in Pfeilrichtung P an der Frontseite des Gesteins 15 entlanggeführt wird. Am freien Ende der Steuerleitung 31 befindet sich ein Fühlerelement 35, mit dessen Hilfe insbesondere die Schnittiefe und die Schnitt breite des Schnitts 16 oder auch der Abstand zur Frontseite des Gesteines 15 ermittelt werden kann. Es empfiehlt sich, wenn das Pendelrohr 30 zwischen der Kupplung 11 und dem Düsenkopf 3 genügend lang ausgebildet ist, um selbst durch geringe Auslenkung mittels des Stößels 33 des Antriebsaggregats 32 genügend weite Ausschläge am Düsenkopf 3 zu bewirken, weil dadurch die Wirksamkeit des Druckmittels beim Auftreffen auf das Gestein 15 verbessert wird. Zu diesem Zweck empfiehlt es sich auch, wenn das Antriebsaggregat 32 wesentlich weiter als die Feder 34 in Richtung zur Kupplung 11 am Pendelrohr 30 angreift. Das Fühlerelement 35 ist insbesondere ein elektrisches, dessen elektrische Signalleitungen durch die Steuerleitung 31 zu einem hier nicht dargestellten Steueraggregat geführt sind.

Zum Schutz der rohrförmigen Körper mit dem Pendelrohr 30 empfiehlt sich die mantelförmige Umhüllung derselben, wie durch die strichpunktierten Linien 40 angedeutet.

Bei der alternativen Ausbildungsform von Fig. 3 ist das Antriebsaggregat 32 relativ nahe an der Kupplung 11 angeordnet. Eine Antriebsstange 33a bildet einen verhältnismäßig langen Arm zwischen dem an das Pendelrohr 30 andrückenden freien Ende 33c und einer Schwenkachse 33b, um die die Antriebsstange 33a und der mit dieser einstückig verbundene und um etwa 90° versetzte Betätigungsarm 33d schwenkbar sind, wenn dieser durch das Antriebsaggregat 32 in einer zur Steuerleitung 31 im wesentlichen parallelen Richtung (entgegen dem Uhrzeigersinn) ein Stück weit angetrieben wird. Da der Betätigungsarm 33d um ein Mehrfaches, insbesondere über das Vierfache kürzer ausgebildet ist als die Antriebsstange 33a, führt eine nur geringfügige Bewegung des freien Endes des Betätigungsarms 33d in Achsrichtung der Steuerleitung 31 zu einer wesentlich größeren Bewegung des freien Endes 33c der Betätigungsstange 33a in einer quer zu dieser Achsrichtung liegenden Richtung. Da mit bei hohen Drucken von z.B. 2000 bar des vom Rohr 12 zum Düsenkopf 3 geleiteten Druckmittels die Pendelbewegung des Pendelrohres 30 nicht gehemmt wird, weil die als Pendelgelenk wirkende Kupplung 11 evtl. zu starr wird, empfiehlt es sich, das Druckmittel über einen beigbaren Hochdruck(HD)-Schlauch als Verbindungsleitung 41 vom Rohr 12 zum Pendelrohr 30 zu leiten. Die Verbindungsleitung 41 bildet eine Kupplung. Sie wird über Anschlußmuffen 42 und 43 aus dem Rohr 12 heraus- und in das Pendelrohr 42 hineingeführt.

Gemäß Fig. 4 ist der Düsenkopf 3 in Draufsicht im wesentlichen rechteckförmig, er kann aber auch im wesentlichen zylindrisch ausgebildet sein. Bei der vorliegenden Ausbildungsform ist der Düsenkopf gemäß Fig. 5 an der stirnseitigen Außen-, bzw. Frontfläche mit einer elastomeren Überzugsschicht 19 aus Gummi versehen, die sich sowohl über die beiden nach außen geneigten Frontflächen 21, 22 als auch über die mittige Stirnfläche 23 erstreckt, die im rechten Winkel zur Achse 25 des Düsenkopfes 3 verläuft, der aus Hartmetall besteht.

An der anderen Seite des Düsenkopfes 3 befindet sich die Kammer 7,. an deren ringförmiger Seitenfläche ein Anschlußstück 20 angeordnet ist, mit dem der Düsenkopf 3 auf das Kupplungsorgan 1c des Pendelrohres 30 gemäß Fig. 8 aufschraubbar ist. Strömt unter Druck stehendes Medium durch das Pendelrohr 30 in die Kammer 7 eine, so drückt sie die aus Saphir bestehenden zylindrischen Einsatzdüsen 17 an die Enden der Verbindungskanäle 5"b, welche die Kammer 7 mit den in Bezug zur Düsenkopfachse 25 nach außen gespreizten Düsenausgänge 5"a über die zylindrischen Düsen 5a und die Düsenkegel 17b verbinden. Der Durchmesser der Düsenausgänge 5"a ist kleiner als der Durchmesser der Verbindungskanäle 5"b, so daß solche Anschläge oder Schultern

27 für die Einsatzdüsen 17 gebildet werden. Die Durchmesser der Düsen 5a sind dagegen wesentlich kleiner als die Durchmesser der Düsenausgänge 5"a. Die Düsenkegel 5b öffnen sich von den Düsen 5a ausgehend in Richtung zur Düsenkammer 7. Die Einsatzdüsen 17 sind möglichst nahe an die Stirnfläche im Bereich der Überzugs schicht 19 des Düsenkopfes 3 herangeführt, d.h., daß der Abstand D zwischen den Schultern 27 und der Grenzfläche zwischen dem Hartmetallkörper des Düsenkopfes 3 und der Überzugsschicht 19 gerade so ausreichend groß gewählt ist, daß keine Gefahr eines Ausbrechens auch bei hohen Drucken des Mediums besteht.

Bei der dargestellten Ausbildungsform enden die beiden Düsenausgänge 5"a_1 und 5"a_3 an der ebenen Stirnfläche 23, während die beiden Düsen 5"a_2 und 5"a_4 an jeweils einer der geneigten Frontflächen 21 bzw. 22 enden. Die Achse 26 der Verbindungskanäle 5"b und damit der Düsen 5a sind unter Anstellwinkeln β in Bezug zur Düsenachse 25 angeordnet. Dabei bringt die Fig. 4 deutlich zum Ausdruck, daß auch die Achse 26_1 in Bezug zur Achse 25 des Düsenkopfes 3 geneigt ist, was nach Fig. 5 nicht ohne weiteres zu erwarten ist.

Während das Druckmedium über die unter dem Spreizwinkel γ zulaufenden Düsenkegel 5b zu den Düsen 5a noch komprimiert wird, entspannt sich das Druckmedium, insb. Wasser, hinter demselben zuerst hinter dem Bereich der Düsen 5a und danach außerhalb des Düsenkopfes 3 und dessen Überzugsschicht 19. Jeder Einzelstrahl sollte im Gegensatz zu Fig. 6/7 so weit wie möglich "kompakt" bleiben, als wenig divergieren. Deshalb wird der Düsenkopf 3 möglichst nahe, z.B. bis auf wenige Zentimeter, an das Gestein herangeführt.

Bei einer anderen Ausbildung gemäß den Fig. 6 und 7 gelangt bei Inbetriebnahme der Vorrichtung das Druckmedium in Pfeilrichtung aus dem Pendelrohr 30 in die Kammer 7 und von dort aus den Düsen 5a aus dem Düsenkopf 3 wieder heraus. Ab einem Druck von etwa 250 bar schwingt der pendelnd gelagerte Düsenkopf 3 zwischen den Anschlägen 4 auch ohne ein separates Antriebsaggregat 32 weiter mehr oder weniger schnell hin und her, so daß eine "fräsende" Wirkung im Gestein 15 oder dergleichen erzielt wird, ohne daß Kontakt zwischen dem Düsenkopf 3 und dem Gestein 15 besteht.

Die Vorrichtung weist als Zuleitung ein Pendelrohr 30, hier in Form eines leicht federelastisch biegbaren HD-Schlauchs, mit einem Düsenkopf 3 und Düsen 5a an der Stirnseite sowie eine Führung 6 mit Anschlägen 4 und Federn in Form von federelastischen Puffern 4a auf. Um beim Betrieb der Vorrichtung eine zu starke Abnutzung des Pendelrohres 30 zu vermeiden, weist dieses vorzugsweise eine Führung 2 auf, die zusammen mit dem Düsenkopf 3 und im Zusammenwirken mit der Führung 6 zu einer schlagenden bzw. mit hoher Frequenz hin- und herpendelnden Bewegung oder Schwingung des Pendelrohres 30 und des Düsenkopfes 3 zwischen den Anschlägen 4 gemäß dem Schwenkwinkel α führt. Das Pendelrohr 30 ist im Bereich der Anschläge 4 vorzugsweise mit Verstärkungsmanschetten versehen. Die Düsen 5a des Düsenkopfes 3 nehmen gemäß Fig. 4, 5 gegenüber der Längsachse 25 des Düsenkopfes 3 verschiedene Anstellwinkel β ein. Die Schnittbreite C kann so eingestellt werden, daß die Führung 6 mit den diese haltenden Wänden 14 dem Schnitt 16 nachgeführt werden kann. Das Pendelrohr 30 pendelt um die Kupplung 11 mit der Druckmittelzuleitung 12. Das Pendelrohr 30 kann wie im Falle der Fig. 1 - 3 auch ein starres Rohr sein, sofern es die gewünschte Pendelbewegung ausführt, doch ist eine bestimmte Elastizität zur Erzielung "peitschenartiger" Ausschläge günstiger. Eine Kupplung 11 dient zum Anschluß einer Druckmediumsleitung 12.

Die Anschläge 4 können auch selbst aus einem federelastischen MaMaterial wie Gummi bestehen. Mit diesen Anschlägen 4 ist eine längere Lebensdauer gegenüber einer Ausführungsform ohne solche Anschläge 4 möglich.

Die Führung 6 kann sich an den Wänden 14 abstützen, die durch gerade (Fig. 7) oder gebogene (Fig. 8) Stirnwände 13 verbunden sind, sie kann jedoch auch andere Formen, beispielsweise eine siebartige Verstärkung, aufweisen, durch die das durch den Schneidvorgang entfernte Material mit dem Medium abfließen kann. Mit den Schraubbolzen 13a kann die Führung 6 befestigt werden.

Es ist zweckmäßig, das Gewicht des Pendelrohres 30 mit dem Düsenkopf 3, die ein einheitliches um die Kupplung 11 pendelfähiges Aggregat bilden, gering zu halten, so daß bei geringem Trägheitsmoment eine hohe Pendelfrequenz möglich ist; Reibungskräfte auf der Führung 6 sollen gering sein.

Mit der Vorrichtung ist es möglich, Schnitte 16 in praktisch beliebiger Tiefe unter Nachführung der kleinen, wenig ausladenden Vorrichtung in das Gestein 15 zu führen, ohne dieses starken Erschütterungen auszusetzen, die eine Rißbildung fördern und bei späterer Verarbeitung zu erhöhtem Ausschuß führen würden.

Gemäß Fig. 9 bis 13 ist eine besonders bevorzugte Ausbildung der Erfindung im folgenden näher erläutert:

Danach ist gemäß Fig. 9 die langgestreckte und an den Unterbrechungsstellen U lediglich in der Darstellung unterbrochene, in der Praxis aber durchgehende langgestreckte Baueinheit aus unter anderen folgenden Teilen zusammengesetzt:

Die Druckmittelzuleitung 12 ist als gerades

Stahlrohr ausgebildet und zieht sich von der Anschlußstelle 1b zum Anschluß einer Druckmittelleitung bis zur Kupplung 11 parallel zu der ebenfalls als Stahlrohr ausgebildeten Steuerleitung 31 hin und ist mit dieser über die Verbindungsstege 36 verschweißt. Innerhalb des Stahlrohres der Steuerleitung 31 ist eine drehbare Welle 102 gelagert, die am in der Fig. 9 links dargestellten Ende durch einen hydraulischen Motor 101 antreibbar und an deren anderem am freien Ende der Steuerleitung 31 herausragenden Ende mit einem als Antriebsaggregat 32 dienenden Exzenterelement verbunden ist. Beim Drehen der Welle 102 um deren Achse wird das Kupplungs element 103 durch das nach Art einer Kurbel wirkende Exzenterelement in einer Kreisbahn bewegt; es nimmt auch das Anschlußstück 1c am freien Ende des biegbaren Pendelrohres 30 in Form eines in einem gewissen Ausmaß sogar aufblähbaren, d.h. flexiblen HD-Schlauches mit, so daß auch der auswechselbar an das Anschlußstück 1c angeschraubte Düsenkopf 3 mit der Umdrehung der Welle 102 eine kreisförmige Bewegung durchführt. Entsprechende Kreisbahnen bestreichen die vom Düsenkopf 3 abgestrahlten Strahlen $5b_1$, $5b_2$ des Druckmittels, wie dies noch näher anhand der Fig. 13 erläutert wird. Der Motor 101 kann die Welle 102 und daher auch den Düsenkopf 3 mit einer Frequenz zwischen 1500 und 10000 U/min, d.h. zwischen 25 und etwa 167 Hz antreiben.

In Fig. 10, welche einen Teilschnitt A - A nach Fig. 9 zeigt, erstrecken sich zu beiden Seiten der Steuerleitung 31 mit der darin gelagerten Welle 102 Schenkel 6a einer bügelförmigen Führung 6. Die beiden Schenkel 6a sind unten durch einen Steg 6b verbunden, so daß die kreisförmige oder ovale Bewegungsbahn des als Pendelrohr 30 dienenden HD-Schlauches zusätzlich geführt werden kann. Die freien Enden der Schenkel 6a sind an den Seiten des Ansatzstückes 100 angeschweißt, das zur Aufnahme des Fühlerelements 35 und einer zu diesem führenden Leitung 35a dient. Das Fühlerelement 35 kann in Längsrichtung des Ansatzstückes 100 bewegbar sein, um beim Anschlagen an eine Fläche einen Kontakt zu betätigen. Das Fühlerelement 35 kann aber auch starr mit dem dornartigen Ansatzstück 100 verbunden sein; in jedem Fall sollte das Fühlerorgan 35 in Längsrichtung LR der lanzettenartigen, langgestreckten Vorrichtung über den Düsenkopf 3 vorstehen, um dafür zu sorgen, daß dieser vor dem Anschlagen an festen Gegenständen und zwar stirnseitig geschützt ist. Das dem etwa auf einer Kreisbahn "oszillierenden" HD-Schlauch 30 bügelartig umgebende Führungsorgan 6 soll einen solchen freien Raum zwischen den einander zugewandten Seiten der Schenkel 6a belassen, daß der HD-Schlauch 30 nicht in seiner Bewegungsbahn behindert wird, welche von dem als Exzenterelement ausgebildeten Antriebsorgan 32 veranlaßt wird. Überraschenderweise hat sich nämlich gezeigt, daß der HD-Schlauch aufgrund seiner biegbaren und sogar leicht flexiblen Ausbildung unter Verwendung von elastomerem Material, wie Gummi, die sogar ein gewisses Aufblähen beim Durchleiten des Druckmittels zuläßt, in Schwingungen gerät, wie sie schematisch in Fig. 12 dargestellt sind. So mag an der Einspannstelle A, welche der Kupplung 11 von Fig. 9 entspricht, der HD-Schlauch 30 sich in Ruhe befinden, während er am äußeren Ende D, an dem der Düsenkopf 3 befestigt ist, eine in der Zeichenebene hin- und hergehende oszillierende Bewegung, tatsächlich aber - wie noch anhand Fig. 13 verdeutlicht wird - eine kreisförmige Bewegung in einer solchen Ebene ausführt, die praktisch senkrecht bzw. normal bzw. unter 90° auf die Düsenachse verläuft. Im Unterschied zu der in Fig. 11 schematisch dargestellten Situation, bei der lediglich das außere dem Düsenkopf 3 zugewandte Ende des HD-Schlauches 30 um ein gedachtes Zentrum in der kreisförmigen Bahn bewegt wird und verschiedene Stellungen, wie die in durchgezogenen sowie in unterbrochenen (30′) und in strichpunktierten (30″) gezeigten Stellungen einnimmt, ergeben sich tatsächlich Schwingungsbäuche E und F sowie Schwingungsknoten B und C. Diese "wellenförmige" Schlauchbewegung ist nun aber nicht unerwünscht, sondern zu Erzielung einer guten Bearbeitungs- bzw. Abtragrate des Gesteins überraschenderweise sogar besonders vorteilhaft. Dagegen sollte ein zu großes Auslenken des Schlauches, d.h. zu große Schwingungsamplituden an Wellenbäuchen E, F durch das Führungsorgan 6 vermieden werden. Das Führungsorgan kann daher ebenso wie das als Exzenterelement ausgebildete Antriebsorgan 32 mit seiner Kupplung 103 zum HD-Schlauch 30 in Verbindung mit dem Material des HD-Schlauches und dem Druck des hindurchgeleiteten Druckmittels zur Steuerrung der genannten Abtragrate verwendet werden.

Es empfiehlt sich, einen möglichst hohen Druck des Druckmittels zu verwenden. Geeignete Drucke befinden sich zwischen 1500 und 2500 bar.

Ebenso ist die Ausbildung des Düsenkopfes 3 ein Mittel, um je nach dem zu bearbeitenden bzw. abzutragenden Gegenstands in Verbindung mit der Bewegung des Düsenkopfes 3 optimale Verhältnisse einzustellen.

So empfiehlt es sich, nach einer besonderen Ausbildung der Erfindung, wenn der Düsenkopf 3 mit einer Mitteldüse sowie mit zwei Seitendüsen versehen ist. Die Mitteldüse richtet einen Mittelstrahl $5b_2$ in Längsrichtung bzw. Axialrichtung des Düsenkopfes 3, während die Seitenstrahlen $5b_1$, $5b_3$ hierzu um einen Anstellwinkel β von etwa 20°

versetzt sind. Die Strahlen $5b_1$, $5b_2$ und $5b_3$ treffen im wesentlichen jeweils punktförmig auf der Oberfläche des Gesteins 15 bzw. der schon gebildeten rinnenförmigen "Ausfräsung" 16 auf. Da sich der Düsenkopf 3 in der genannten kreisförmigen Bewegung befindet, werden auch diese Auftreffstellen der Strahlen $5b_1$, $5b_2$, $5b_3$ entsprechend den unterbrochenen Kreisen K_1, K_2 und K_3 von Fig. 13 mit der Frequenz zwischen etwa 25 und 167 Hz geführt, so daß das Material des Gesteins 15 geradezu ausgeschlagen wird, um entsprechend der Breite C der von den Strahlen insgesamt bestrichenen Fläche die Rinne 16 aus dem Gestein 15 auszufräsen. Begünstigend wirkt, daß sich im Verlauf der Vorschubbewegung der Vorrichtung in Pfeilrichtung Y nach Fig. 13 Überlappungsbereiche Ü 1/2 und Ü 2/3 zwischen benachbarten Kreisen K_1/K_2 einerseits und K_2/K_3 andererseits ergeben, während in den Randbereichen, das heißt an den Rändern der Rinne 16, keine solchen Überlappungen auftreten. Bei einem Abstand zwischen dem Frontende des Düsenkopfes 3 und der von den Strahlen $5b_1$, $5b_2$ und $5b_3$ zu bestreichenden Fläche des Gesteins 15 von etwa 1 bis 2 cm und der Verwendung dieser drei Düsen wird bei einem Druckmitteldruck von 2000 bar und einer Frequenz von 50 Hz bei Sandstein eine Abtragrate von 15 m^2/h und bei Granit auch noch eine so unerwartet hohe Abtragrate von 3 m^2/h erreicht. Hierbei hat der Mittelstrahl $5b_2$ einen Durchsatz von 8 l/min und die Seitenstrahlen $5b_1$, $5b_3$ einen größeren Durchsatz von 14 l/min des aus Wasser bestehenden Druckmittels. Überraschenderweise hat sich gezeigt, daß diese hohe Abtragrate nur bei Verwendung eines solchen biegbaren Hochdruckschlauches als Pendelrohr 30 und als Verbindungselement zwischen Düsenkopf 3 und der im wesentlichen starren Zuleitung 12 unter Anwendung des Exzenterelements als Antriebsaggregat 32 möglich ist. Offensichtlich überlagern sich Bewegungen, die einerseits vom Exzenter, andererseits von der biegbaren und flexiblen Eigenschaft des Hochdruckschlauches und schließlich sogar von Druckstößen des Druckmittels selbst veranlaßt sind, welche die nicht dargestelle Hochdruckpumpe erzeugen.

Die Alternative zu der Vorrichtung von Fig. 9 ist in Fig. 14 und 15 gezeigt. Dort dient als Exzenterelement bzw. Antriebsaggregat 32 nicht ein Kurbelstück, sondern das unter einem Winkel von ca. 10 - 25° zur Längsachse der Welle 102 abgebogene Wellenende 102a, auf das eine Buchse als Exzenterelement bzw. Antriebsaggregat 32 aufgesteckt und befestigt ist. Diese Buchse ist über einen als Kupplungselement 103 dienenden starren Arm mit dem Anschlußstück 1c fest verbunden, das sich am Ende des Hochdruckschlauches 30 befindet und mit Hilfe einer Verbindungsmuffe 30a dort fest angebracht ist. Der Düsenkopf 3 ist in Fig. 15 nicht dargestellt. Die Welle 102 ist am Ende der Steuerleitung 31 - einem Rohr - mittels eines Lagers 31b gelagert, so daß sich das Wellenende 103a um die vom Lager 31b bestimmte Drehachse dreht und infolge des Winkels η auch dem Anschlußstück 1c und dem Düsenkopf 3 eine oszillierende Bewegung verleiht.

An der Kupplung 11 ist drehfest ein radial abstehender Arm 11a befestigt, der an einem Anschlag 31a an der Steuerleitung 31 anschlägt und hierdurch verhindert, daß sich das Gewinde der Kupplung 11 bei den oszillierenden bwz. pendelnden Bewe gungen des HD-Schlauches 30 lockert oder gar ungewollt aufdreht.

Bei der Erfindung bietet auch die Anordnung des Anschlußstückes 1c zum Exzenterorgan eine weitere Variationsmöglichkeit. Ist zwischen dem Anschlußstück 1c und dem Düsenkopf 3 ein weiterer Teil eines biegbaren Hochdruckschlauches 30 als "zusätzliches" Pendelrohr eingebaut, dann werden die peitschenden Düsenkopfbewegungen noch verstärkt. Die mechanische und hydraulische Wechselbeanspruchung des zu bearbeitenden Materials wird begünstigt.

Die Vorrichtung kann nicht nur zum Schneiden und/oder Bohren von Gestein 15 in offenen Steinbrüchen eingesetzt werden, sondern auch in Bergwerken unter Tage, beispielsweise in Salzlagerstätten zur Salzgewinnung oder in Kohleflözen zum Herausbrechen der Kohle oder auch zum Erweitern der Gänge, um unzulängliche Flöze besser zugänglich zu machen. Auch Tunnelvortriebe für z.B. unterirdische Verkehrswege sind hierdurch zu bewerkstelligen. Sie kann ferner zum Reinigen von Landebahnen, Mauern und dergleichen, zum Entfernen der Straßenmarkierungsfarben, zum Reinigen von Ölbehältern oder Kraftwerktanks oder auch zum Reinigen der Schiffswände unterhalb der Wasserlinie, nämlich zum Entfernen von Muscheln, Seepocken usw., und zum Aufrauhen von Straßendecken verwendet werden. Damit werden dem Fachmann weitere Einsatzmöglichkeiten an die Hand gegeben.

Ansprüche

1. Vorrichtung zum Schneiden, Bohren oder dergl. Bearbeiten von Gestein, Erzen, Naturfels, Beton oder dergl. mittels eines Druckmittels, bei der Druckmittel über eine Zuleitung einem Düsenkopf zuführbar und durch mindestens eine Düse desselben als Strahl unter einem Schwenkwinkel insb. oszillierend auf das Gestein oder dergl. richtbar ist und ein Antriebsaggregat den Düsenkopf in eine insb. oszillierende Bewegung im wesentlichen quer zur Strahlrichtung antreibt,

dadurch gekennzeichnet,
daß die Zuleitung ein die insb. oszillierende Bewegung des Düsenkopfes (3) bewirkendes Pendelrohr (30) aufweist, an dem das Antriebsaggregat (32, 33) angreift, welches sich an einer Steuerleitung (31) abstützt, die sich im wesentlichen parallel zum Pendelrohr (30) erstreckt, den Energieträger zum Erregen des Antriebsaggregats (32) zu diesem leitet und eine Führung (6) für das Pendelrohr (30) aufweist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Düsenkopf (3) mit mindestens zwei Düsen (5a) versehen und an einem als Antriebsaggregat (32) dienenden Exzenterelement angelenkt ist, das dem Düsenkopf (3) in einer Ebene im wesentlichen normal auf die Pendelrohrachse in einer im wesentlichen kreisförmigen oder ovalen Bahn bewegt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Düsenkopf (3) am freien Ende des als biegbarer Hochdruckschlauch ausgebildeten Pendelrohres (30) angeordnet ist, das elastomeres Material aufweist und unter Innendruck aufweitbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Exzenterelement am Ende der Steuerleitung (31) gelagert und als Energieträger eine Welle (102) verwendet ist, welche die von einem am anderen Ende der Steuerleitung (31) angeordneten Motor (101) erzeugte kinetische Energie in Form einer Drehbewegung an das Exzenterelement überträgt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine zum Hochdruckschlauch (30) führende starre Zuleitung (12) über Verbindungsstege (36) mit der Steuerleitung (31) verbunden ist und mit dieser eine im wesentlichen langgestreckte und flache Baueinheit bildet.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der dem Düsenkopf (3) benachbarte Teil des als Hochdruckschlauch ausgebildeten Pendelrohrs (30) in einem bügelförmigen Führungsorgan (6) geführt ist, von dem je ein Schenkel (6a), mit der Steuerleitung (31) und/oder einem Halteorgan (100) verbunden ist und die Seiten des Düsenkopfes (3) bzw. des diesen benachbarten Teils des Pendelrohres (30) mit Abstand umgibt.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß an die Steuerleitung (31) eine Ansatzstück (100) angesetzt ist, das in Längsrichtung (LR) der Vorrichtung über den Düsen kopf (3) übersteht.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Innendurchmesser des als Hochdruckschlauch ausgebildeten Pendelrohrs (30) beträchtlich größer als der Innendurchmesser der im wesentlichen starren Zuleitung (12) gewählt ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Hochdruckschlauch (30) derart ausgebildet, angeordnet und bemessen ist, daß er beim Antrieb des Düsenkopfes (3) über das Exzenterelement eine wellenförmige Eigenverformung ausführt, und daß der Düsenkopf (3) so gelagert ist, daß dessen Bewegung außer durch das Exzenterelement auch durch die wellenförmige Eigenverformung des Hochdruckschlauchs (30) steuerbar ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Düsenkopf (3) auswechselbar an einem Kupplungsstück (1c) anschraubbar bzw. aufsteckbar ist, das mit dem Exzenterelement über ein Kupplungsteil (103) in Antriebsverbindung steht.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Düsenkopf (3) mit einer Mitteldüse (5a) und mindestens einem Paar Seitendüsen (5a) versehen ist, die je einen seitlich des aus der Mitteldüse (5a) austretenden Mittelstrahles ($5b_2$) versetzten und gegenüber dessen Strahlrichtung unter einem Anstellwinkel β geneigten Seitenstrahlen ($5b_1$, $5b_3$) erzeugen.

12. Vorrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Anstellwinkel β etwa 15 bis 30° beträgt.

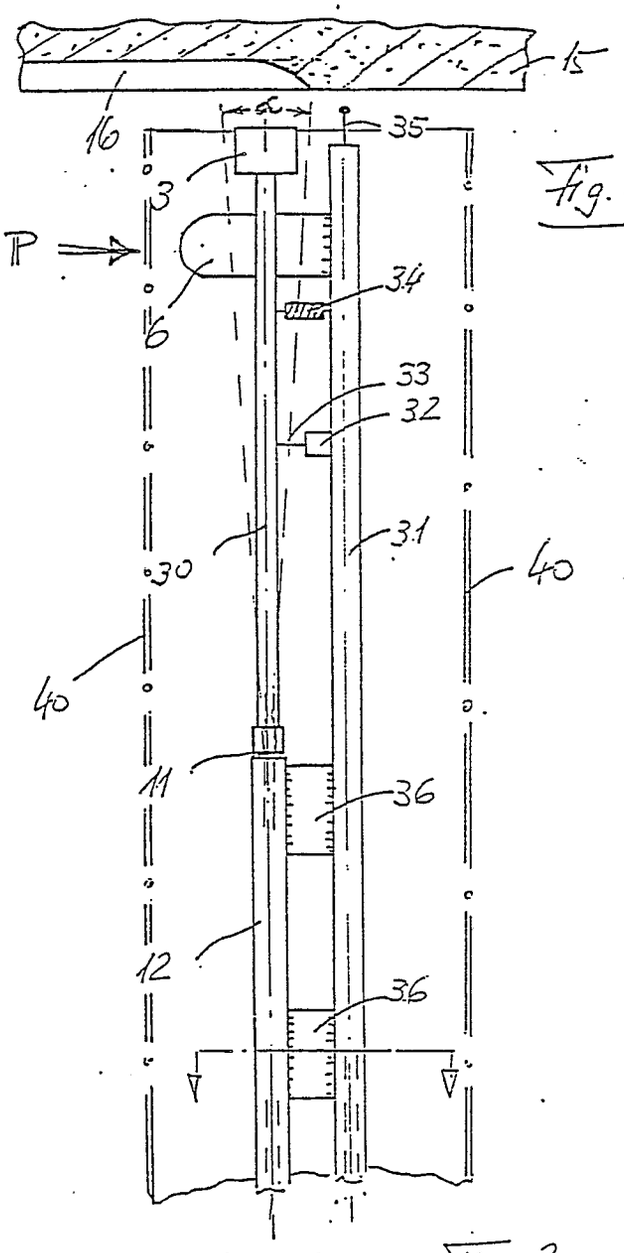


Fig. 1

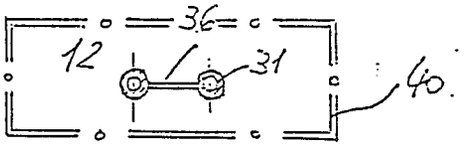


Fig. 2

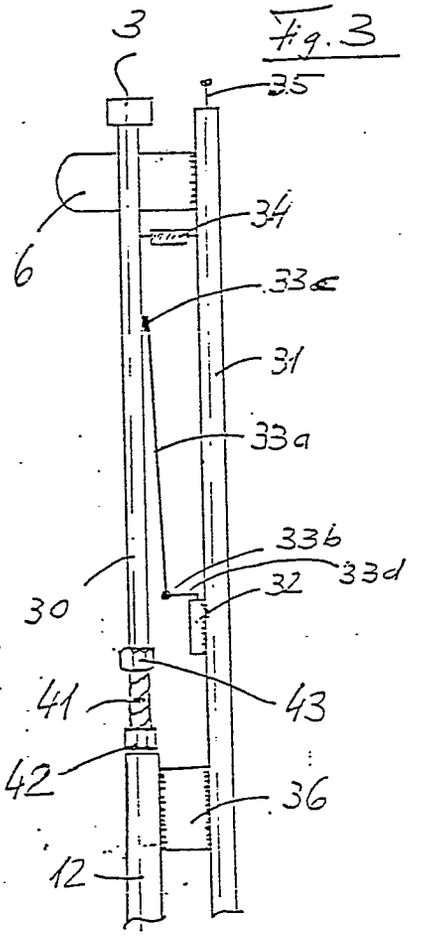


Fig. 3

Fig. 4

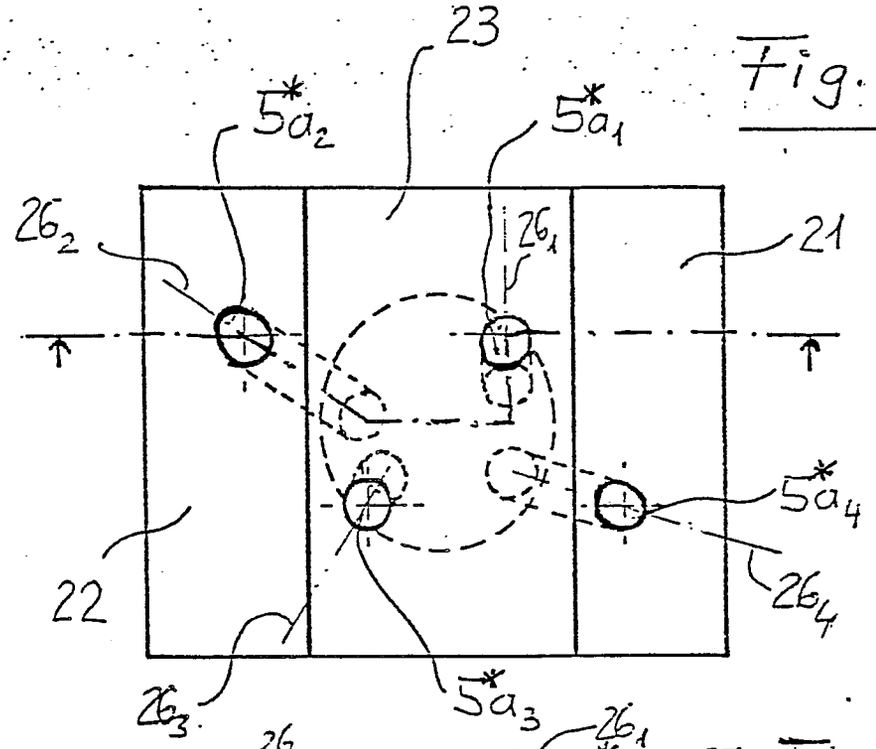

23
5^*a_2
5^*a_1
26_2
26_1
21
5^*a_4
22
26_4
26_3
5^*a_3

Fig. 5

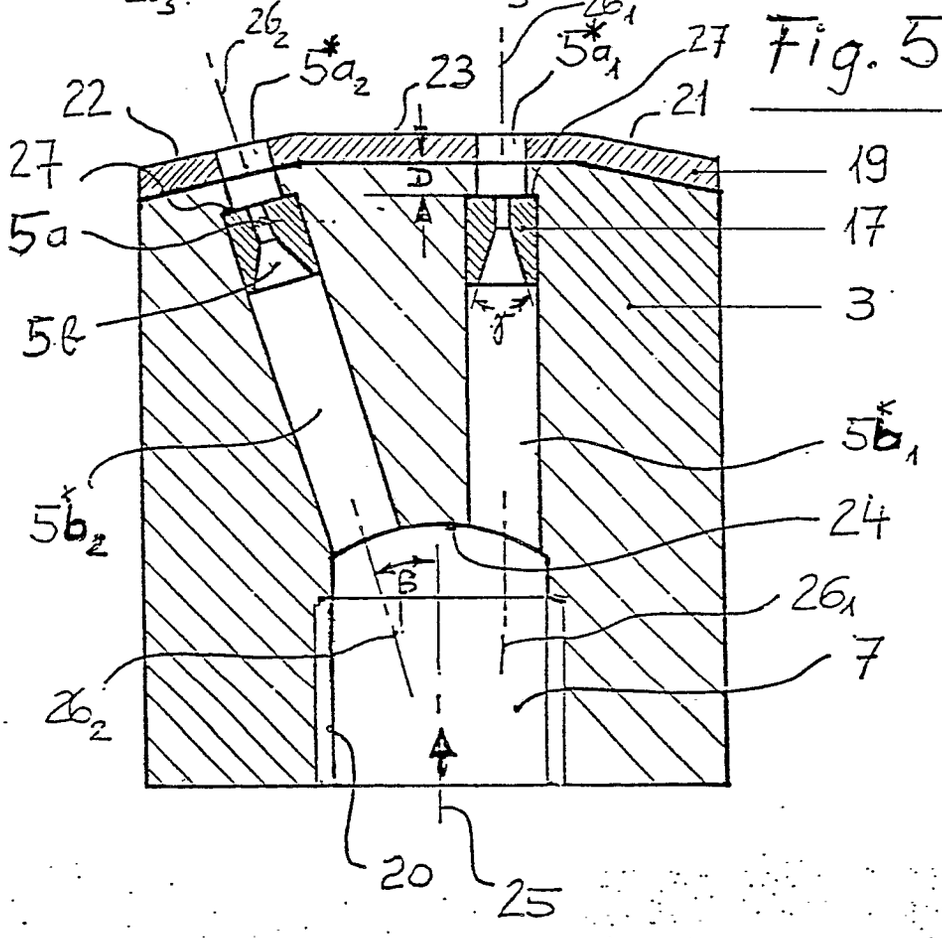

26_2
5^*a_2
23
26_1
5^*a_1
27
22
21
27
19
D
A
5a
17
5b
3
g
5^*b_1
5^*b_2
24
B
26_1
26_2
7
A
20
25

Fig.6

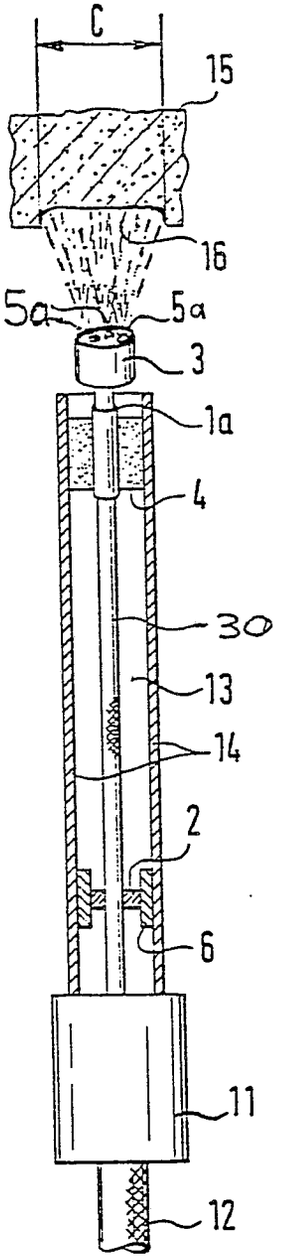

C
15
16
5a
5a
3
1a
4
30
13
14
2
6
11
12

Fig.7

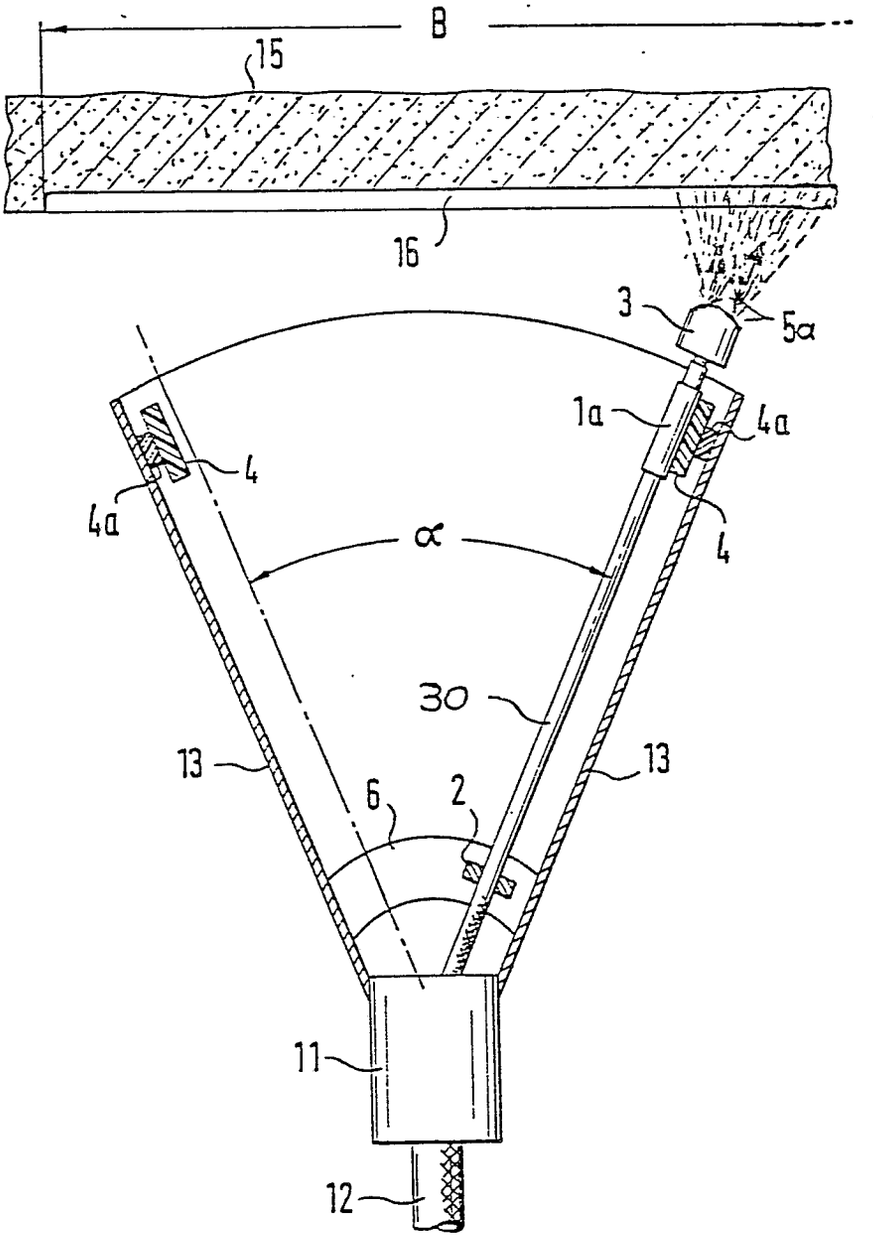

B
15
16
3
5a
1a
4a
4
4a
4
α
30
13
13
6
2
11
12

Fig.8

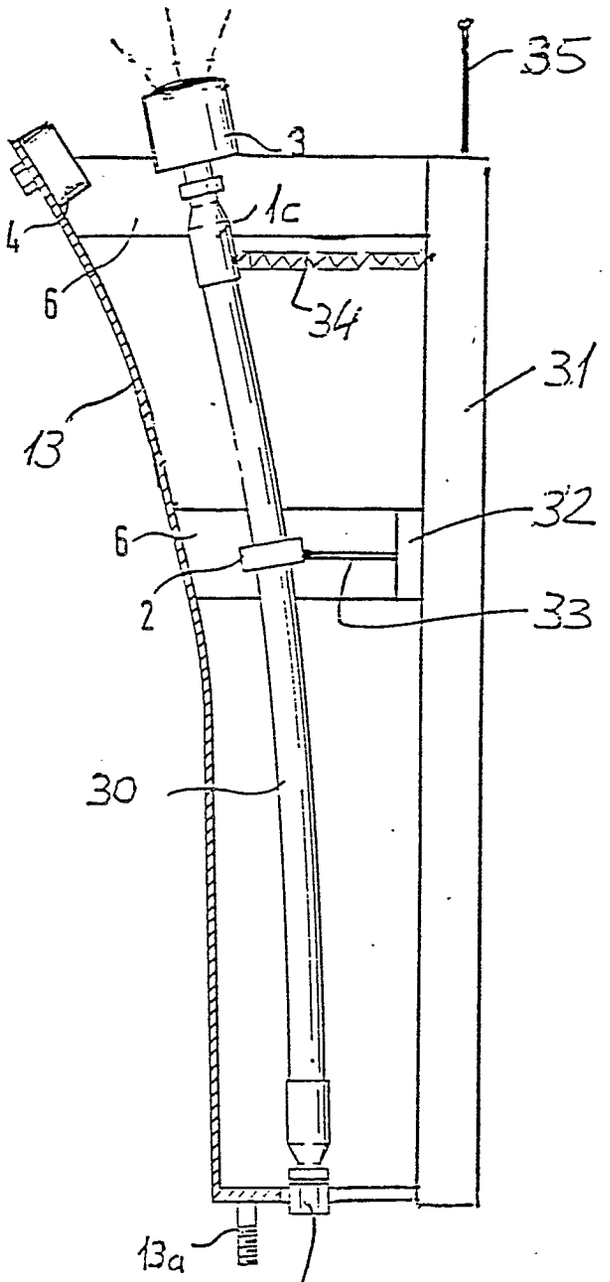

35
3
1c
4
6
34
31
13
32
6
2
33
30
13a
16

Fig. 13

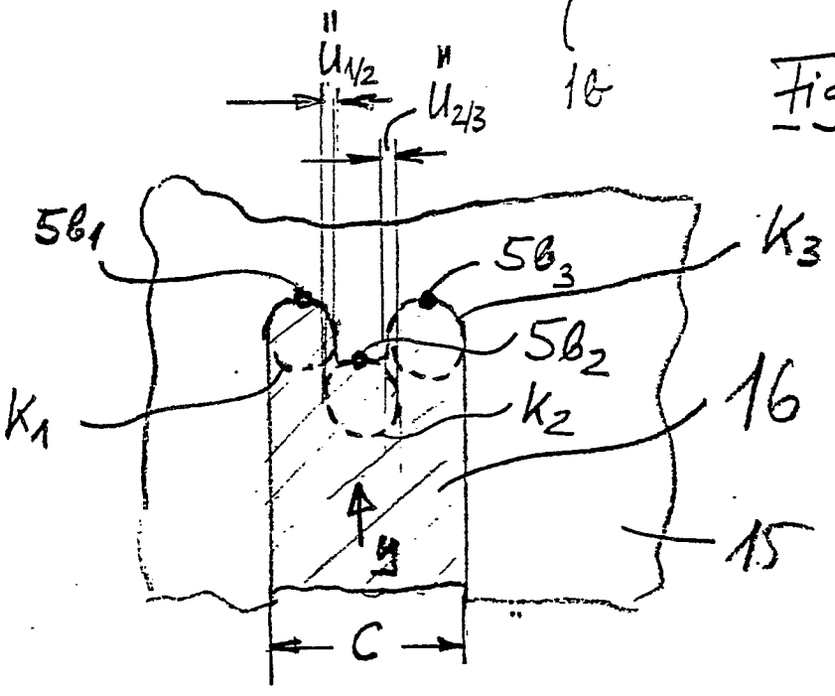
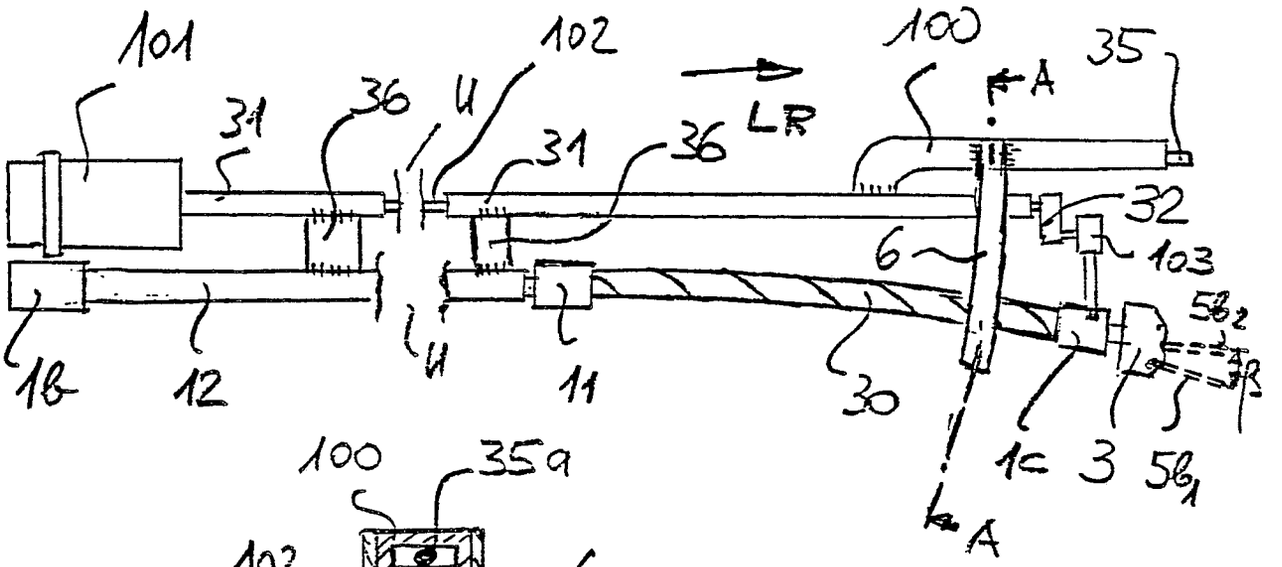

$U_{1/2}$
$U_{2/3}$
$5b_1$
$5b_3$
K_3
$5b_2$
K_1
K_2
16
15
y
C

Fig. 9



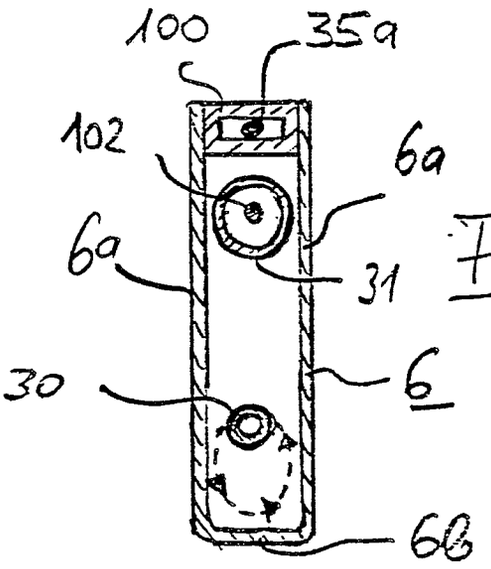


Fig. 10

Fig. 12

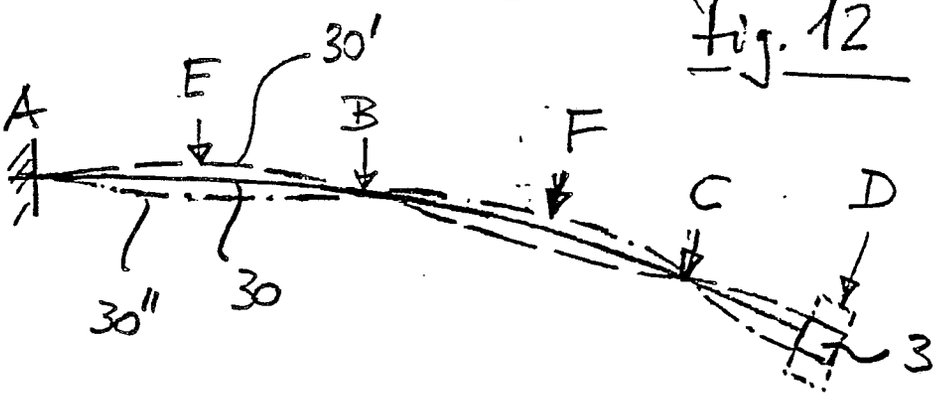


Fig. 11

Fig. 14

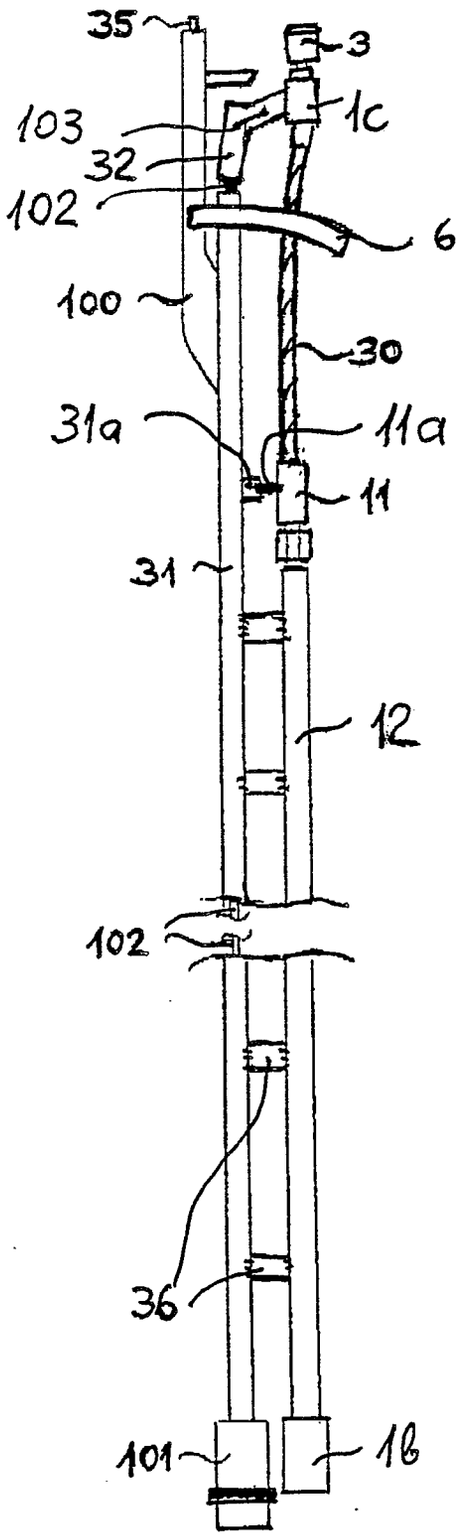
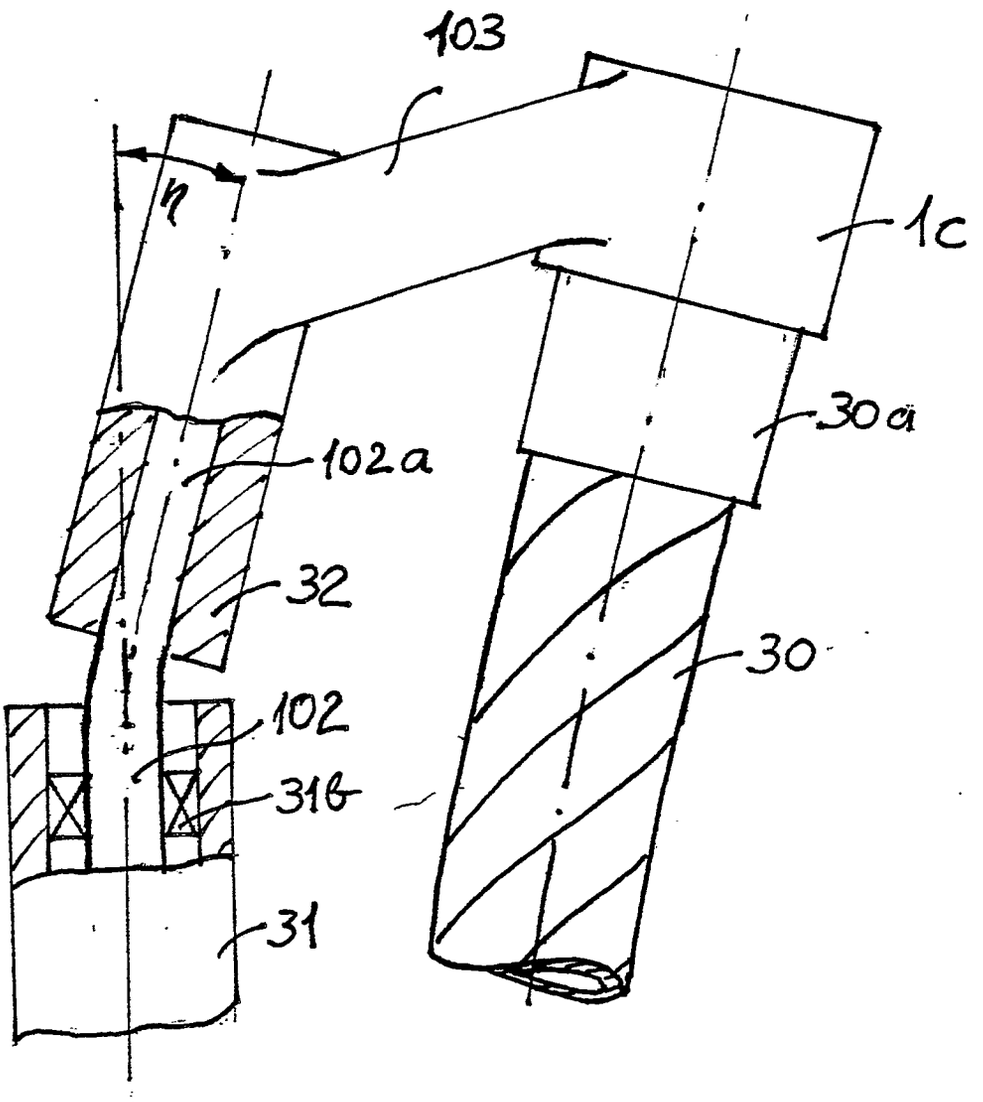


Fig. 15



Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 88 20 1560

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
X	US-A-4 369 850 (BARKER) * Spalte 1, Zeilen 30-51; Spalte 2, Zeilen 5-18,43 - Spalte 3, Zeile 52; Spalte 5, Zeilen 2-16; Figuren 1-7 *	1-5	B 26 F 3/00 E 21 B 7/18 B 05 B 3/00 E 21 C 25/60
X	GB-A- 718 735 (GRANT) * Seite 2; Figuren *	1-4,8, 10	
X	DE-A-2 425 475 (AEROMATIC) * Figur 1 *	1-4	
D,A	DE-C-3 410 981 (LOEGEL) * Insgesamt *	1-3,6	
D,A	DE-A-3 516 572 (LOEGEL) * Figuren *	10-12	
D,A	DE-A-2 607 097 (MAASBERG)		
A	DE-A-3 416 514 (FRÜHLING)		
A	MACHINE DESIGN, Band 57, Nr. 6, 21. März 1985, Seiten 114-117, Cleveland, Ohio, US; R.R. ARONSON: "Abrasive water jets" * Seite 115 *		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4) B 26 F E 21 B B 05 B E 21 C B 08 B E 02 F B 24 C B 28 B
A	NL-A-7 901 909 (FERRO)		
D,A	GB-A-1 460 711 (PRESSURE DYNAMICS)		
D,A	GB-A-2 027 776 (GUTEHOFFNUNGSHÜTTE)		
A	CH-A- 370 717 (CEBE)		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	03-10-1988	HUGGINS J.D.

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument