



(19)

# Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 819 480 A1

(12)

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
21.01.1998 Patentblatt 1998/04

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **B08B 9/04**, F16L 55/44,  
F16L 55/38

(21) Anmeldenummer: 96810471.1

(22) Anmeldedato: 18.07.1996

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

Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV SI**

(71) Anmelder: **Transglobal Ltd.**

(72) Erfinder: **Geppert, Christian**  
61348 Bad Homburg (DE)

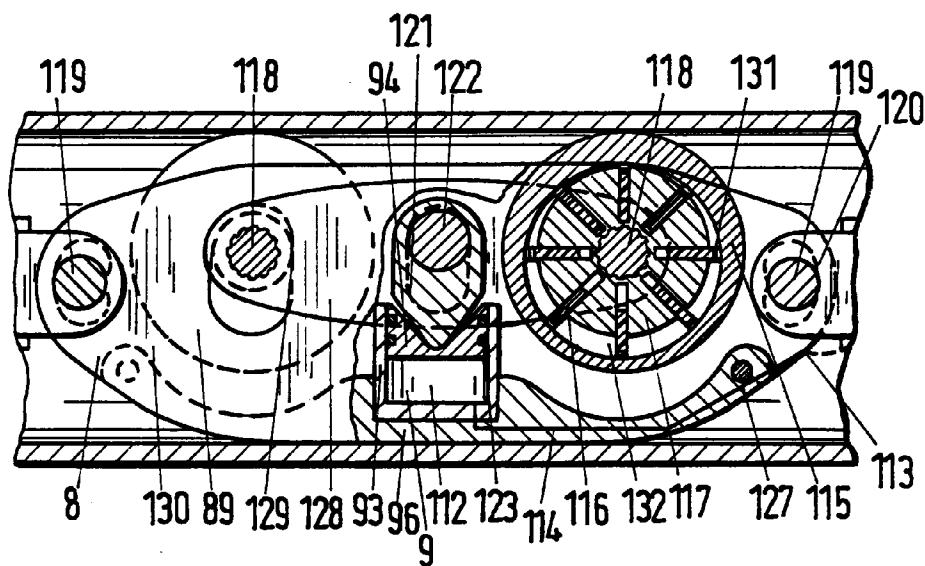
(74) Vertreter: **Heubeck, Bernhard**  
Sulzer Management AG,  
KS Patente/0007,  
Zürcherstrasse 12  
8401 Winterthur (CH)

## (54) Rohrreinigungsgerät für Erdöl- oder Gaspipelines

(57) Mit der Erfindung sind Rohrreinigungsgeräte für Erdöl- und Gas-pipelines gezeigt, bei denen ein Schild mit Reinigungseinrichtung durch einen Flüssigkeitsstrom in der Pipeline vorwärtsbewegt wird. Der Schild bildet in der Pipeline einen oder mehrere Durchbrüche für einen passierenden Flüssigkeitsstrom, um einen vorgesehenen Druck aufzubauen und ist auf seiner Rückseite mit einer Bremseinrichtung versehen, die ungewollt grosse Vorschubgeschwindigkeiten dadurch

verhindert, dass mindestens ein Klemmelement momentan an der Rohrwand haftet und sich relativ zur Bremseinrichtung bewegt. Diese Bewegung wird kinematisch auf einen hydraulischen Verdränger übertragen, der einen sekundären Flüssigkeitsstrom erzeugt, welcher über mindestens eine Drosselstelle gebremst wird und so die Geschwindigkeit zwischen Schild und Rohrwand festlegt.

Fig. 9



## Beschreibung

Die Erfindung handelt von einem Rohrreinigungsgerät für Erdöl- und Gaspipelines, die Ablagerungen beispielsweise in Form von Paraffinen aufweisen, welches Gerät mit einem Flüssigkeitsstrom zu Reinigungszwecken durch die Pipeline geschoben wird, wobei das Gerät einen Schild aufweist, welcher einen oder mehrere Durchbrüche für einen passierenden Flüssigkeitsstrom bildet, um einen vorgesehenen Strömungswiderstand in der Pipeline zu bilden, wobei der Schild an eine Bremseinrichtung gekoppelt ist und auf seiner Vorderseite eine Reinigungseinrichtung aufweisen kann.

Oel- und Gaspipelines neigen je nach Fördergebiet dazu, Feststoffe und zähflüssige Produkte wie zum Beispiel Paraffine an den Wänden abzulagern. Besonders schnell wachsen solche Rohre zu, wenn sie in einer kalten Umgebung wie zum Beispiel am Meeresgrund bei offshore Förderung verlegt sind. In einem solchen Fall wird heute versucht, die Rohre, solange sie noch nicht vollständig zugesetzt sind, mit einem Rohrreinigungsgerät, welches von der Rohrströmung mitbewegt wird, mechanisch zu reinigen. Diese Art der Rohrreinigung das "pigging" ist nur unvollständig gelöst, da es über lange Strecken d.h. mehrere Meilen angewendet werden muss. Die Geräte bleiben häufig in den Ablagerungen stecken und der Reinigungskopf versagt seinen Dienst. Als Ausweg bleibt dann nur das abschnittsweise Herausschneiden von Rohrstücken und deren Reinigung mit Bohrstangen, was bei Rohrleitungen die auf dem Meeresboden verlegt sind, ein äusserst teures Unterfangen ist, wenn man sich vorstellt, dass die Rohrstücke nach der Reinigung wieder zusammenge schweisst werden müssen.

Oelgesellschaften und Zulieferer bemühen sich daher Rohrreinigungsgeräte zu entwickeln, die ohne irgendwelche Kabel- oder Schlauchverbindungen über lange Strecken von einem Flüssigkeitsstrom mittransportiert werden, wobei dem Flüssigkeitsstrom ein Druck von 40 bis 60 bar entgegenstehen kann. So zeigt ein Prospekt der GIRARD INDUSTRIES INC., 6531 North Eldridge Pkwy, Houston, TX 77041-3507 in einem Prospekt von 1994 sogenannte "Cleaning Pigs", die aus zwei tellerähnlichen Kunststoffscheiben bestehen zwischen denen auf einem Verbindungsstück radial nach aussen drückende Reinigungsbürsten angebracht sind. Das ganze Gebilde wird mit einem Flüssigkeitsstrom in dem zu reinigenden Rohr vorwärts bewegt, wobei manche Ausführungen auch in beiden Richtungen bewegt werden können. Die tellerähnlichen Scheiben stossen und ziehen die dazwischen liegenden Bürsten, um Verunreinigungen von der Rohrwand zu kratzen. Der Druckunterschied vor und nach dem "Cleaning Pig" hängt vom Strömungswiderstand von Tellern und Bürsten sowie von der Reibung von Tellern und Bürsten an der Rohrwand ab. Aehnliche Anordnungen werden von GIRARD in einem Prospekt mit Copy right 1988 als

"F.H. Maloney Spring loaded Pipeline Cleaning Pigs" angeboten.

Eine ähnliche Einrichtung wird in der Anmeldung U.S. Serial Nr. 08/396807 vom 2. März 1995 durch die Shell Oil Company vorgeschlagen. Die Einrichtung besteht aus einem Dichtungskörper, auf den in Flussrichtung ein drehbar gelagerter Reinigungskopf mit Düsen aufgesetzt ist, um Feststoffe wie zum Beispiel Wachs von der Rohrinnenwand zu entfernen. An dem Dichtungskörper ist eine Bremseinrichtung befestigt, die radial mit Bremsschuhen gegen die Rohrwand presst, um so die Bewegung vom Dichtungskörper in der Rohrströmung zu bremsen und eine Druckdifferenz aufzubauen. Diese Druckdifferenz wird dazu benutzt, um über interne By-pass Leitungen die Düsen mit einem Flüssigkeitsstrahl zu versehen und den Reinigungskopf in Drehung zu versetzen.

Im weiteren zeigt die Patentschrift U.S. 4,920,600 eine Rohrreinigungseinrichtung die aus einem Reinigungskopf mit sich radial, entgegen der Strömungsrichtung verbreiternden Schabern. Der Reinigungskopf ist axial fest mit einem als Rohrstopfen ausgebildetem Trägerkörper verbunden, welcher zwei Dichtungsteller aufweist, die jeweils aus mehreren zueinander beweglichen Elementen bestehen, um von der Strömung angetriebenen Druckschläge auf den Reinigungskopf zu übertragen.

Ein Nachteil der hier aufgeführten Einrichtungen besteht darin, dass sie auf geringe Verkrustungen und Ablagerungen beschränkt sind, weil sie in dickeren Ablagerungsschichten einfach stecken bleiben. Im weiteren lässt sich die anzutreffende Dicke der Ablagerungen nicht ohne weiteres vorhersagen. Aus diesem Grund ist die Anwendung solcher Geräte immer mit einem hohen Risiko für ein Steckenbleiben und für den Aufwand beim Heraustrennen von Pipelineabschnitten verbunden.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein sicheres Rohrreinigungsgerät für Erdöl- oder Gaspipelines zu schaffen. Diese Aufgabe wird mit den Kennzeichen des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst, indem die Bremseinrichtung mindestens ein Klemmelement aufweist, das momentan an der Rohrwand haftet und sich relativ zur Bremseinrichtung bewegt, um mit dieser Bewegung eine sekundäre Flüssigkeit zu verdrängen, die über mindestens eine Drosselstelle gebremst wird und so die Geschwindigkeit zwischen Schild und Rohrwand festlegt.

Durch diese Anordnung wird erreicht, dass sich das Rohrreinigungsgerät nicht mit erhöhten Vorschubgeschwindigkeiten, bei denen ein Festsetzen vom Reinigungskopf stattfinden kann, in axialer Richtung vorwärts bewegt und dass die Vorschubbewegung zwangsläufig und autonom durchführbar ist. Dabei wird Bremsenergie durch Drosseln an einen sekundären Flüssigkeitsstrom abgegeben, der das Rohrreinigungsgerät aufheizt und über das Gerät die Wärme an den passierenden Flüssigkeitsstrom und die Umgebung

weitergeleitet.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass ein Teil der Bremskräfte mit der Vorschubgeschwindigkeit derart gekoppelt ist, dass mit wachsender Geschwindigkeit des Rohrreinigungsgerätes in der Pipeline auch die Bremskraft wächst. Es genügt daher, den Flüssigkeitsstrom am Eintritt der Pipeline mit einem Regler auf konstanten Flüssigkeitsstrom hin zu regeln, um überall längs der Pipeline die gleichen Bedingungen für das Bremsen auf eine vorgegebene Vorschubgeschwindigkeit und für die Betätigung der Reinigungseinrichtung zu erhalten. Dadurch, dass im Schild und Reinigungskopf die Durchbrüche für einen passierenden Flüssigkeitsstrom festgelegt sind, kann bei einer bestimmten, mit einer Vorschubgeschwindigkeit gekoppelten Bremskraft eine vorgegebene Druckdifferenz über den Schild eingehalten werden. Da im vorliegenden Fall die Bremskraft von der Vorschubgeschwindigkeit des Schildes gegenüber der Rohrwand in einer ansteigenden Charakteristik abhängig ist, stellt sich bei annähernd konstanten Reibungsverhältnissen am Rohrreinigungsgerät eine vorgegebene Druckdifferenz bei einer vorgegebenen Vorschubgeschwindigkeit ein. Mit einer solchen Anordnung ist es daher möglich die Druckdifferenz über den Schild so hoch zu wählen, dass damit Düsen gespeist werden können, die die Ablagerungen wie beim Wasserstrahlschneiden in einem Abstand vor dem Schild bereits in transportable Klumpen oder Späne zerlegen. Dadurch, dass die Vorschubgeschwindigkeit trotz des relativ hohen Druckabfalls über den Schild auf kleine Werte beschränkt ist, können Düsenstrahlen, wegen der geringen Geschwindigkeitschwankungen, die Ablagerungen bis auf den Grund der Rohrwand wegschneiden.

Die Bremskraft setzt sich aus drei möglichen Komponenten zusammen: Aus eventuellen Bearbeitungskräften am Reinigungskopf vor dem Schild, aus der Summe der Gleitreibungskräfte zwischen Rohrreinigungsgerät und Pipeline entgegen der Vorschubrichtung und aus mindestens einer, mit einer bestimmten Vorschubgeschwindigkeit gekoppelten Teilbremskraft. Während die Bearbeitungskräfte und die Gleitreibungskräfte mit ihren Schwankungen Störgrößen darstellen, gleicht die von der Vorschubgeschwindigkeit abhängige Teilbremskraft Schwankungen der beiden ersteren entsprechend ihrer Drosselcharakteristik aus, in der Druckkraft und Vorschubgeschwindigkeit gekoppelt sind. Je geringer die Störgrößen ausfallen, desto konstanter ist die Vorschubgeschwindigkeit. Entsprechend einer mindestens zeitweise erreichten Drosselcharakteristik im sekundären Flüssigkeitsstrom, kann für die Teilbremskraft eine annähernde Abhängigkeit vom Quadrat der Vorschubgeschwindigkeit erzeugt werden. Diese überproportionale Abhängigkeit bedeutet, dass mit relativ geringen Änderungen der Vorschubgeschwindigkeit grosse Differenzen in der Teilbremskraft erzeugt werden, um Störungen zu kompensieren.

Bei einem Rohrreinigungsgerät ohne mechanisch

spanende Reinigungselemente entstehen auch geringere Störgrößen in der Bremskraft. So entstehen bei einer Anordnung von mit Flüssigkeitsstrahlen schneidenden Düsen nur die durch Strahlumlenkung erzeugten aber konstanten Impulskräfte, so dass praktisch nur noch die Schwankungen der Gleitreibungskräfte durch ein Verändern der Teilbremskraft kompensiert werden müssen, was wie oben beschrieben, nur zu kleinen Änderungen in der Vorschubgeschwindigkeit führt.

Für die Funktion der Bremseinrichtung muss das Klemmelement, welches die Vorschubgeschwindigkeit aufgrund der zu kompensierenden Kraft bestimmt, möglichst sicher d.h. ohne Schlupf mit der Rohrwand verbunden sein. Es ist daher eine ausreichend grosse Radialkraft zwischen Klemmelementen und Rohrwand zu erzeugen, um ein momentanes Haften der Kontaktfläche eines Klemmelementes zu erreichen. Da die Pressung an den Kontaktflächen wegen unzulässiger Deformationen an der Rohrinnenwand nicht beliebig gesteigert werden kann und da auch für die Erzeugung grosser konstanter Radialkräfte bei schwankenden Rohrinnendurchmessern Grenzen gesetzt sind, ist es von Vorteil, mehrere miteinander verbundene Bremseinrichtungen zu verwenden. Dies gestattet es, am Schild grosse Druckunterschiede zu erzeugen wie sie beispielsweise zum Schneiden von Ablagerungen mit Flüssigkeitsstrahlen notwendig sind.

Weitere vorteilhafte Ausbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen 2 bis 16.

Eine erste Möglichkeit besteht darin, Klemmelemente als mitlaufende radial an die Rohrwand angepresste Rollen auszuführen, die ihrerseits mit ihrer Drehung eine Sekundärflüssigkeit in vorgegebenen Volumina verdrängen und den so entstehenden sekundären Flüssigkeitsstrom mit Drosseln zu bremsen. So kann eine Rolle beispielsweise wie eine Schubkurbel auf hydraulische Bremszylinder mit Drosselstellen resp. Stossdämpfer wirken, wobei durch die Verwendung von mehreren Rollen und von mehreren Stossdämpfern an einer Rolle ein Ausgleich der schwankenden Kraft-/Wegcharakteristiken der einzelnen Schubkurbeln stattfindet.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass die Rolle eine volumetrische Pumpe wie zum Beispiel eine Flügelzellenpumpe antreibt, deren Volumenstrom über Drosselstellen gebremst wird.

Bei der Verwendung von mitlaufenden bremsenden Rollen in Pipelines mit Durchmessern von wenigen Zoll stösst man schnell an konstruktive Grenzen. Eine Rolle hat den Vorteil, dass sie Hindernisse wie Schweißnähte oder Durchmesserschwankungen der Pipeline überwinden kann, sofern sie entsprechend nachgiebig gelagert ist. Andererseits sollte mit der Rolle die grösstmögliche radiale Anpresskraft erzeugt werden und über eine kinematische Kette ihre Drehung in verdrängtes Volumen einer sekundären Flüssigkeit umgewandelt werden. Beide Forderungen benötigen konstruktiv relativ viel Raum in der Pipeline. Es hat sich

daher als vorteilhaft erwiesen als weiches aber stark vorgespanntes Federelement einen Gas speicher zu verwenden, der räumlich verschoben von der Rolle angeordnet sein kann und der mit seinem Druck auf einen Hochdruckzylinder wirkt, welcher die Rolle radial verspannt. Dadurch, dass im Hochdruckzylinder ein flüssiges Medium verwendet wird, lassen sich Leckverluste am Zylinder klein halten.

Eine weitere Forderung an die Angriffspunkte von Bremskräften wäre, dass die Radialkräfte keine Kippmomente erzeugen, die ein Verkanten der tragenden Gehäuseteile des Rohrreinigungsgerätes bewirken. Ideal wäre, wenn sich die Radialkräfte jeweils in einer Querebene zur Längsachse aufheben. Theoretisch müsste man daher mindestens zwei sich gegenüberliegende Rollen in einem Querschnitt anordnen. Praktisch hat sich jedoch gezeigt, dass es aus Platzgründen sinnvoller ist, auf der Gegenseite zu einer Rolle einen an der Rohrwand mitschleifenden Gleitschuh vorzusehen, der mit einer gleich grossen jedoch entgegengesetzten Radialkraft wie die Rolle angepresst wird. Versuche haben gezeigt, dass mit einem bombierten Gleitschuh aus verschleissfestem Material im betrachteten relativ niedrigen Bereich der Vorschubgeschwindigkeiten nur geringe Schwankungen in der Grösse der Gleitreibungskraft auftreten. Dies hat den Vorteil, dass ein Teil der notwendigen Bremskraft über annähernd konstante Gleitreibung erzeugt werden kann und die Bremseinrichtung im sekundären Flüssigkeitsbereich entsprechend kleiner dimensioniert werden kann. Es versteht sich, dass dabei die radiale Anpresskraft nur so hoch gewählt werden darf, dass die Rolle mit ihrer Teilbremskraft die Vorschubgeschwindigkeit bestimmt.

Eine weitere Ausführung einer Bremseinrichtung mit kontrollierter Vorschubgeschwindigkeit besteht darin, schrittweise zwei axial versetzte Klemmelemente zu verwenden, deren Radialkräfte sich im jeweiligen Querschnitt gegenseitig aufheben und den Hub des momentan klemmenden Elementes in axialer Richtung mit einem Kolben, der einen sekundären, gedrosselten Flüssigkeitsstrom bewegt, zu begrenzen, während das zweite, momentan nicht klemmende Element in eine Ausgangsstellung bewegt wird, die beim Wechsel der Klemmung beim zweiten Element einen sekundären gedrosselten Flüssigkeitsstrom bewegt. Dabei ist es sinnvoll beim Wechsel der Klemmung eine Ueberlappung der Klemmzeiten vorzusehen, damit kein unkontrolliertes Gleiten eintreten kann. Der Ablauf sieht dann so aus, dass am Ende des gebremsten Hubes für das erste Klemmelement ein Stillstand eintritt, bei dem die Klemmung des zweiten Klemmelementes in seiner Ausgangsstellung erfolgt. Mit erfolgter Klemmung des zweiten Klemmelementes wird beispielsweise über einen Druckschalter die Klemmung des ersten Klemmelementes aufgehoben, das Rohrreinigungsgerät hängt nur noch am zweiten Klemmelement und macht während des relativen Hubes gegenüber dem zweiten Klemmelement eine axiale Vorschubbewegung mit kon-

trollierter, annähernd konstanter Geschwindigkeit. Die Bewegung des Rohrreinigungsgerätes in der Pipeline ist dann praktisch schrittweise und gleicht der eines Artisten der sich ohne Kreuzen oder Gleiten der Hände an einem Seil herunterlässt. Dieser Vergleich zeigt gleichzeitig auch, wie schwierig es wäre, nur über radiale Pressung und Gleitreibung eine konstante Vorschubgeschwindigkeit einzuhalten.

Grundsätzlich lassen sich an einem Schild mit den hier beschriebenen Bremseinrichtungen beliebige Reinigungsköpfe anbringen und durch die erzielte Begrenzung der Vorschubgeschwindigkeit in ihrer Wirkung verbessern.

Gleichzeitig mit dem annähernd konstanten Vorschub wird aber auch eine vorwahlbare Druckdifferenz über den Schild angeboten, die es ermöglicht im Schild Hydromotoren für Hilfsantriebe vorzusehen; sei es, dass damit Druckverstärker für die Bremseinrichtung oder mechanische Antriebe für eine Reinigungseinrichtung angetrieben werden.

Mit einer hohen Druckdifferenz über den Schild lässt sich für die hier beschriebenen, sowie auch allgemein für andere Bremseinrichtungen ein neues Konzept für eine Reinigungseinrichtung direkt am Schild verwirklichen. An einem mittigen Befestigungsarm wird vor dem Schild ein Prallgitter vorwiegend geschoben, das quer zur Rohrachse angeordnet ist und in seinen Abmessungen etwas kleiner als der zu erwartende freie Kern der verschmutzten Pipeline ist. Im Schild selbst sind Düsen mit unterschiedlicher Strahlrichtung angebracht, von denen ein Teil auf die Rohrwand zwischen Prallgitter und Schild gerichtet ist, um die Verschmutzungen in Form von Klumpen und Spänen abzulösen, während ein anderer Teil zum Prallgitter hin gerichtet ist, um die entstandenen Klumpen und Späne zu verwirbeln und am Prallgitter in kleinere Stücke zu schlagen und diese Stücke vorzu mit dem passierenden Flüssigkeitsstrom im freien Kern der verschmutzten Pipeline vor dem Prallgitter abzuführen. Die Düsen weisen mit ihrem Strahl in der Regel auch eine nach vorne gerichtete Richtungskomponente auf, um den Schild frei von Verschmutzungen zu halten. Bei einer Verteilung der Düsen auf konzentrischen Kreisen zur Rohrachse kann ein gleichmässiges und vom Drehwinkel unabhängiges Schnittbild in den Ablagerungen an der Rohrwand erzeugt werden. Insbesondere ist es von Vorteil, wenn der Schild nahe der Rohrwand einen vorstehenden Kranz mit einer Vielzahl von Düsen für die Ablösung von Restablagerungen aufweist, um die Bahn für den Schild frei zu schneiden. Dabei können die Düsenstrahlen auch eine wesentliche Komponente in Umfangsrichtung aufweisen, um quer zur Vorschubrichtung und in spitzem Winkel zur Rohrwand zu schneiden. Wenn sich die Momentensumme der Impulse von Düsen an Schild und Reinigungskopf weitgehend aufhebt, wird der Kupplungsteil zwischen Schild und Bremseinrichtung weniger auf Torsion beansprucht.

Da Erdöl- und Gas pipelines vor allem an ihrem

Beginn und an ihrem Ende auch Krümmungen aufweisen, deren Krümmungsradius wenigen Rohrdurchmessern entspricht, werden Rohrreinigungsgeräte auch aus mehreren zueinander beweglichen Gliedern zusammengesetzt, die über Kupplungen miteinander verbunden sind. Beim Durchfahren einer Krümmung müssen solche Kupplungen die Auslenkungen durch ihre Anordnung und Gestaltung aufnehmen können. Sobald die Kupplungen beim Durchfahren von Rohrbögen auf Druck in Achsrichtung beansprucht werden, besteht ein erhöhtes Risiko, dass sich die Glieder im Rohr verkeilen. Es ist daher ein Vorteil, wenn zwischen den Gliedern eines Rohrreinigungsgerätes immer eine gewisse Zugbeanspruchung vorhanden ist. Für ein Rohrreinigungsgerät, das als vorderstes Glied einen Schild und als hinterstes Glied eine wirksame Bremseinrichtung aufweist, ist diese Bedingung erfüllt, solange der Schild nicht in ein zu grosses Hindernis fährt. In einer solchen Situation eines steckengebliebenen Rohrreinigungsgerätes ist es von Vorteil, wenn mit einer Umkehrung des Flüssigkeitsstromes d.h. Einspeisung vom anderen Ende der Pipeline die Funktionen der Glieder vertauscht werden. Zu diesem Zweck wird am letzten Glied ein Rückfahrschild angebracht, welcher bei umgekehrter Strömung einen wesentlich grösseren Strömungswiderstand bildet und im ursprünglichen Schild eine Art Rückströmeinrichtung beispielsweise eine Rückschlagklappe vorgesehen, die bei umgekehrter Strömungsrichtung zusätzliche Durchtrittsfläche freigibt. Da für die Rückwärtsbewegung im bereits gereinigten Rohr keine Begrenzung der Geschwindigkeit notwendig ist und eine immer noch wirksame Bremseinrichtung eher zu einem Verkeilen zwischen Bremseinrichtung und Schild führen würden, ist es sinnvoll mit der Strömungsumkehr die Wirkung der Bremseinrichtung aufzuheben was zum Beispiel durch die Freigabebewegung vom Rückschlagmechanismus am Schild ausgelöst werden kann.

Als Rückfahrschild können beispielsweise Klappen wie bei einem "butterfly" Ventil vorgesehen werden, wobei die Klappenflügel in Offenstellung erst bei Strömungsumkehr beispielsweise zusammen mit der Aufhebung der Bremswirkung freigegeben werden, um ein mechanisches Blockieren während der Vorwärtsbewegung mit Sicherheit auszuschliessen.

Im folgenden ist die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben: Es zeigen:

- Fig. 1 Schematisch einen Schild mit Reinigungskopf, welcher für unterschiedliche Bremseinrichtungen verwendbar ist, wobei im Schild zusätzlich ein Hydromotor als Antrieb für Stellglieder im Reinigungsgerät vorgesehen ist;
- Fig. 2a schematisch ein Rohrreinigungsgerät mit einer Bremseinrichtung, die einen schrittweise kontrollierten Vorschub von einem Reinigungskopf gestattet;

- Fig. 2b schematisch eine interne Verrohrung für einen in Fig. 2a verwendeten sekundären Flüssigkeitsstrom;
- 5 Fig. 2c schematisch eine hydraulische Schaltung für das Zusammenwirken von Klemmelementen und Bremskolben in Fig. 2a, b.
- 10 Fig. 3a, b schematisch eine Ausführung für Klemmelemente gemäss Fig. 2a;
- 15 Fig. 4 schematisch Teile einer Bremseinrichtung gemäss Fig. 2a;
- 20 Fig. 5, 6 schematisch ein Rohrreinigungsgerät mit einer Bremseinrichtung, die über eine Umlenkrolle mit dem Schild verbunden ist und die über einen einzigen, doppelt wirkenden Kolben einen schrittweise kontrollierten Vorschub gestattet.
- 25 Fig. 7 schematisch eine hydraulische Schaltung für Klemmelemente gemäss Fig. 5 und 6;
- 30 Fig. 8 schematisch einen Schild mit Reinigungskopf, welche für unterschiedliche Bremseinrichtungen verwendbar sind, wobei am Schild ein Druckspeicher für hydraulische Klemmeinrichtungen anschliesst und im Schild ein Hydromotor zum Ausgleichen von Leckverlusten an Klemmeinrichtungen eingebaut ist;
- 35 Fig. 9, 10 schematisch um 90° versetzte Längsschnitte durch eine Bremseinrichtung mit mitlaufenden Rollen, welche die Vorschubgeschwindigkeit bestimmten, indem sie eine gedrosselte volumetrische Pumpe antreiben;
- 40 Fig. 11, 12 schematisch um 90° versetzte Längsschnitte, durch eine Bremseinrichtung mit mitlaufender Rolle, welche die Vorschubgeschwindigkeit bestimmt, indem sie in der Art eines Kurbelriebes von zwei um 90° versetzten Stoßdämpfern gebremst ist;
- 45 Fig. 13 schematisch einen Querschnitt durch die Rolle in Fig. 11;
- 50 Fig. 14 schematisch einen Querschnitt durch einen Klemmzylinder in Fig. 11; und
- 55 Fig. 15 schematisch einen ausklappbaren Rückwärtsschild, um ein Reinigungs-

rät bei umgekehrter Strömungsrichtung zurückzuziehen.

Mit den Figuren sind Rohrreinigungsgeräte für Erdöl- und Gaselines gezeigt, bei denen ein Schild mit Reinigungseinrichtung durch einen Flüssigkeitsstrom in der Pipeline vorwärtsbewegt wird. Der Schild bildet in der Pipeline einen oder mehrere Durchbrüche für einen passierenden Flüssigkeitsstrom, um einen vorgesehenen Druck aufzubauen und ist auf seiner Rückseite mit einer Bremseinrichtung versehen, die ungewollt grosse Vorschubgeschwindigkeiten dadurch verhindert, dass mindestens ein Klemmelement momentan an der Rohrwand haftet und sich relativ zur Bremseinrichtung bewegt. Diese Bewegung wird kinematisch auf einen hydraulischen Verdränger übertragen, der einen sekundären Flüssigkeitsstrom erzeugt, welcher über mindestens eine Drosselstelle gebremst wird und so die Geschwindigkeit zwischen Schild und Rohrwand festlegt.

In Figur 1 ist ein Schild 3 mit einer Reinigungseinrichtung 5 gezeigt, der beispielsweise mit Bremseinrichtungen 8 nach den Figuren 2 bis 7 gekoppelt ist, welche seine Vorschubgeschwindigkeit begrenzen. In einer Pipeline 1 treibt ein Flüssigkeitsstrom 2 den Schild 3 vor sich her, dessen äusseres Gehäuse 50 über Packungen 42 gegen die Pipeline 1 gedichtet und gleichzeitig geführt ist. Die Packungen 42 sind durch einen Haltering 51 gesichert. Ueber den Schild bestehen Durchbrüche 45, 46, 47; 44, 43, 49, 36, 37, 38, die einen passierenden Flüssigkeitsstrom 7 zulassen und bei vorgegebener Vorschubgeschwindigkeit des Schildes 3 entgegen dem Flüssigkeitsstrom 2 einen Druck von beispielsweise 30 bar aufbauen. Dieser Druck lässt sich am Schild 3 unabhängig vom Standort des Schildes in der Pipeline aufbauen, wenn der Flüssigkeitsstrom 2 am Eingabeende auf konstante Menge hin geregelt wird.

Im inneren Gehäuse 48 wirkt ein mit Zahnrädern 56 gebildeter Hydromotor 15 mit Kurvenscheiben 88 als Druckverstärker über ein Pumpensystem 15 mit Kolben 58 und Rückschlagventilen 61, 62 auf die Ansaug- und Druckleitungen 59, 60 eines hydraulischen Hilfssystems, das beispielsweise für die Aufrechterhaltung der Klemmkraft bei radialen Klemmelementen 9a, 9b verwendet werden kann. Ein Zulauf 45 und ein Ablauf 46 sind in ihrem Querschnitt so aufeinander abgestimmt, dass der Hydromotor 55 bei vorgegebener Druckdifferenz nicht über eine bestimmte Drehzahl hinaus in Drehrichtung 57 drehen kann.

Eine eigentliche Reinigungseinrichtung 5 ist in den Schild 3 auf seiner Vorderseite 4 integriert. Konzentrisch zur Rohrachse 14 ist auf einem Arm des äusseren Gehäuses 50 ein Prallgitter 39 angebracht, das Bohrungen 52 besitzt. Das Prallgitter 39 besitzt einen äusseren Durchmesser, der kleiner als der Innendurchmesser von zu erwartenden Ablagerungen 6 ist, und bildet - da es in einem Abstand zum Schild 3 vorsteht -

einen Hohlraum 40, der durch die Rohrwand 1 und nicht abgetragene Ablagerungen 6 begrenzt ist. Im Schild 3 sind Düsen 36, 37, 38 vorgesehen, die über Verbindungskanäle 44, einen Ringkanal 43 und Vorbohrungen 49 mit Spülflüssigkeit unter Druck angespeist werden. Ein Teil der Düsen spritzt gegen die Rohrwand 1, um während der Vorschubbewegung des Schildes 3 Klumpen und Späne von Ablagerungen 6 wegzuschneiden. Ein anderer Teil der Düsen spritzt direkt oder indirekt in den Hohlraum 40, um die losgelösten Klumpen und Späne auf eine Grösse zu zerschlagen, die das Prallgitter 39 passieren kann, und um die Partikel vor dem Prallgitter 39 vorlaufend mit dem passierenden und verdrängten Flüssigkeitsstrom 7 wegzutransportieren. Dabei bietet die geringe Partikelgrösse gute Gewähr, dass keine Verstopfungen eintreten. Vor den Packungen 42 besitzt der Schild 3 nahe der Rohrwand einen Kranz 41 mit Düsen 36, welche eventuelle Restablagerungen entfernen und die Bahn für die Packungen freischneiden. Zwischen innerem Gehäuse 48 und äusserem Gehäuse 50 ist ein Ringkanal 53 angebracht, der über eine Verbindungsbohrung 54 mit dem Raum vor dem Prallgitter 39 verbunden ist und der für druckbetätigtes Schaltelemente den Referenzdruck vor dem Prallgitter 39 zu Verfügung stellt.

In den Figuren 2a, 2b, 2c, 3a, 3b, 4 sind das Prinzip und Ausführungsdetails einer Bremseinrichtung beschrieben, die sich mit einem Schild nach Figur 1 kombinieren lässt.

Aus Figur 2a ist die prinzipielle Anordnung der Elemente ersichtlich, wobei die interne Verrohrung 65, 66 mit einer einstellbaren Drossel 21 zum Bremsen der sekundären Flüssigkeit 10 in Figur 2b herausgezeichnet ist, während Figur 2c eine hydraulische Schaltung für die Klemmelemente 9a, b zeigt. Das erste Klemmelement 9a ist mit Klemmbacken 11a im Rohr 1 verspannt und bremst über die dazwischenliegenden Bremseinrichtungen 8a, 8b den Schild 3. Der Kraftfluss für die Bremskraft geht vom Klemmelement 9a über eine Kupplung 77a auf Kolbenstange 27a und Kolben 13a der ersten Bremseinrichtung 8a, wobei sekundäre Flüssigkeit 10 vom Kolben 13a über eine Drosselstelle 21 verdrängt wird und den Kolben 13b der zweiten Bremseinrichtung 8b und über eine zugehörige Kolbenstange 27b und Kupplung 77c ein zweites Klemmelement 9b im Leerlauf in Vorschubrichtung bewegt. Die eigentliche Bremsbewegung wird vom Bremszylinder 12b und von dort über Zugelemente 24 z.B. Drahtseile auf den Schild 3 übertragen. Statt reiner Zugelemente 24 sind auch an Gelenken gelagerte Zugstangen möglich, die auch im Rahmen ihrer Knicklänge Druckkräfte übertragen können. Dabei sind die Klemmbacken 11b des zweiten Klemmelementes 9b eingezogen. An den Gehäuseteilen sind jeweils Führungsflossen 80 angebracht, welche die Gehäuseteile annähernd in der Rohrmitte halten. Leckverluste der sekundären Flüssigkeit 10 können durch einen mitfahrenden Druckspeicher 64 ausgeglichen werden. Dadurch, dass Kolben 13a, b

und Zylinder 12a, b gleiche Abmessungen haben, erreichen die Kolben praktisch gleichzeitig ihre Endlagen und zwar so, dass sie einmal am nächsten beieinander liegen und das andere Mal am weitesten auseinander liegen.

In Figur 2c ist im Hydraulikschema der Schild 3 mit einem Pumpensystem 15 und einem Druckbegrenzungsventil 20 gezeigt. Druckspeicher 63, 68 ergänzen eventuelle Leckagemengen auf der Hochdruck- und der Niederdruckseite. Druckleitung 60 und Ansaugleitung 59 gehen in Form von Hydraulikschläuchen, die parallel zu den Zugelementen 24 geführt sind vom Schild 3 zur zweiten Bremseinrichtung 8b und weiter als Abzweigungen 60a, 59a über die Kupplung 77b auf die erste Bremseinrichtung 8a, deren Aufbau aus Figur 4 ersichtlich ist. Auf den Bremseinrichtungen sind jeweils Schaltventile S11, S12 sowie S21, S22 angebracht, die in Abhängigkeit von den Kolbenendlagen die Klemmung an den Klemmelementen 9a und 9b mit einer Überlappung der Klemmung umsteuern, damit kein ungewollter Schlupf gegenüber der Rohrwand 1 auftritt.

Beginnend mit einer Stellung gemäß Figur 2a ergibt sich folgende Ventilstellung:

- Schaltventil S12 steht auf Durchlass über Rückschlagventil, weil das zweite Klemmelement 9b auf Niederdruck ist.
  - Schaltventil S11 gibt den Hochdruck von Druckleitung 60a weiter.
- ⇒ Klemmbacken 11a sind unter Druck ausgefahren.
- Schaltventil S22 steht auf Durchlass in beiden Richtungen, weil das erste Klemmelement 9a auf Hochdruck ist.
  - Schaltventil S21 gibt den Niederdruck von Ansaugleitung 59a weiter
- ⇒ Klemmbacken 11b sind eingefahren.

Mit dem Erreichen der Endlage in der die Kolben 13a, 13b am weitesten auseinanderstehen werden folgende Schaltschritte vorgenommen:

- Schaltventil S11 wird auf Niederdruck umgesteuert, der jedoch noch nicht weitergegeben werden kann, da der Druck zum Umsteuern von S12 fehlt. Klemmelement 9a bleibt noch geklemmt.
  - Schaltventil S21 wird auf Hochdruck umgesteuert und kann unabhängig von der Stellung vom Schaltelement S22 den Hochdruck an das Klemmelement 9b weitergeben.
- ⇒ Klemmbacken 11b werden ausgefahren und es baut sich Hochdruck beim Festsetzen der

Klemmbacken auf, welcher nun das Schaltventil S12 auf Durchgang in beiden Richtungen schaltet.

- 5 ⇒ Klemmbacken 11a werden eingefahren.

Das zweite Klemmelement 9b ist nun in axialer Richtung starr mit dem Kolben 13b verbunden. Der Schild 3, welcher am zweiten Bremszylinder 13b aufgehängt ist, presst die sekundäre Flüssigkeit in umgekehrter Richtung über die Drosselleitung 65 zurück und bringt gleichzeitig den ersten Kolben 13a in seine Ausgangsstellung zurück. In dieser Stellung erfolgt gleich wie oben beschrieben ein Richtungswechsel für die Kolben 13a, 13b mit einem kurzen "Stop" während der überlappenden Klemmung.

Der Schild bewegt sich auf diese Weise in Schritten, wobei die Geschwindigkeit mit der Drossel 21 vorstellbar ist.

20 In Figur 4 ist die räumliche Anordnung der Komponenten der Bremseinrichtung 8a aufgezeigt. Der Bremszylinder 12a mit Boden 22 und Zwischenboden 23 bildet mit einem Zwischenstück 16a ein tragendes Gehäuse für die restlichen Elemente. Im Zwischenstück 25 16a sind Fenster 30, die den Zugang und die Kontrolle erleichtern. Eine Kupplung 77b mit einem Kugelkörper 33 und einer Pfanne verbindet die Zwischenkörper 16a, 16b der beiden Bremseinrichtungen 8a und 8b. Die Pfanne weist Längsschlüsse 31 auf, die über in den 30 Kugelkörper 33 eingelassene Stifte 32 ein Verdrehen der Kupplung verhindern. Der Kugelkörper 33 ist so gross dimensioniert, dass Hydraulikleitungen 65, 66, 59a, 60a, 158a, 158b hindurchgelegt werden können. Die zulässige Achsauslenkung zwischen Pfanne und 35 Kugelkörper 33 ist begrenzt, um Hydraulikschläuche keinen unnötigen Belastungen auszusetzen. Die Schaltventile S11, S12 sind am Übergang zum Zwischenboden 23 angebracht, wobei das Schaltventil S11 eine Endlage jeweils bis zum Erreichen der nächsten 40 Endlage speichert. Die Verbindungsleitung 75a zum Klemmelement 9a wird zunächst auf den Zwischenboden 23 geführt und geht dann weiter als Hydraulikschlauch auf die Stirnseite der Kolbenstange 27a und als Bohrung in der Kolbenstange 27a bis zur Kupplung 45 77a. Um eine unzulässige Verdrehung der Kolbenstange 27a zu verhindern, kann diese über einen Führungsnocken 29 an der Stirnseite längs dem Zwischenstück 16a geführt werden.

Der Aufbau der zweiten Bremseinrichtung 8b mit 50 ihrem Klemmelement 9b ist analog.

Klemmelemente 9a, 9b sind in den Figuren 3a, 3b gezeigt. Die Kolbenstangen der zugehörigen Klemmkolben 19 ragen in den Mittelteil 76 und wirken auf einen Verdrängerkörper 18 mit Schrägläufen 81. Gleitsteine 55 17, die als Klemmbacken 11a, 11b ausgebildet sind, laufen beweglich zu den Schrägläufen 81 und zu Gegenläufen 82 und ragen durch Schlüsse 83 durch die Kontur der Mittelteile 76 heraus. Den Abschluss der

Klemmzylinder 76 bilden Böden 34. Eine Rückholfeder 79 bewirkt bei Niederdruck ein Lösen der Klemmung und das Einziehen der Klemmbacken 11a, 11b. Das Klemmelement 9b wird hier auf seiner Aussenseite von den Zugelementen 24 und den Versorgungsleitungen 60, 59 passiert. Es wäre aber auch möglich, die Kolbenstangen als beidseitig gelagerte, hohle Kolbenstangen und die Kolben 19 mit einer grösseren Mittelbohrung auszuführen, um zum Beispiel eine zentrale Zug- und Druckstange, die gleichzeitig auch die Leitungen 59, 60 beherbergt, darin unterzubringen.

Eine weitere Ausführungsform einer schrittweisen Bremseinrichtung ist in den Figuren 5, 6 und 7 gezeigt, bei der die Bremseinrichtung 8 nur noch einen Bremskolben 13 mit einer beidseitig durchgehenden Kolbenstange 28 aufweist und die verdrängte sekundäre Flüssigkeit 10 über eine Drosselstelle 21 am Kolben 13 entspannt wird. Die Zugelemente 24 (einmal strichliert, einmal ausgezogen) sind als biegsame Seile oder Bänder an der Bremseinrichtung 8 und am Klemmelement 9b befestigt und in einer Schlaufe 25 über eine Umlenkrolle 26 am Schild 3 geführt. Dies führt dazu, dass der Schild 3 nur die Hälfte der Relativbewegung zwischen dem Gehäuse der Bremseinrichtung 8 und dem Klemmelement 9b ausführt. In Figur 5 klemmt das Klemmelement 9a mit Klemmbacken 11a und blockiert über eine Kupplung 77a ein Zwischenstück 16 vom Gehäuse der Bremseinrichtung 8 und damit das eine Ende der Zugelemente 24, deren anderes Ende über eine Umlenkrolle 87 eine Zugbelastung am zweiten Klemmelement erzeugt. Diese Zugkraft zieht über das zweite Klemmelement 9b und über eine Kupplung 77c den Kolben 13 in eine vordere Endstellung, wobei die verdrängte sekundäre Flüssigkeit 10 über eine Drosselstelle 21, die beispielsweise im Kolben selbst eingebaut sein kann, in den hinteren Zylinderraum gelangt. Dieser sekundäre Flüssigkeitsstrom kann ebensogut über eine einstellbare Drossel auf der Aussenseite des Zylinders vorbeigeführt werden.

In Figur 6 sind die Klemmhaken 11b des zweiten Klemmelementes 9b ausgefahren, während beim ersten Klemmelement 9a die Klemmbacken 11a eingefahren sind. Dies hewirkt, dass der Kolben 13 relativ zur Rohrwand still steht und dass sich der Schild 3 mit der Hälfte der Geschwindigkeit vom Gehäuse 16 nach vorne bewegt. Der Kolben 13 erreicht so den Zwischenboden 23 auf der anderen Seite des Zylinders, während die sekundäre Flüssigkeit 10 über die gleiche Drosselstelle 21 in umgekehrter Richtung entspannt werden kann. Ein Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dass für die sekundäre Flüssigkeit fast keine Verrohrung notwendig ist. Die durch das Drosseln entstandene Wärme wird über den Zylinderaussermantel an die Umgebung abgeführt. Ein weiterer Vorteil ist, dass alle Schaltventile S30, S12, S22 für das Umsteuern der Klemmung auf dem zweiten Klemmelement 9b untergebracht werden. Figur 7 zeigt einen Hydraulikplan, aus dem eine Schaltung ersichtlich ist, mit der das Umsteuern der

5 Klemmung erfolgt. Im Schild 3 sind eine Pumpe 15, ein Druckbegrenzungsventil 20 und ein Hochdruck- und ein Niederdruckspeicher 63, 68 untergebracht, welche über Leitungen 59, 60 mit dem zweiten Klemmelement 9b verbunden sind. Die Verbindung erfolgt über abrollbare Hydraulikschläuche. Ein Schaltventil S30 greift die Endstellungen vom Kolben 13 indirekt am Zugelement 24 ab, wobei ein Umschalten jeweils mit dem Erreichen einer Endstellung erfolgt, d.h. eine erreichte Endstellung bleibt gespeichert bis die nächste erreicht ist. Die Zuleitung zum ersten Klemmelement 9a ist über ein Rückschlagventil im Schaltventil S12 geführt, welches auf Durchgang in beiden Richtungen umgeschaltet wird, sobald am zweiten Klemmelement 9b der Hochdruck durch Klemmen erreicht ist. Es entsteht also wieder eine kleine Ueberlappung in der Klemmung. Als Klemmelemente 9a, 9b können die in Figur 3a und 3b beschriebenen verwendet werden. Ein Vorteil dieser Anordnungen besteht darin, dass das Rohrreinigungsgerät nur während dieser kurzen Ueberlappungszeit aus Sicherheitsüberlegungen stillsteht und dass der Bewegungsauflauf durch eine von der Stellung der Bremszylinder abhängige Folgesteuering zwangsläufig gesteuert ist.

10 Ein weiterer Schild 3 mit Druckverstärker 135, Gas- speicher 95 und Reinigungseinrichtung 5 ist in Figur 8 gezeigt. Die Reinigungseinheit 5 ist auf der stromabwärtsigen Seite in den Schild 3 integriert. Sie besteht im wesentlichen aus Düsen 36, 37, 38 und einem den Düsen vorgelagerten Prallgitter 39, welches zur Rohrwand 1 hin einen Hohlraum 40 schafft, in dem die Düsenstrahlen zum gezielten Zertrümmern von Ablagerungen 6 besser unter Kontrolle zu halten sind. Einige Düsen 36, 37 sind auf die Ablagerungen 6 an der Rohrwand gerichtet. Andere Düsen 38 sind nach vorne zur Rohrachse 14 hin gerichtet, um abgelöste Partikel in ihren Flüssigkeitsstrom zu saugen und um diese Partikel am Gehäuse oder am Prallgitter auf eine Grösse zu zerkleinern, die Wegschwemmen nach vorne mit dem passierenden Flüssigkeitsstrom 7 gestattet. Das Prallgitter 39 soll aber auch ein verfrühtes Ablösen der Ablagerungen verhindern und damit Rohrverstopfungen vorbeugen. Die Gitterstruktur wird durch Bohrungen 52 erreicht. Ein Kranz 41 nahe der Rohrwand mit Düsen 36 verhindert, dass Restablagerungen im Bereich von dichtenden Packungen 42 stehen bleiben. Ein äusserer Gehäuseteil 136 trägt die zur Rohrwand 1 dichtenden Packungen 42, die über Halteringe 142 fixiert sind. Ein inneres Gehäuse 146 ist über einen vorderen und einen hinteren Deckel mit dem äusseren Gehäuseteil 136 verbunden. Zwischen äusserem und innerem Gehäuse bestehen grosse Durchtrittsflächen 137, 138, um die Düsen 36, 37, 38 ohne grosse Druckverluste mit Flüssigkeit zu versorgen. Als Druckdifferenz über den Schild 3 haben sich Drücke von 20 bis 30 bar als ausreichend erwiesen, um Verkrustungen von Paraffinen mit den Düsen aufzulösen. Höhere Drücke sind möglich, wobei man im Auge behalten muss, dass die Bremseinrichtun-

gen 8 entsprechend kräftig ausgelegt werden müssen.

Im Schild 3 ist eine Rückströmeinrichtung 141 eingebaut, die bei umgekehrter Strömungsrichtung einen grossen zusätzlichen Durchflussquerschnitt freigibt. Ein über eine Feder 143 vorgespannter Kolben 141 ist im inneren Gehäuse 146 gelagert und gibt bei umgekehrter Strömungsrichtung eine Durchtrittsfläche 140 und Mündungen 47 frei. Bei normaler Strömung in Vorschubrichtung wird der Kolben 141 zusätzlich zur Feder 143 mit dem Differenzdruck am Schild beaufschlagt der durch Bohrungen am inneren Gehäuse die hintere Kolbenfläche erreicht. Dieser Raum 139 wird rückwärtig von einem kommerziell erhältlichem Druckverstärker 135 begrenzt, dessen Anschluss 133 für den Antrieb in diesem Raum mündet, während ein Niederdruckschluss 144 in Form eines Verbindungsrohres 145 mit Spiel durch den Kolben 141 hindurch bis in den Mündungsbereich 47 am Prallgitter 39 herausragt, um dort die den Druckverstärker antreibende Spülflüssigkeit abzugehen. Beim Druckverstärker 135 handelt es sich um ein Fabrikat Iversen HC2 der Sherex Industries Ltd., 1400 Commerce Parkway, Lancaster, N.Y., USA. Der Druckverstärker 135 besitzt einen Hochdruckauslass 134, bei dem Spülflüssigkeit in einem voreinstellbaren erhöhten Druck ansteht, um beispielsweise Leckageverluste in einem Hochdrucksystem während der Rohrreinigung auszugleichen. Im vorliegenden Beispiel wirkt der Druck über einen Hydraulikschlauch 148 und ein Verbindungsrohr 157, das mit einer Mutter 157 arretiert ist auf die Flüssigseite 153 eines Gasspeichers 95. Der Gasspeicher 95 ist mit einem Trennkolben 154 zur Flüssigkeit 153 ausgerüstet und bildet eine weiche, stark vorgespannte Feder, um Klemmzylinder 93 über einen annähernd konstanten Druck, d.h. unabhängig vom Kolbenweg im Klemmzylinder, über einen Anschluss 155 vorzuspannen. Der Nachlieferdruck des Druckverstärkers 135 liegt etwas tiefer als der vorgegebene Gasdruck bei ausgefahrenen Klemmzylindern, um wirklich nur bei Leckagen im Flüssigteil Flüssigkeit nachzuladen. Klemmzylinder 93 mit permanenter Klemmwirkung werden später in den Figuren 9 und 11 beschrieben. Ein äusseres Gehäuse 152 vom Gasspeicher 95 bildet mit einem Deckel 151 die Pfanne zu einem Kugelgelenk 149, welches über einen Halterung 150 am Fortsatz 147 des inneren Gehäuses 146 gesichert ist. Der Druckverstärker 135 ist so ausgelegt, dass durch die Druckumkehr bei Rückströmung im Druckverstärker ein Pilotventil den Flüssigbereich 153 mit dem Verbindungsrohr 145 kurz schliesst. Damit kann der Druck im Flüssigbereich auf einen wesentlich tieferen Druck, als ihn das Gaspolster beim Anschlag des Trennkolbens 154 aufweist, entspannt werden und es findet praktisch kein Klemmen mehr statt, was für ein Rückwärtsfahren erwünscht ist. Diese Druckabsenkung kann gleichzeitig dazu benutzt werden, Hilfsbewegungen, die für eine Rückwärtsfahren von Vorteil sind, auszulösen.

In den Figuren 9 und 10 ist eine Bremsvorrichtung 8 gezeigt, bei der zwei über eine Brücke 128 verbun-

dene Rollen 89 mit der Brücke 128 radial an die Rohrwand gepresst werden. Die Pressung wird durch einen Klemmzylinder 93, der sich mit einem Gleitschuh 96 auf der gegenüberliegenden Rohrseite abstützt, mit einem Klemmkolben 94 auf ein in einer Führung 121 geführtes Verschiebeelement 123 und weiter auf eine Schwenkachse 122 der Brücke 128 übertragen. Der Klemmzylinder 93 ist über eine Hochdruckflüssigkeit 112 und eine Hydraulikleitung 114 mit einem mitfahrenden Gasspeicher 95 (Figur 8) verbunden, dessen Druck so eingestellt ist, dass bei an der Rohrwand schleifendem Gleitschuh 96 die angepressten und gleichzeitig gebremsten Rollen 89 die Klemmelemente 9 bilden, welche an ihren Berührungs punkten auf der Rohrwand haften und die Vorschubgeschwindigkeit bestimmen. Ein äusseres Gehäuse 130 nimmt die Kräfte in Richtung der Rohrachse auf und überträgt sie über Stifte 119 und Laschen 120 auf benachbarte Glieder. Der Gleitschuh 96 ist als Verschleiss teil mit Schrauben 127 am äusseren Gehäuse befestigt. Die Hydraulikleitung 114 endet mit einem Anschluss 113 für einen Hydraulikschlauch. Die Klemmkraft wird von der Brücke 128 über Achsen 118 auf die Rollen 89 übertragen. Die Rollen 89 sind als Laufkörper 115 drehbar auf den Achsen 118 gelagert und bilden mit einem auf der Achse verankerten Stator 117, welcher Flügel 116 in sich lagert, eine volumetrische Pumpe. Dadurch, dass an einer exzentrischen Innenfläche der Rollen 89 mit den Flügeln 116 in einem Druckbereich ständig sekundäre Flüssigkeit 132 verdrängt und über Drosselstellen 131 durch die Flügel 116 in eine nächste Kammer gepresst wird, entsteht an jeder Rolle eine Bremskraft die durch die Charakteristik der Drosselstellen 131 bestimmt ist. Im Saugbereich sind an der Innenfläche der Rolle Ausnehmungen, die ein Zurückströmen der Flüssigkeit leicht machen. Schaftdichtungen 126 dichten die Lagerung 125 der Rollen gegen aussen ab. Die Flügel 116 sind zusätzlich mit Nasen in einer umlaufenden Nut 124 geführt. Diese Art einer Bremseinrichtung 8 hat den Vorteil, dass sie kurz ist und zu einer mehrgliedrigen Kette zusammensetzbar ist, die, wenn die Glieder jeweils um 90° zueinander versetzt sind, auch engere Rohrbögen durchfahren kann. Die notwendige Anzahl der zusammengekoppelten Bremselemente 8 hängt auch von dem Differenzdruck über den Schild 3 ab, wenn eine bestimmte Vorschubgeschwindigkeit nicht überschritten werden soll. Die Klemmkraft für die Rollen 89 darf nur so hoch gewählt werden, dass die Gleitschuhe 96 den Schild 3 nicht blockieren.

In den Figuren 11, 12, 13, 14 ist eine weitere Bremseinrichtung 8 beschrieben. Sie verhindert einen unkontrollierten Vorschub der Reinigungseinrichtung 5, indem durch die Drehung der Rollen 89, die durch einen Klemmzylinder 93 an die Rohrinnenwand 1 gepresst werden, ein Schubkurbeltrieb angetrieben wird, der aus zwei 90° versetzten hydraulischen Bremszylindern 91a, 91b besteht, deren Kolbenstangen 97 direkt um 90° versetzt an die Rolle 89 angeschlossen sind. In die Rolle

89 eingebaute Lager 107 ermöglichen den Schubkurbeltrieb, der mittels der Kolben 90 eine sekundäre Flüssigkeit 10 durch Drosselstellen 92 treibt, und dabei jeweils im Totpunkt des ersten Zylinders 91a den grössten Volumenstrom und die grösste Bremswirkung mit dem zweiten Zylinder 91b erreicht.

Die Doppelrolle 89 wird in einem Gleitlager 108 gelagert, dessen Lagerbüchse 111 in zwei Tragkörper eingepresst ist. Diese zwei Tragkörper sind beidseitig schwenkbar über eine gemeinsame Achse 102 an einem Tragkörper 100 angebracht, der im Bereich der Büchse 111 eine langlochförmige Aussparung 99 aufweist. Ein Klemmzylinder 93 erzeugt durch eine Flüssigkeit 112 die nötige Anpresskraft, die über einen Kolben 94 weiter in einen Kegel 105 und somit in zwei schwenkbare Tragkörper 101 eingeleitet wird und die über Büchse 111 mit Lager 108 die Doppelrolle 89 gegen die Rohrinnenwand 1 presst. Die der Anpresskraft der Rolle entsprechende Reaktionskraft wird über eine gemeinsame Achse 104 und den in den Tragkörper 100 eingebauten Klemmzylinder 93 in einen gegenüber der Rolle liegenden Gleitschuh 96 eingeleitet, der mit der entsprechenden Normalkraft gegen die Rohrinnenwand gepresst wird, was durch die achsiale Ausdehnung des Gleitschuhs mit der angepressten Rolle zusammen zu einer Dreipunktauflage führt, die ein Kippen der gesamten Einheit aus der Rohrachse verhindert und ausserdem durch die zusätzliche Gleitreibung ein kleineres Dimensionieren der Schubkurbeleinheit zulässt.

Diese Bremseinrichtung 8 kann zur Erhöhung des zur Reinigung notwendigen Düsendrucks mittels Gelenkelementen 104, die mit Achsen 106 befestigt werden, mit weiteren gleichen Bremseinrichtungselementen 8 verbunden werden, was bei höherer Pumpleistung des zur Reinigung verwendeten Flüssigkeitsstromes zu einer gleichen Vorschubgeschwindigkeit bei erhöhtem Reinigungsdruck in den Düsen 36, 37, 38 vom Schild 3 führt.

In Figur 15 ist ein Rückfahrschild 103 beschrieben, der mit einem Schild 3 wie er in Figur 8 umschrieben ist, zusammenwirken kann. Bei Strömungsumkehr wird der Strömungswiderstand am Schild 3 durch eine Rückströmmeinrichtung 141 reduziert. Gleichzeitig wäre es wünschenswert einen Rückfahrschild 103 am anderen Ende zu haben, der die entspannten Bremseinrichtungen 8 und den Schild 3 zurückzieht. Gerade in Rohrbögen wird durch das Ziehen ein Verkeilen der Elemente verhindert. Der Rückfahrschild 103 besteht daher aus einer Trägerplatte 69, die mittig mit Spiel im Rohr 1 angeordnet ist und durch seitliche Führungsflossen 80 in dieser Mitte gehalten wird. Mit der Trägerplatte 69 ist ein Scharnierbolzen 12 verbunden, an dem zwei Klappenflügel 73a wie bei einem Butterfly-Ventil gelagert sind, wobei die elliptischen Klappenflügel jedoch nur eine spitzwinklige Ausfahrstellung 71 zur Rohrachse erreichen können, in der der Rohrquerschnitt weitgehend verschlossen ist. Das grösste Spiel zur Rohrwand

besteht im Bereich der Enden vom Scharnierbolzen 72, während die Enden Klappenflügel über Hindernisse wie Schweißnähte hinweggleiten können. Der Druck an den Klappenflügeln 73a steht, abzüglich der Reibung der Klappenflügel an der Rohrwand, als Zugkraft zu Verfügung. Da die Bremselemente beim Rückwärtsfahren ausser Betrieb sind, weil die notwendige Klemmung fehlt, muss die Zugkraft durch den Rückfahrschild 103 eigentlich nur so gross sein, dass die Reibung an den dahinter liegenden Elementen, die ja auch einen Zug durch eine passierende Strömung erfahren, mit Sicherheit kompensiert wird.

Während der Vorwärtsbewegung des Rohrreinigungsgerätes sind die Klappenflügel 73a an der Trägerplatte 69 durch eine Klinke 86 blockiert. Ein unter Druck stehender Metallfaltenbalg 85a, der in einem Gehäuse 85b angeordnet ist presst gegen den Druck einer Rückstellfeder 74 die Klinke 86 in ihren Anschlag. Erst wenn der Druck im Metallfaltenbalg 85a sinkt, was mit der Strömungsumkehr gekoppelt ist, werden die Klappenflügel 73a freigegeben, sodass sie sich unterstützt durch eine Spreizfeder, die in Nuten 73b anliegt in die Strömung hineinbewegen können. Der Metallfaltenbalg 85a wird über einen Druckanschluss 84 unter Druck gehalten. Für seinen Einsatz als Stellglied spricht, dass nur kleine Hübe notwendig sind, dass er wegen dem geringen Kraftbedarf klein ausgeführt werden kann und dass keine Dichtungen da sind, die als Störgrössen Reibung oder Leckage erzeugen.

## Patentansprüche

1. Rohrreinigungsgerät für Erdöl- und Gaspipelines (1), die Ablagerungen (6) beispielsweise in Form von Paraffinen aufweisen, welches Gerät mit einem Flüssigkeitsstrom (2) zu Reinigungszwecken durch die Pipeline (1) geschoben wird, wobei das Gerät einen Schild (3) aufweist, welcher einen oder mehrere Durchbrüche für einen passierenden Flüssigkeitsstrom (7) bildet, um einen vorgesehenen Strömungswiderstand in der Pipeline (1) zu bilden, wobei der Schild (3) an eine Bremseinrichtung (8) gekoppelt ist und auf seiner Vorderseite (4) eine Reinigungseinrichtung (5) aufweisen kann, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung (8) mindestens ein Klemmelement (9, 9a, 9b) aufweist, das momentan an der Rohrwand (1) haftet und sich relativ zur Bremseinrichtung (8) bewegt, um mit dieser Bewegung eine sekundäre Flüssigkeit (10, 132) zu verdrängen, die über mindestens eine Drosselstelle (21, 92, 131) gebremst wird und so die Geschwindigkeit zwischen Schild (3) und Rohrwand (1) festlegt.
2. Rohrreinigungsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Klemmelement (9, 9a, 9b) mindestens eine in der Bremseinrichtung (8) gelagerte und radial an die Rohrwand angepresste

- Rolle (89) aufweist, mit deren Drehung die sekundäre Flüssigkeit (10) verdrängbar ist.
3. Rohrreinigungsgerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass mit der Drehung der Rolle (89) mindestens ein Hydraulikzylinder (91a, 91b) wie bei einer Schubkurbel bewegbar ist, um sekundäre Flüssigkeit (10) zwischen Kolben (90) und Zylinder (91a) zu verdrängen und mit Drosselstellen (92) zu bremsen. 5
4. Rohrreinigungsgerät nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass an der Rolle (89) ein zweiter um 90° versetzter Hydraulikzylinder (91b) wie mit einer Schubkurbel bewegt wird und sekundäre Flüssigkeit (10) durch Drosselstellen (92) treibt, um jeweils im Totpunkt des ersten Zylinders (91a) den grössten Volumenstrom und die grösste Bremswirkung mit dem zweiten Zylinder (91b) zu erreichen. 10
5. Rohrreinigungsgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Rolle (90) relativ zur Bremseinrichtung (8) über einen Hochdruckzylinder (93) vorgespannt ist, dessen Kolben (94) dem Druck eines mitfahrenden Gasspeichers (95) ausgesetzt ist. 15
6. Rohrreinigungsgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass gegenüber einer Rolle (89) ein mit der Bremseinrichtung (8) verbundener Gleitschuh (96) angeordnet ist, um mit einer der Anpresskraft der Rolle entsprechenden Normalkraft am Gleitschuh eine Gleitreibungskraft zur Rohrwand (1) zu erzeugen und so die Bremseinrichtung an der Rolle (89) entsprechend kleiner dimensionieren zu können. 20
7. Rohrreinigungsgerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass mit der Bewegung der Rolle (89) eine volumetrische Pumpe (115, 116, 117, 118) antreibbar ist, deren Förderstrom durch eine oder mehrere Drosselstellen (131) gebremst wird. 25
8. Rohrreinigungsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung (8, 8a, 8b) mindestens zwei axial versetzte Klemmemente (9a, 9b) aufweist, die radial ausfahrbare Klemmbacken (11a, 11b) besitzen und die über einen Bremszylinder und -kolben (12a, 12b, 13a, 13b) axial beweglich miteinander verbunden sind, um durch Drosseln der verdrängten Flüssigkeit eine schrittweise gebremste Bewegung des Schildes (3) zuzulassen. 30
9. Rohrreinigungsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Schild (3) ein Hydromotor (55, 135) im passierenden Flüssigkeitsstrom (7) eingebaut ist, um damit eine Flüssigkeitspumpe 35
- (58) für Hilfshbewegungen am Rohrreinigungsgerät anzutreiben.
10. Rohrreinigungsgerät mit einer Bremseinrichtung (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Schild (3) auf seiner Vorderseite (4) eine Vielzahl von Düsen (36, 37, 38) aufweist, welche mit zueinander versetzten Flüssigkeitsstrahlen die Ablagerungen (6) in Stücke schneiden. 40
11. Rohrreinigungsgerät nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Schild (3) auf der Vorderseite vor den Düsen (36, 37, 38) ein Prallgitter (39) aufweist, welches nur einen Bruchteil des Rohrquerschnitts ausfüllt, um nicht in den Ablagerungen stecken zu bleiben, welches jedoch den Düsen (36, 37, 38) soweit vorgelagert ist, dass ein Hohlraum (40) für die Verwirbelung von losgeschnittenen Stücken entsteht, um die umhergewirbelten Stücke mit Hilfe des Prallgitters (39) zu zerschlagen und dem passierenden Flüssigkeitsstrom (7) beizumischen. 45
12. Rohrreinigungsgerät nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass Düsen (37, 38) jeweils als Gruppen auf zueinander konzentrischen Kreisen verteilt sind und in ihrer Strahlrichtung mindestens eine zur Rohrachse parallele und nach vorne weisende Richtungskomponente aufweisen, um vor dem Eintreffen des Schildes die Verschmutzungen ahnzuführen. 50
13. Rohrreinigungsgerät nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Impulse von den Düsen auf den Reinigungskopf am Schild (3) in Umfangsrichtung als Momentensumme weitgehend aufheben. 55
14. Rohrreinigungsgerät nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Schild (3) nahe der Rohrwand (1) einen vorstehenden Kranz (41) mit einer Vielzahl von Düsen (36) für die Ablösung von Restablagerungen aufweist, um die Bahn für den Schild (3) frei zu schneiden. 60
15. Rohrreinigungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Schild (3) eine Art Rückströmleinrichtung (141) aufweist, die bei umgekehrter Strömung zum Flüssigkeitsstrom (2) zusätzliche Durchtrittsfläche (140) freigibt, und dass es an seiner Rückseite einen zusätzlichen Rückfahrschild (103) aufweist, der bei umgekehrter Strömung einen wesentlich grösseren Strömungswiderstand bildet, um das Rohrreinigungsgerät in umgekehrter Richtung zu bewegen. 65
16. Rohrreinigungsgerät nach einem der Ansprüche 1

bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Schild (3) durch die Strömungsumkehr einen grösseren Querschnitt im Rohr (1) freigibt und dass durch diese Freigabebewegung die Wirkung der Klemmelemente (9, 9a, 9b) an der Bremseinrichtung (8) 5 aufhebbar ist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

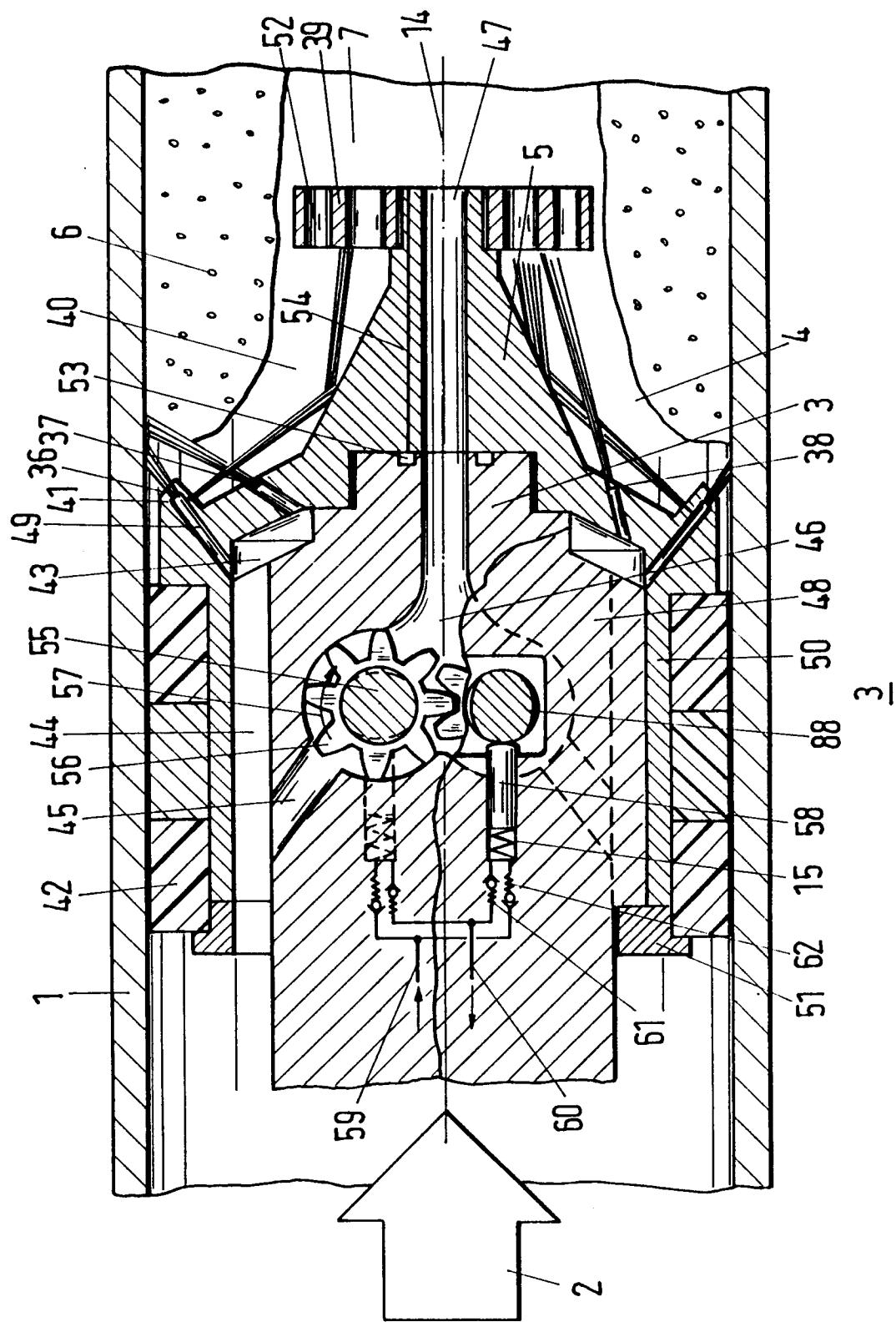


Fig. 2b

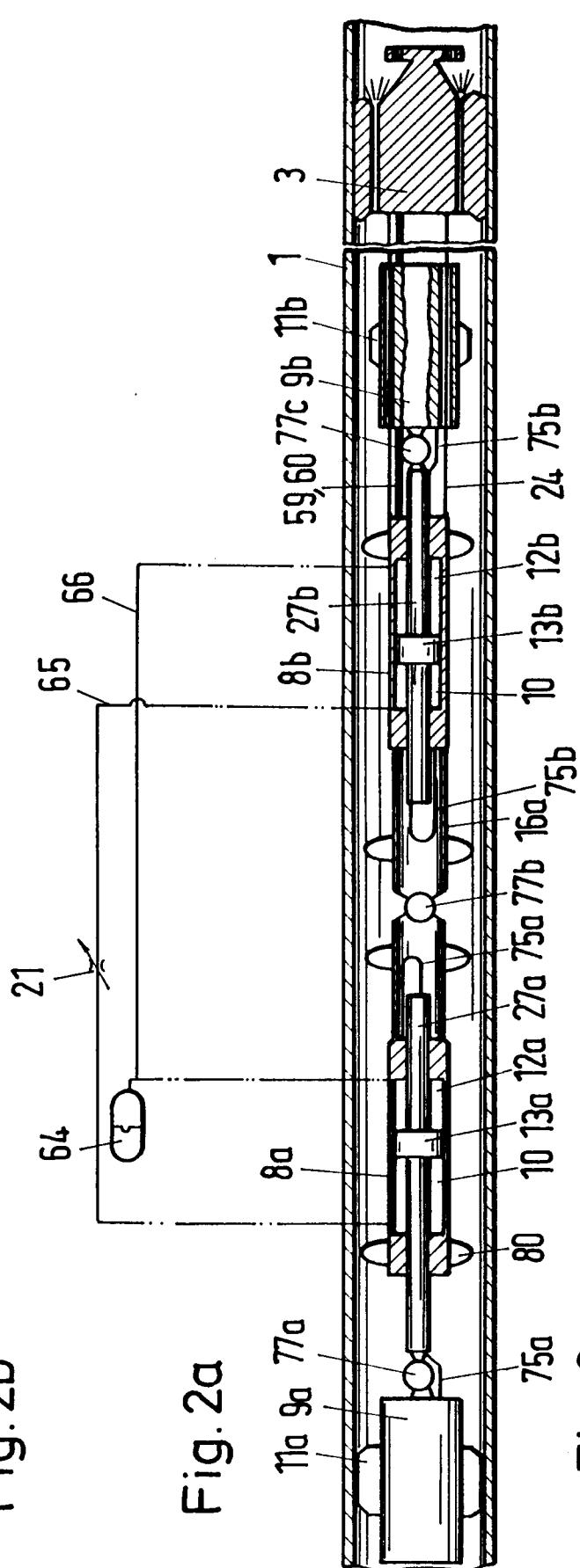


Fig. 2a

Fig. 2c

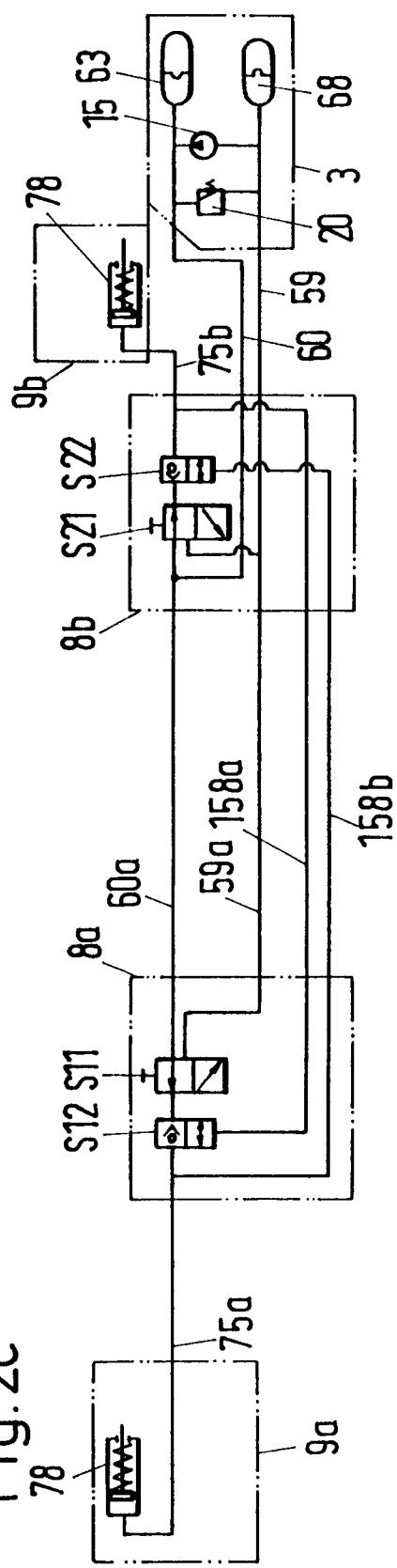


Fig. 3a

This technical drawing shows a cross-section of a mechanical assembly. The main body is a rectangular housing with various internal components. At the top, there is a vertical rod or shaft extending upwards, supported by bearings. A horizontal plate or cover is shown at the bottom. Various parts are labeled with numbers: 1, 14, 34, 78, 82, 19, 83, 17, 11b, 81, 18, 80, 78, 79, 19, 75b, 27b, 77c, 35, 9b, 76, 35, and 60,59, 24. The labels are distributed across the different sections of the assembly.

Fig. 4

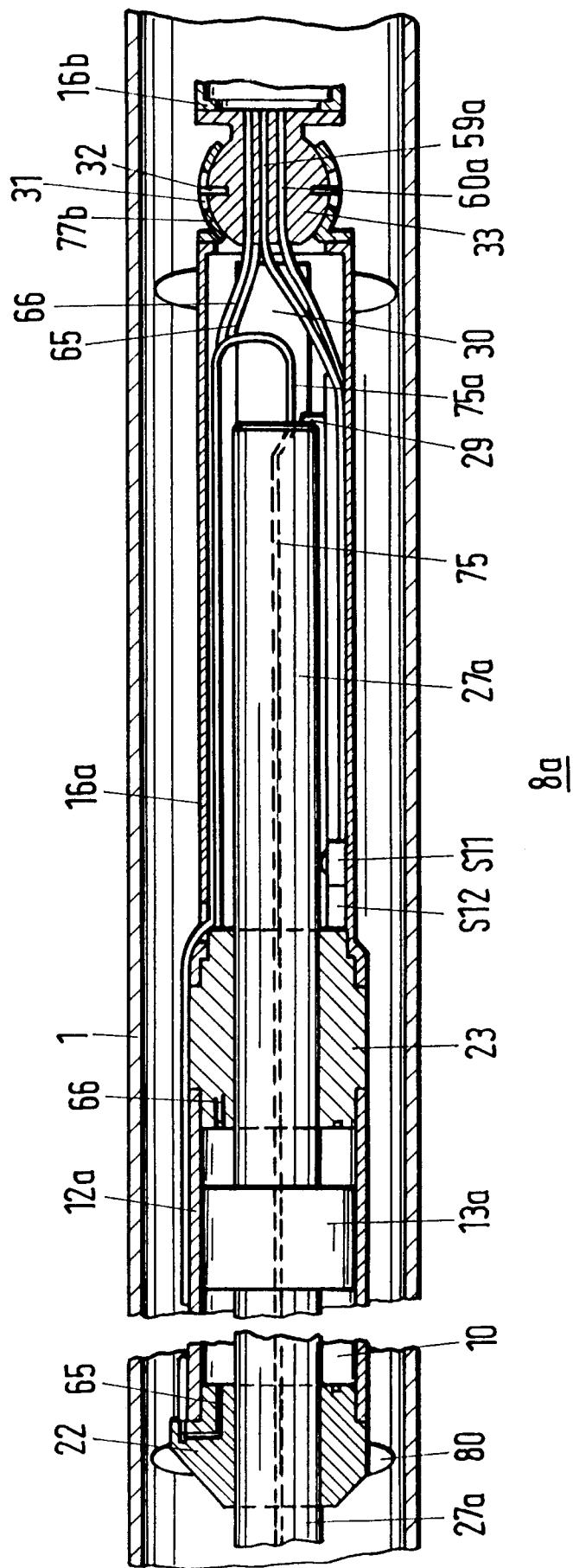


Fig. 5

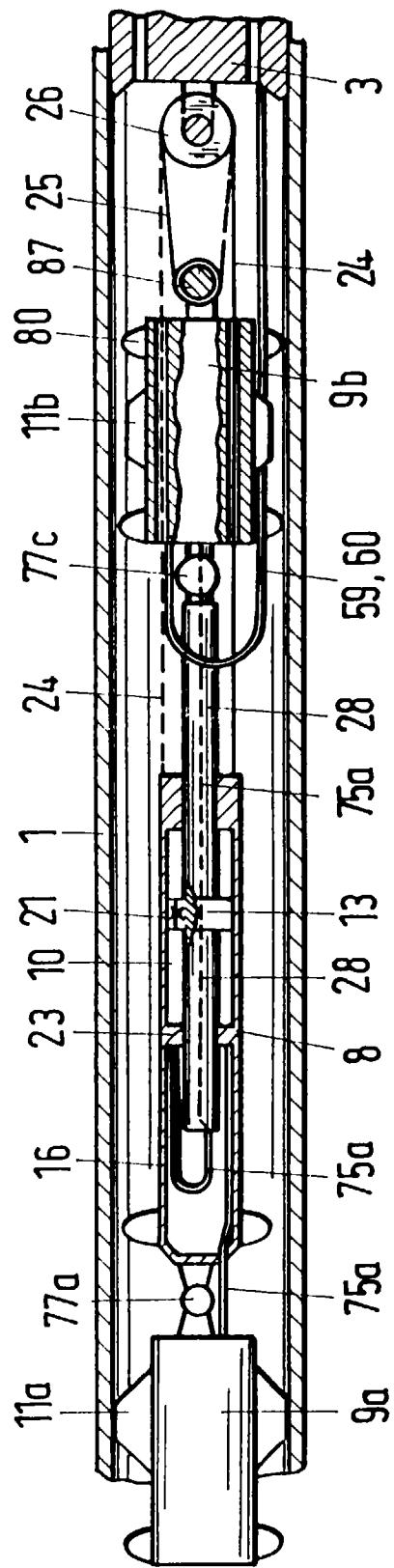


Fig. 6

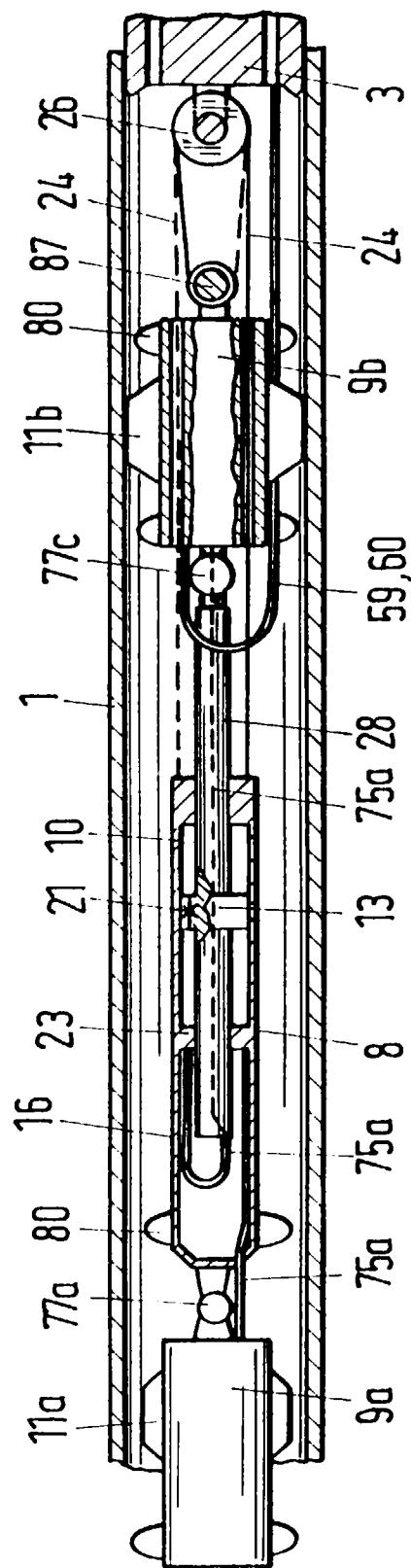


Fig. 7

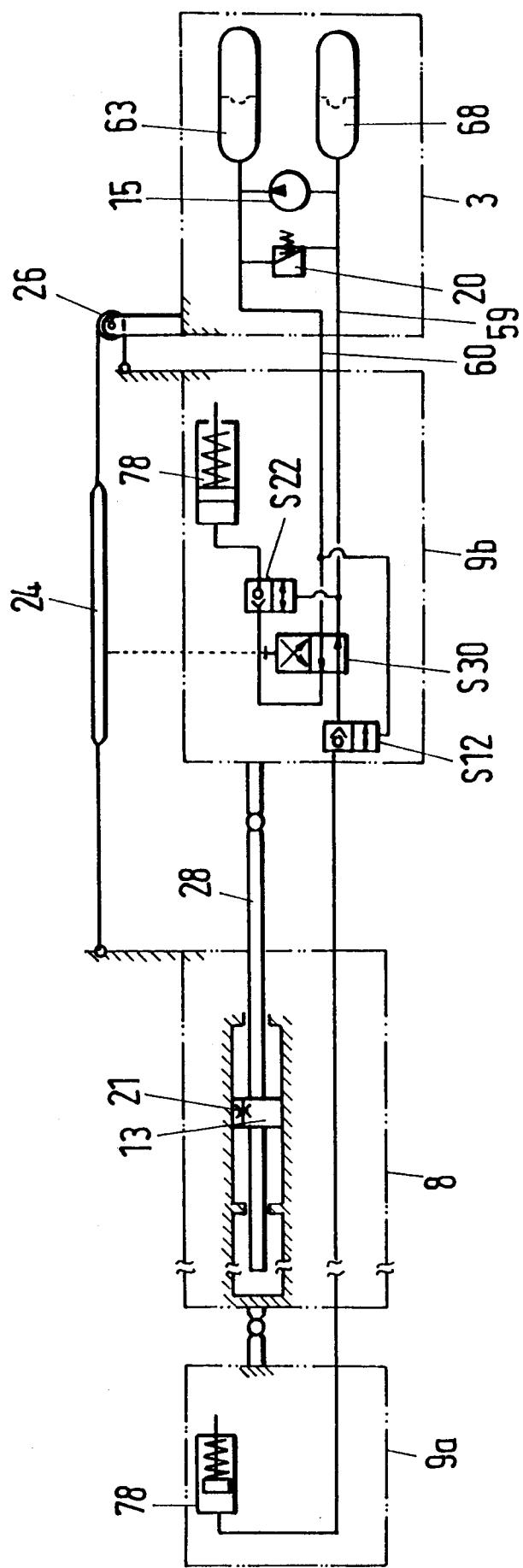
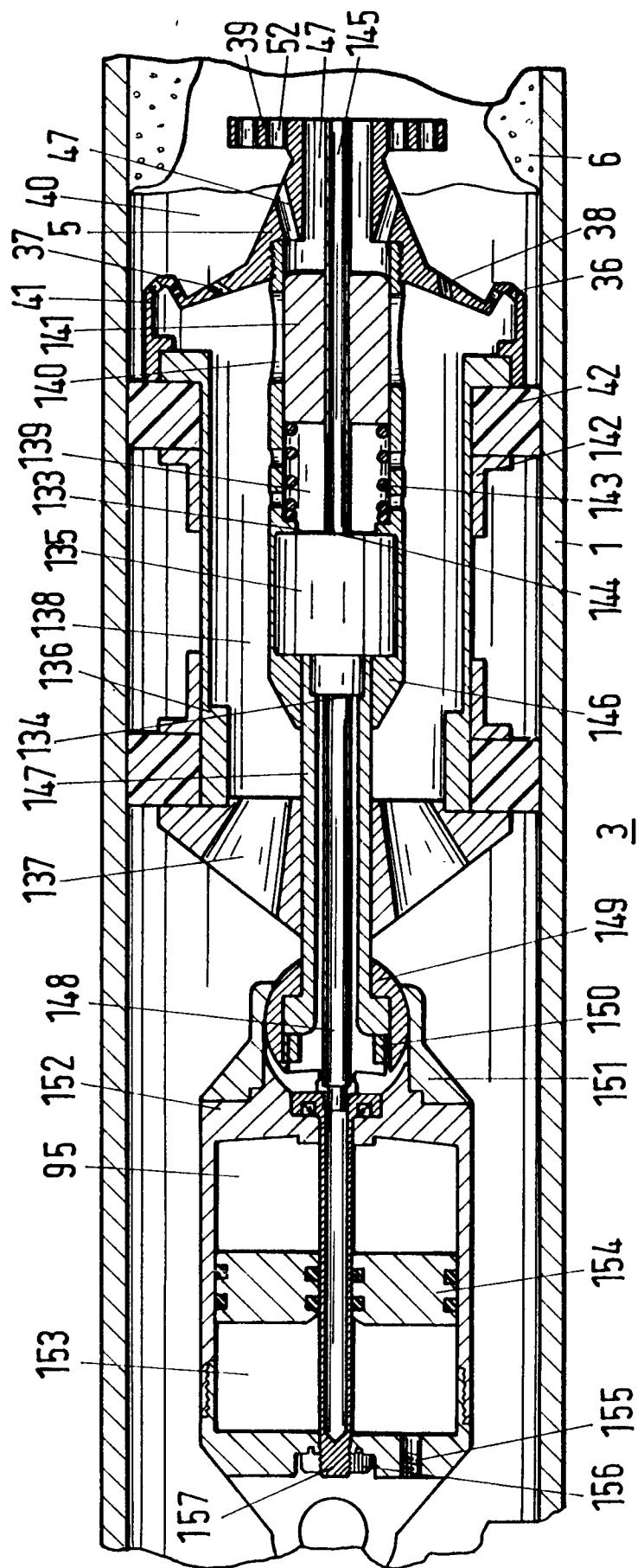


Fig. 8



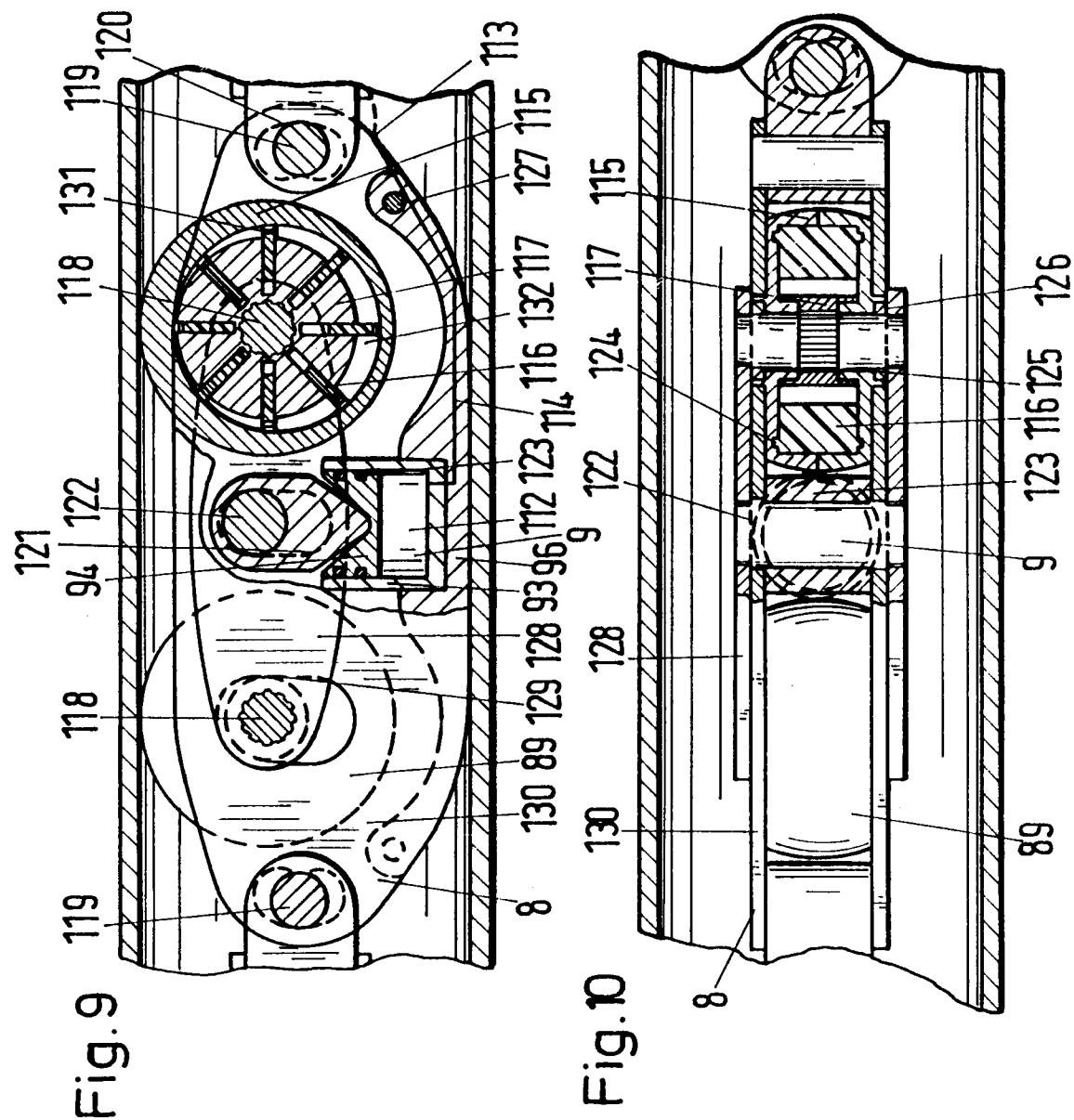


Fig. 13

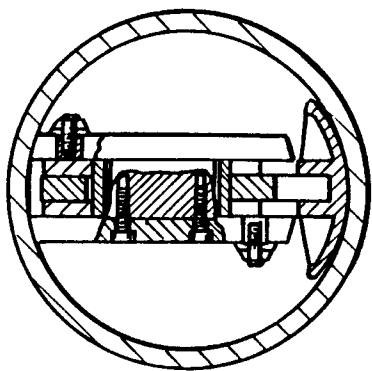


Fig. 11

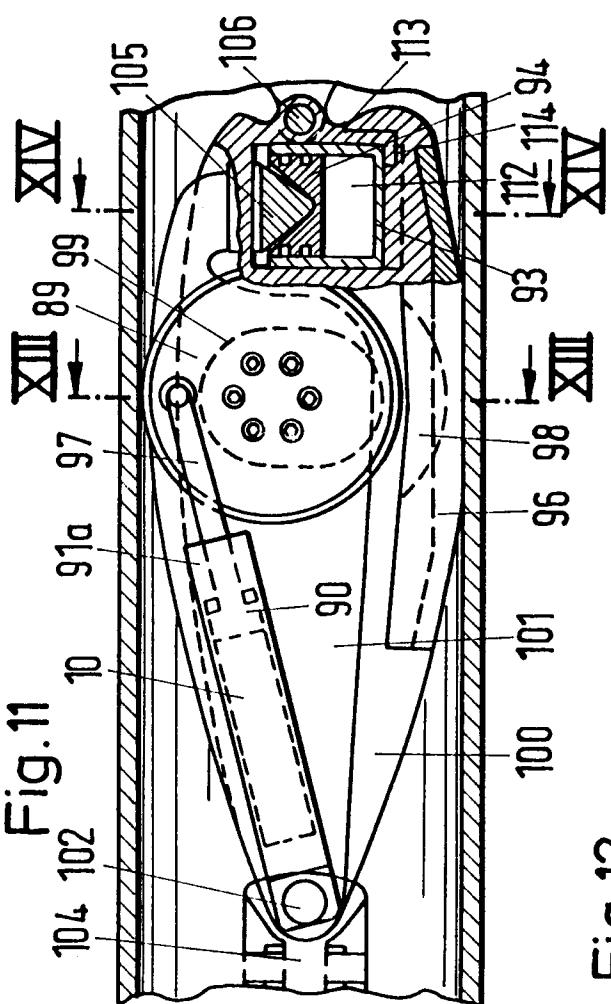


Fig. 14

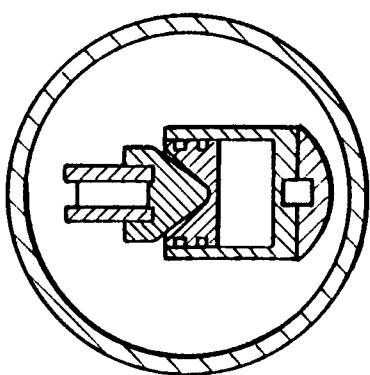


Fig. 12

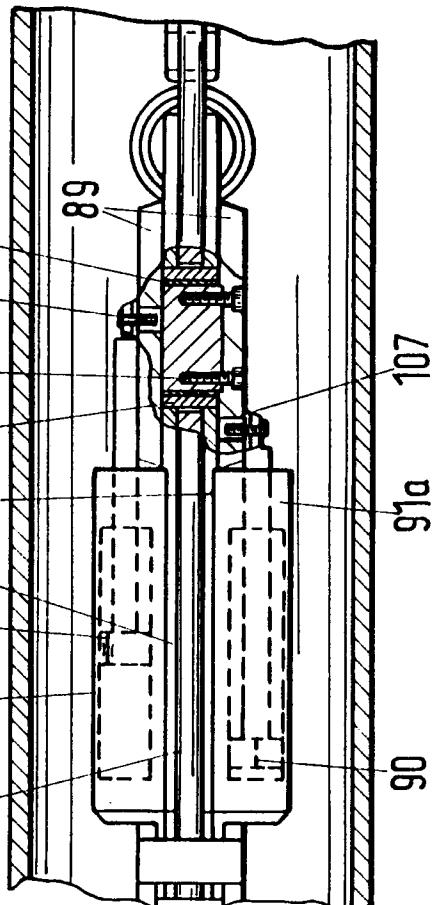
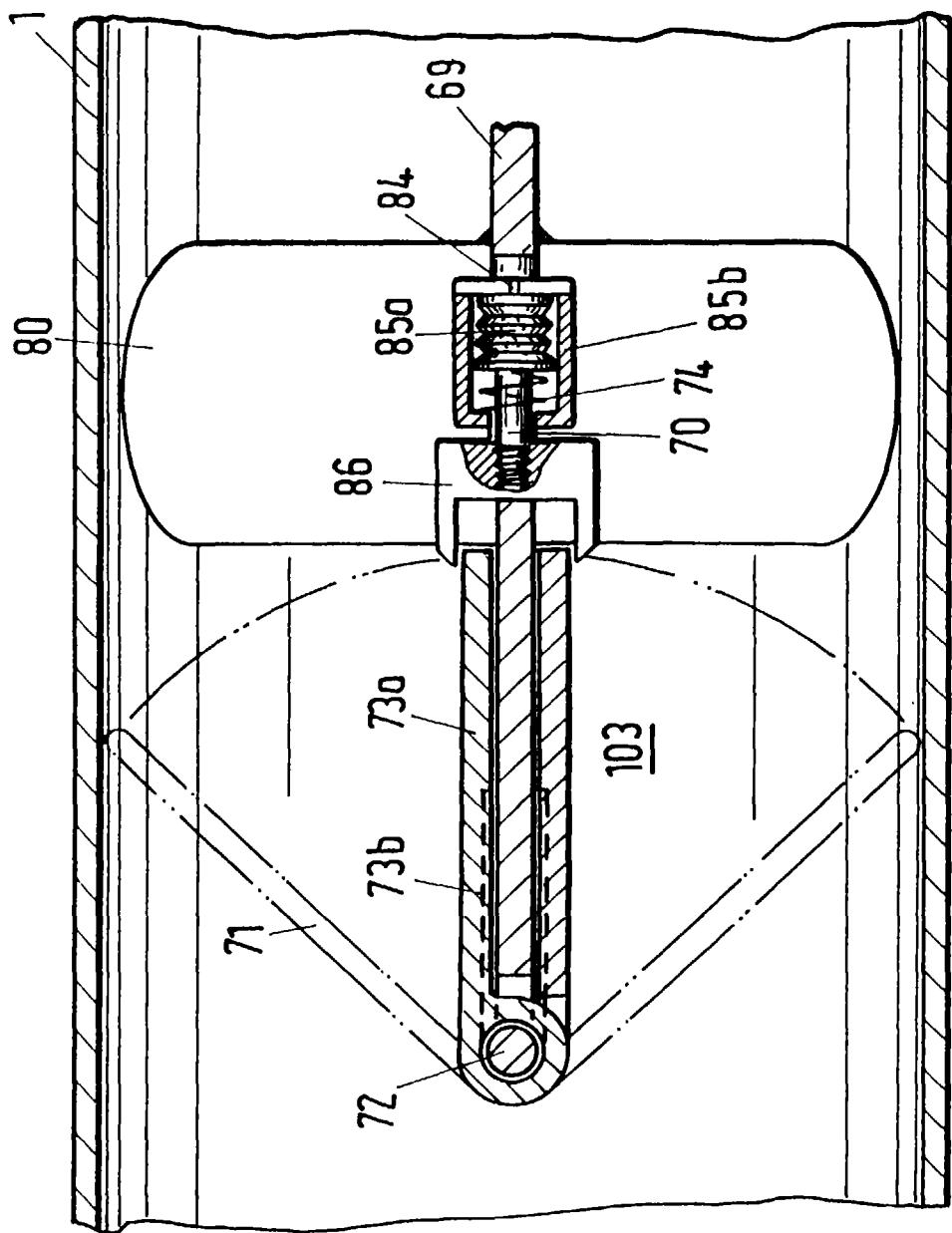


Fig. 15





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 96 81 0471

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US-A-4 494 584 (ROGNONI ANTONIO) 22.Januar 1985 * Spalte 3, Zeile 8 - Spalte 3, Zeile 22; Abbildungen 5,6 *	1-7	B08B9/04 F16L55/44 F16L55/38
A	US-A-4 388 871 (BRAITHWAITE JOHN C ET AL) 21.Juni 1983 * Spalte 2, Zeile 13 - Spalte 3, Zeile 2; Abbildungen 2,5 *	1-7	
A	GB-A-1 280 102 (POWERS M.D.) 5.Juli 1972 * Seite 2, Zeile 6 - Seite 2, Zeile 16; Abbildungen 1,4 *	9,10	
D,A	US-A-4 920 600 (REINHART PIETRO) 1.Mai 1990 -----	1	
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)			
B08B F16L			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche		Prüfer
MÜNCHEN	8.Januar 1997		Donnelly, C
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		