

(19)

**Europäisches Patentamt****European Patent Office****Office européen des brevets**

(11)

Veröffentlichungsnummer:

**0 146 918  
B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45)

Veröffentlichungstag der Patentschrift:  
**16.03.88**

(51)

Int. Cl.<sup>4</sup>: **E 21 D 9/10, E 21 D 9/12,  
E 21 B 4/16**

(21)

Anmeldenummer: **84115807.4**

(22)

Anmeldetag: **19.12.84**

(54)

**Tunnelbohrsystem zum Auffahren von Tunneln mittels Rohrvorpressung.**

(30)

Priorität: **23.12.83 CH 6914/83**

(73)

Patentinhaber: **Herrenknecht GmbH, Schlehenweg  
2, D-7635 Schwanau 2 (DE)**

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**03.07.85 Patentblatt 85/27**

(72)

Erfinder: **Herrenknecht, Martin, Dipl.- Ing.,  
Erlenweg 3, D-7635 Schwanau 2 (DE)**  
Erfinder: **Wagner, Thomas, Dipl.- Ing.,  
Hauptstrasse 22, D-7631 Meissenheim (DE)**

(45)

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**16.03.88 Patentblatt 88/11**

(74)

Vertreter: **Rackette, Karl, Dipl.- Phys. Dr.- Ing,  
Kaiser- Joseph- Strasse 179 Postfach 1310, D-7800  
Freiburg (DE)**

(84)

Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE FR GB LI LU NL**

(56)

Entgegenhaltungen:  
**EP-A-0 042 993  
DE-A-1 458 675  
FR-A-1 538 551  
FR-A-2 349 000  
US-A-2 756 037  
US-A-3 491 843****EP 0 146 918 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Tunnelbohrsystem zum Auffahren von Tunneln mittels Rohrverpressung, insbesondere für Tunnelrohre nicht-begehbaren Innendurchmessers mit einer im wesentlichen zylinderförmigen, in Richtung ihrer Längsmittelachse in das Erdreich preßbaren Tunnelbohrmaschine, die an einem Bohrmaschinen-Kopfende eine der zu verlegenden Rohrgröße eines Tunnelrohrs entsprechende Abbaueinrichtung aufweist und die an einem Bohrmaschinen-Schwanzende mit einer Stirnseite eines Tunnelrohrabschnitts des vorzupressenden Tunnelrohrs in Abstützverbindung bringbar ist, wobei von der Abbaueinrichtung gelöstes Erdreich unter Zusatz von Wasser durch das Innere der Bohrmaschine und, bei an ihr Schwanzende angesetztem Tunnelrohrabschnitt, ebenfalls durch dessen Innenraum hindurch abgefördert wird.

Bei einem derartigen bekannten Tunnelbohrsystem besitzt die Abbaueinrichtung am Bohrmaschinen-Kopfende im wesentlichen teller- oder sternförmige Rotationswerkzeuge vgl. z. B. DE-A-1 458 675, die auf einer in einem Maschinengehäuse drehbar gelagerten zentralen Welle konzentrisch zur Tunnelachse umlaufen. Je nach den Einsatzbedingungen können die Rotationswerkzeuge als schabende, schneidende oder kratzende Werkzeuge ausgestaltet sein. Solche Werkzeuge, welche im Umfangsbereich eines den Tunnelquerschnitt im wesentlichen überdeckenden stern- oder scheibenartigen Tragglieds angebracht sind, schaben oder kratzen das abzutragende Material meist unter ständiger Wasserzufuhr von der Ortsbrust ab, und das Material fällt durch in der werkzeugtragenden Scheibe vorgesehene Kaliberöffnungen (bzw. durch speziell dimensionierte Speichenabschnitte bei sternförmiger Ausführung) und wird dann zusammen mit dem spülenden Wasser z. B. über Kreispumpen und Schlauchleitungen aus der Tunnelbohrung ausgetragen. Die genannten Kaliberöffnungen sollen verhindern, daß in die den Abraum abführenden Rohrleitungen und Pumpen Steine und Geröll von einer Korngröße hineingelangen, durch welche die Abfördereinrichtungen beschädigt werden könnten. Das nicht durch die Kaliberöffnungen hindurch abführbare Material sammelt sich im Rotationsbereich des Abraumwerkzeuges und kann bei entsprechend großer Ansammlung das Abbauwerkzeug vollständig außer Funktion setzen. Aber selbst wenn trotz einer Ansammlung von nicht abtransportierbarem Material im Bereich der Abbaueinrichtung noch ein Abtragen der Ortsbrust möglich sein sollte, führt der geschilderte Materialstau in der Regel zu einer erheblichen Verringerung der Vortriebsgeschwindigkeit, selbst bei hohem Rohrvorpreßdruck.

Außerdem kann mit einem derartigen

bekannten Tunnelbohrsystem lediglich ein Abbau von Erdreich mit sehr geringem Anteil feinkörniger Steine erfolgen, d. h. daß die Bodenbeschaffenheit der Tunnelvortriebsstrecke weitgehend homogen sein muß. Wenn beispielsweise unerwartet große Gesteinsbrocken oder Fundamentreste von Gebäuden in der Tunnelbohrstrecke liegen, sind die bei dieser bekannten Bauart von Tunnelbohrmaschinen verwendeten und verwendbaren Werkzeuge nicht in der Lage, die Hindernisse zu durchdringen. Ist dies der Fall, wird der Vortrieb durch solche Hindernisse beendet, d. h., daß die gesamte Bohrmaschine ausgegraben werden muß, da sie infolge der bereits nachgepreßten Tunnelrohre in der Regel nicht mehr zurückgezogen werden kann.

Derartige bekannte Bohrmaschinen können, wie gesagt, nicht zum Auffahren von Böden mit größeren Gesteinsbrocken verwendet werden, aber auch nicht bei Böden, die besonders lehm- und tonhaltig sind, da eine solche Bodenbeschaffenheit den Werkzeugsatz am Abbauwerkzeug sowie am Abfördersystem nach einer kurzen Einsatzdauer verklebt, so daß auch in dieser Hinsicht keine zufriedenstellenden Resultate erwartet werden können.

Für das Bohren von Tunneln durch weiche Böden und Kies mit geringem Anteil an grobkörnigem Gestein werden auch mit Förderschnecken arbeitende Tunnelbohrmaschinen eingesetzt vgl. z. B. FR-A-1 538 551. Dabei rotiert eine Förderschnecke in einem Bohrmaschinengehäuse oder einem -trog, reibt mit meist gepanzerten Schneiden am vordersten Schneckenring das abzubauende Material heraus und transportiert es mittels der Schnecke zum hinteren Ende. Dieser Abbau mittels Förderschnecken eignet sich nur für trockenes oder feuchtes Material und ist auf relativ kurze Tunnelbohrungen beschränkt, da die Bohrlänge im wesentlichen nur der Schneckenlänge entsprechen kann.

Ferner ist ein Tunnelbohrgerät bekannt (FR-A-2 349 000), bei dem im Abbaubereich keinerlei rotierende Teile vorgesehen sind, sondern über den Umfangsrand des Tunnelquerschnitts verteilt eine Vielzahl schwenkbarer Düsen, denen Wasser zugeführt wird, damit die Düsenstrahlen das Erdreich herauslösen können. Das abgelöste Material wird gemeinsam mit dem Spülwasser abgefördert. Evidenterweise ist ein derartiges Bohrsystem nur für Böden einer ganz bestimmten Zusammensetzung aus leicht abspülbarem Material einsetzbar, jedenfalls nicht bei Böden mit unregelmäßig großem Gestein.

Die bislang im einleitend umrissenen Anwendungsrahmen zum Einsatz gekommenen Tunnelbohrsysteme besitzen mehr oder weniger kräftig ausgebildete Abbauwerkzeuge am Bohrmaschinen-Kopfende und können durch Abschaben, Abschneiden oder Herausbrechen des Erdreichs vor Ort den Tunnelquerschnitt aufbohren. Sobald jedoch beim Vortrieb Hindernisse auftauchen, welche entweder so

groß sind, daß sie nicht in die Abfördereinrichtung gelangen können oder aus einem Material bestehen, daß sie den Abtransport unterbinden, ist in der Regel der Vortrieb beendet, da derartige Hindernisse nicht verarbeitet werden können. Beim Auffahren von Tunneln mit begehbaren Innendurchmessern würde in einem solchen Fall das von der Maschine nicht verarbeitbare Hindernis vor Ort zerkleinert und danach der Vortrieb fortgesetzt. Bei Tunnelbohrsystemen der eingangs genannten Art für Tunnelrohre nicht-begehbaren Innendurchmessers ist dies ersichtlicherweise nicht möglich.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Tunnelbohrsystem zu schaffen, dessen Tunnelbohrmaschine alle vorkommenden Arten von Böden und Erdbereichszusammensetzungen abzubauen in der Lage ist und welche außerdem eine Einrichtung aufweist, um alle für die direkte Abförderung zu großen Bestandteile des Erdreichs bereits im Abbaubereich abförderbereit zu zerkleinern.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den in den Patentansprüchen und insbesondere in Patentanspruch 1 gekennzeichneten Merkmalen und geschilderten Maßnahmen. Die Abbau-Werkzeugglocke nach der Erfindung, deren Glockenöffnungs-Randbereich am Bohrmaschinen-Kopfende liegt, trägt eine Schneid- und Mahlwerkzeugkrone mit einem dem jeweils zu bohrenden Tunnelquerschnitt in etwa entsprechenden Durchmesser. Mit dieser Krone wird das abzubauen Material je nach Bodenbeschaffenheit abgeschabt, herausgekratzt oder geschnitten. Außerdem sind für den Materialabbau und -transport in Richtung der Rotationsmitte der Werkzeugglocke in den Innenbereich hinein am Innenbereich der Werkzeugglocke sich an die Schneid- und Mahlwerkzeugkrone unmittelbar anschließende Förder- und Zerkleinerungswerkzeuge vorgesehen, welche sich in Richtung des sich verengenden Glockeninnenbereichs zumindest über den größten Teil der Glockenwandung erstrecken. Dabei dienen die abbaunahen Werkzeugabschnitte, die schaufelartig ausgebildet sein können, überwiegend dem Abbau des Materials an der Ortsbrust und dem Transport in den Innenbereich der Werkzeugglocke, während die weiter im Glocken-Innenbereich liegenden Werkzeugabschnitte überwiegend als Brech-, Mahl- und Zerkleinerungswerkzeuge dienen. Aus dem Werkzeugglocken-Bodenabschnitt ragt in den Werkzeugglocken-Innenbereich ein Mahlwerkzeug nach der Erfindung hinein, welches im Längsschnitt gesehen ein solches Außenprofil besitzt, daß es zusammen mit der sich allmählich zum Werkzeugglocken-Bodenabschnitt verjüngenden bzw. verengenden Werkzeugglocken-Innenwand einen sich in Richtung des Bodenabschnitts allmählich

verkleinernden Ringraum bildet. Wenn das von den Werkzeugen abgebaute Erdreich z. B. mit Gesteinsbrocken, in diesen Ringraum eintritt, und wenn die Gesteinsbrocken größer sind als die lichte Weite des Ringraums zwischen der Glocken-Innenwand und dem Mahlwerkzeug, erfolgt eine umgehende Zerkleinerung des Gesteins mindestens auf die durch den Ringraum begrenzte Korngröße.

Nach der Erfindung sind die Werkzeugglocke und das Mahlwerkzeug relativ zueinander drehbar gelagert, so daß Gesteins- und Geröllbestandteile unterschiedlichster Art durch jeweils geeignete Bedienung der Zerkleinerungswerkzeuge verarbeitet werden können. Da nach der Erfindung das Mahlwerkzeug auch noch bezüglich der Werkzeugglocke relativ längsverschiebbar gelagert ist, läßt sich je nach gewählter Axialstellung eine Änderung des Öffnungswinkels des Ringraums zwischen der Werkzeugglocke und dem Mahlwerkzeug je nach den vor Ort günstigsten Bedingungen einstellen bzw. während des Auffahrens verändern. Damit das auf die erfindungsgemäße Weise abgebaute und zerkleinerte Material aus der Tunnelbohrmaschine zügig ausgetragen werden kann, münden in den Ringraum an eine Druckwasserspeisung angeschlossene Förderdüsen ein, welche das Material in Austragkanäle hineinspülen, damit es durch das Innere der Maschine hindurchgeleitet, zu deren Schwanzende gelangen und dort weitertransportiert werden kann.

Da bei dem erfindungsgemäßen Tunnelbohrsystem unmittelbar am Abbaubereich eine unverzügliche Zerkleinerung und ein Zermahlen ansonsten nicht transportgerechter Materialbestandteile erfolgt, können alle, auch unerwarteten Hindernisse mit der erfindungsgemäßen Tunnelbohrmaschine durchfahren werden, denn selbst Gesteinsblöcke vom Querschnitt des Tunnels können von den Zerkleinerungswerkzeugen zermahlen werden. Dadurch ist die erfindungsgemäße Tunnelbohrmaschine universell einsetzbar, was durch die folgende Beschreibung noch eingehend belegt wird.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Bohrmaschine des erfindungsgemäßen Tunnelbohrsystems in einen kopfendseitigen Steuerabschnitt und einen schwanzendseitigen Nachlaufabschnitt unterteilt, und der Steuerabschnitt ist relativ zum Nachlaufabschnitt, bezogen auf die Längsmittelachse universell um einige Winkelgrade auslenkbar. Aufgrund dieser Unterteilung kann der Steuerabschnitt entsprechend der jeweiligen Auslenkung um die Längsmittelachse Tunnelkurven auffahren. Bei diesem vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist die Werkzeugglocke der Abbaueinrichtung an ihrem Werkzeugglocken-Bodenabschnitt mit einer koaxial zur Steuerabschnitt-Längsmittelachse innerhalb des Steuerabschnitts drehbar

gelagerten Außenhohlwelle verbunden, und an der Außenhohlwelle ist ein Drehantrieb für die Werkzeugglocke vorgesehen. Das in den Werkzeugglocken-Innenbereich hineinragende Mahlwerkzeug besitzt an seinem dem Glockenöffnungs-Randbereich zugewandten Abschnitt einen Mahlwerkzeugkopf, der an der Stirnseite einer konzentrisch in der Außenhohlwelle relativ dreh- und axialverschieblichen Innenhohlwelle angebracht ist. Der Mahlwerkzeugkopf kann bezüglich der Längsmittelachse seiner ihn tragenden Innenhohlwelle am Außenumfang ein konzentrisches Mahlwerkzeug tragen oder gemäß einer abgewandelten Ausführungsform mit exzentrisch zur Längsmittelachse versetzten Werkzeugen versehen sein, welche außer der Mahlwirkung noch eine Brech- oder Vordrehwirkung innerhalb der Werkzeugglocke ermöglichen. Da die Innenhohlwelle konzentrisch in der Außenhohlwelle relativ dreh- und axialverschieblich über entsprechende Lageranordnungen geführt ist, ergibt sich eine äußerst kompakte Baugruppe dieser beiden, insbesondere unter rauen Abbaubedingungen hoch beanspruchten Teile. Damit die Dreh- und Verschiebeantriebe für die Innenhohlwelle trotz der engen Innenraumverhältnisse der Tunnelbohrmaschine für nicht-begehbare Tunnelrohrdurchmesser für eine optimale Stabilität und Leistungsfähigkeit ausgelegt werden können, liegen die entsprechenden Antriebe in Axialrichtung hinter den Drehantrieben für die Außenwelle an einem über das Ende der Außenhohlwelle hinausragenden Abschnitt der Innenhohlwelle. Vorteilhafterweise sind die Förderdüsen an der Werkzeugglocken-Innenwand angeordnet, und die Austragkanäle, welche das abgebaute und zerkleinerte Material aus dem Ringraum der Werkzeugglocke austreten lassen, sind als die Wandung der Innenhohlwelle durchbrechende Austragöffnungen vorgesehen, die einen Abtransport durch den Innenraum der Innenhohlwelle zu ihrem schwanzendseitigen Abschnitt ermöglichen. An diesen Abschnitt der Innenhohlwelle ist, vorzugsweise über ein Drehdichtungsgehäuse, eine biegsame Rohrleitung zum Weitertransport und Abfordern des Materials durch den Innenraum der sich gegebenenfalls an die Maschine anschließenden Tunnelrohrabschnitte hindurch angeschlossen.

Damit trotz der durchmesserbedingten engen Bauweise der erfindungsgemäßen Tunnelbohrmaschine eine der Tunnelbohrpraxis gemäße Kurven-Auffahrmöglichkeit geschaffen wird, sind die Außenhohlwelle, ihre Drehantriebe, die Innenhohlwelle sowie deren Dreh- und Verschiebeantriebe in bzw. an einem die Außenhohlwelle umgebenden Traggehäuse gelagert. Dieses Traggehäuse ist allein am kopfendseitigen Steuerabschnitt befestigt und ragt in den schwanzendseitigen Nachlaufabschnitt hinein, wobei die genannten Antriebe derart dicht auf das Traggehäuse

gepackt sind, daß zwischen der Innenwandfläche des Nachlaufabschnitts und dem Gesamtumfang aller am Traggehäuse angeordneter Funktionselemente ein ausreichend großer Abstand besteht, der bei entsprechendem Verschwenken des kopfendseitigen Steuerabschnitts, über mehrere entsprechend der Schwenkrichtung vorgesehene Steuerzylinder, das gesamte Traggehäuse mit den Bauelementen innerhalb des Nachlaufabschnitts ausschwenken kann, wobei ersichtlicherweise die größte Schwenkbewegung am schwanzendseitigen Abschnitt möglich sein muß. Diese Bedingungen werden durch die erfindungsgemäße Tunnelbohrmaschine durch eine äußerst kompakte Konstruktionsweise erfüllt. Dies soll ein Beispiel erläutern: Durch den Abtransport des abgebauten und zerkleinerten Materials durch den Innenraum der Innenhohlwelle wird nach der Erfindung ein ansonsten ungenutzter, aber aus Stabilitätsgründen notwendiger Hohlraum als Transportweg genutzt, wobei die Hohlwelle auch noch den Vorteil absoluter Dichtheit bietet, so daß die Antriebsaggregate durch das abgebaute Material keine Funktionsbeeinträchtigung erfahren. Der durch die erfindungsgemäße Wahl des Abtransportweges durch den Innenraum der Innenhohlwelle im Innenraum des Nachlaufabschnitts zur Verfügung stehende Platz kann somit beispielsweise durch die Unterbringung leistungsfähiger Antriebsaggregate genutzt werden, wie bei der Erfindung geschehen.

Der Steuerabschnitt übergreift bei der erfindungsgemäßen Tunnelbohrmaschine zumindest einen Teil der Werkzeugglocken-Außenwand, wodurch zwischen dem Steuerabschnitt und der Werkzeugglocken-Außenwand ein äußerer, durch Abdichtmittel flüssigkeitsdichter und druckfester Ringraum gebildet wird. In den Ringraum wird beim Einsatz der erfindungsgemäßen Tunnelbohrmaschine Wasser eingepumpt, welches für verschiedene Druckspülungs- und Fördervorgänge eingesetzt wird. Während des Abbaus von lehmhaltigem Erdreich kann es vorkommen, daß an der Innenwand der Werkzeugglocke das Material festklebt, wodurch die Förderwirkung der werkzeuggestützten Oberflächen verschlechtert werden würde. Bei der erfindungsgemäßen Werkzeugglocke sind in der dem Glockenöffnungs-Randbereich benachbarten Glockenwand über den Umfang verteilt und in Richtung der Längsmittelachse versetzt, eine Vielzahl Düsen relativ kleinen Durchmessers vorgesehen. Diese Düsen stehen über Spülkanäle mit dem wassergespeisten äußeren Ringraum in Verbindung und bewirken bei entsprechendem Wasserdruck ein ständiges bzw. rasches Abspülen sämtlicher werkzeuggestützter Oberflächen innerhalb der Glocke. Einige dem Glocken-Öffnungsrandbereich unmittelbar benachbarte Düsenreihen können zusätzlich den Abräumvorgang durch Herausspülen

abzuräumenden Materials unterstützen. An dem dem Werkzeugglocken-Bodenabschnitt zugewandten Ende der Ringraumkammer sind mehrere Düsenreihen relativ großen Querschnitts vorgesehen, welche über entsprechende, durch die Glockenwandung hindurchgeführte Kanäle ebenfalls mit dem äußeren Ringraum in Verbindung stehen. Aus diesen Düsen tritt eine vergleichsweise große Wassermenge aus, welche das in den inneren Ringraum transportierte und zerkleinerte Material in die die Innenhohlwelle durchbrechenden Öffnungen hineinfördert. Damit an den genannten Spüldüsen ein wesentlich höherer Druck zur Verfügung steht als an den zur Abförderung dienenden Düsen, kann der äußere Ringraum beispielsweise durch ein Ringsegment in zwei Ringraumkammern unterteilt sein, wobei in eine Kammer die Kanäle der Spüldüsen und in die andere Kammer die Kanäle der zur Förderung dienenden Düsen einmünden.

Ferner ist es bei der erfindungsgemäßen Tunnelbohrmaschine im Hinblick auf universelle Einsatzmöglichkeiten von Vorteil, wenn die Werkzeugglocke an der Außenhohlwelle und der Mahlwerkzeugkopf an der Innenhohlwelle über entsprechende Verschraubungen angebracht sind, so daß diese Teile vom Kopfende der Tunnelbohrmaschine her montierbar und austauschbar sind. Dadurch können diese Werkzeugelemente je nach den zu erwartenden Einsatzbedingungen mit einem geeigneten Werkzeugbesatz montiert werden. Wenn lehm- und tonhaltige Böden mit wenig Steinen erwartet wird, ist es vorteilhaft, Werkzeuge mit hoher Schaufelwirkung zu montieren, während bei überwiegend steinigem Erdreich Werkzeuge bevorzugt werden, bei denen Zerkleinerungs- und Mahleigenschaften im Vordergrund stehen.

Der Mahlwerkzeugkopf und die Werkzeugglocken-Innenwand können ein gleichartiges Wandprofil besitzen oder aber unterschiedliche Werkzeuge tragen. Beispielsweise kann die Werkzeugglocken-Innenwand und/oder das Außenumfangsprofil des Mahlwerkzeugkopfs mit einer achsparallelen Leistenverzahnung versehen sein. Um eine hohe Schaufelwirkung zu erzielen, können auch rechts- oder linksgängige schraubenartige Leistenverzahnungen zum Einsatz kommen. Zur Erhöhung der Brech- und Zerkleinerungseigenschaften lassen sich ferner Werkzeuge verwenden, die auf der jeweiligen Umfangsfläche mit Warzenverzahnungen versehen sind. Auch können in die Umfangsfläche Hartmetalleinsätze, beispielsweise Hartmetall-Pellets oder Hartmetall-Rundschaftmeissel eingesetzt oder eingepreßt sein. Gegebenenfalls können auch aufgeschweißte Verschleißzähne oder Verschleißleisten, -noppen und dgl. Verwendung finden. Ferner kann die Innenwandkrümmung der Werkzeugglocke und/oder die Krümmung oder Neigung des Mahlwerkzeugkopfes an seinem Außenumfangsprofil je nach den zu erwartenden

Einsatzbedingungen durch geeignete Werkzeugauswahl variiert werden. Gerade die Glockenform der Innenwand ermöglicht in Verbindung mit dem in seiner Grundform kuppelartigen Mahlwerkzeugkopf, vor allem auch bei Verschiebung des Mahlwerkzeugs, einen weiten Variationsbereich für die Gestaltung des inneren zum Zerkleinern oder Mahlen dienenden Ringraums.

Da die Tunnelbohrdurchmesser, die mit der erfindungsgemäßen Tunnelbohrmaschine aufgefahren werden, hauptsächlich in einem Durchmesserbereich von 35 cm bis 80 cm liegen, und die erfindungsgemäße Tunnelbohrmaschine den anfallenden Abraum vergleichsweise rasch abfördert, findet das Auffahren eines Tunnels bei erhöhter Vortriebsgeschwindigkeit, vor allem bei problemlos zu verarbeitendem Erdreich, äußerst leichtgängig statt, zumal irgendwelche Hindernisse nicht lange vor der Maschine hergeschoben, sondern durchmahlen werden. Unter manchen Einsatzbedingungen kann es hilfreich sein, der Tunnelbohrmaschine zusätzlich zu ihrer Führung über den Steuerabschnitt und das Nachlaufrohr eine zusätzliche Zentrierung zu verleihen. Zu diesem Zweck kann der Mahlwerkzeugkopf in Axialrichtung über die Ebene, in welcher der Schneid- und Mahlwerkzeugkranz umläuft, in die Ortsbrust hinein vorgeschoben werden, so daß die kuppelförmige Rundung des Mahlwerkzeugs eine unterstützende Zentrierwirkung ausübt. In einer derartigen Stellung sind auch die den Innenraum der Innenhohlwelle mit dem inneren Ringraum der Werkzeugglocke verbindenden Austragöffnungen in den kopfendseitigen Abschnitt der Werkzeugglocke verlagert, während die zur Abförderung dienenden Düsen in der Nähe des Werkzeugglocken-Bodenbereichs bleiben. Eine derartige Versetzung der Austragöffnungen bezüglich der Abförderdüsen übt jedoch keine die Abfördermenge einschränkende nachteilige Wirkung aus, da beim die Ortsbrust gepreßter Werkzeugglocke und vorgeschobenem Mahlwerkzeug im inneren Ringraum der Werkzeugglocke über die Abförderdüsen ein Druck aufgebaut wird, der nur durch die Austragöffnungen in den Innenraum der Innenhohlwelle hinein entweichen kann und dadurch mit dem zugeführten Wasser den Abraum optimal fortspült.

Es wäre auch möglich, die Austragöffnungen in der Wandung der Innenhohlwelle als achsparallele Langlochdurchbrüche auszubilden, derart, daß in jeder Verschiebeposition der Innenhohlwelle zumindest ein Teil der Austragöffnungen direkt von den Abförderdüsen bespült wird.

Das erfindungsgemäße Tunnelbohrsystem ermöglicht ein Tunnelbohren bei erhöhter Vortriebsgeschwindigkeit über Tunnellängen, welche mit bisherigen Bohrmaschinen nicht aufgefahren werden konnten. Damit bei der Rohrvorpressung die sich an das Schwanzende

der Tunnelbohrmaschine anschließenden Rohre, meist aus Beton, auch über große Längen nachgeschoben werden können, lassen sich nach einer Anzahl von Tunnelrohrabschnitten Zwischenpreßstationen vorsehen, welche im Zusammenspiel mit der Hauptpreßstation die jeweiligen Tunnelrohrabschnitte vorpressen.

Weitere Vorteile der Erfindung sind aus den in den Ansprüchen angegebenen Maßnahmen ersichtlich und werden im einzelnen in der nachfolgenden Beschreibung spezieller Ausführungsformen der Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Längsschnittdarstellung einer Tunnelbohrmaschine nach den Merkmalen der Erfindung,

Fig. 2 eine vergrößerte Detailansicht des vorderen Abschnitts der in Fig. 1 gezeigten Tunnelbohrmaschine,

Fig. 3 eine Schnittdarstellung einer Abbau-Werkzeugglocke der in Fig. 2 gezeigten Tunnelbohrmaschine,

Fig. 4 eine Ansicht der in Fig. 3 dargestellten Abbau-Werkzeugglocke in Richtung des Teils X in Fig. 3,

Fig. 5 eine Schnittansicht eines Mahlwerkzeugkopfs der in Fig. 2 gezeigten Tunnelbohrmaschine,

Fig. 6 eine Ansicht des in Fig. 5 abgebildeten Mahlwerkzeugkopfs in Richtung des Pfeils Y,

Fig. 7 perspektivische Ansichten verschiedener Außenumfangsprofile für den in Fig. 5 gezeigten Mahlwerkzeugkopf,

Fig. 8 Querschnittdarstellungen von unterschiedlichen Umfangsprofilen von Mahlwerkzeugköpfen mit in die Umfangsfläche eingearbeiteten Hartmetalleinsätzen und aufgeschweißten Verschleißprofilen,

Fig. 9 drei Abwicklungsbilder für Besatzanordnungen zur Gestaltung des Umfangs-Außenprofils des Mahlwerkzeugkopfes und/oder der Innenwand der Werkzeugglocke.

Die in Fig. 1 gezeigte Tunnelbohrmaschine 80 trägt an ihrem Bohrmaschinen-Kopfende 81 eine Abbau-Werkzeugglocke 6 der Abbaueinrichtung 82, die in das abzufördernde Erdreich eindringt und in dieses einen Tunnel mit dem Durchmesser der zu verlegenden Rohrgröße bohrt. Da die Abbaueinrichtung 82 den gesamten jeweils zu bohrenden Tunnelquerschnitt umfaßt, wird das beim Auffahren von Tunneln durch den äußeren Umfangsrand der Abbaueinrichtung umgrenzte Erdreich von einer Schneid- und Mahlwerkzeugkrone 2, die sich an einem Glockenöffnungs-Randbereich 85 befindet (Fig. 2) herausgeschnitten bzw. gebrochen und dann in einen Werkzeugglocken-Innenbereich 86 eingebracht. Das abgebaute Erdreich wird dann im wesentlichen bis zu einem Werkzeugglocken-Bodenabschnitt 88 durch den Innenbereich 86 hindurch transportiert und unter Zusatz von Wasser durch Austragöffnungen 17, die sich in der Nähe des Werkzeugglocken-Bodenabschnitts 88 in einer Wandung einer Innenhohlwelle 25

befinden, in den Innenraum 92 dieser Innenhohlwelle eingebracht, durch den Innenraum hindurch, zum Bohrmaschinenschwanzende 84 transportiert und von dort über eine biegsame Rohrleitung 56, gegebenenfalls durch an die Tunnelbohrmaschine schwanzseitig angesetzte Tunnelrohrabschnitte 83 hindurch ausgetragen. Die Werkzeugglocke 6 ist konzentrisch zur Bohrmaschinen-Längsmittelachse L an einen Flanschabschnitt 21 einer Außenhohlwelle 27 angebracht. An dem dem Flanschabschnitt 21 gegenüberliegenden Ende der Außenhohlwelle 27 ist ein Drehantrieb 37 vorgesehen, der die Außenhohlwelle und damit die Werkzeugglocke rechts- oder linksdrehend antreibt.

Die Innenhohlwelle 25 ist konzentrisch in der Außenhohlwelle 27 gelagert und geführt und besitzt an ihrem der Werkzeugglocke 6 zugewandten Ende ein Mahlwerkzeug 89. Zur Radiallagerung der Innenhohlwelle 25 in der Außenhohlwelle 27 dienen, wie dargestellt, Radiallager 23 und 41. Aus Fig. 2 ist ersichtlich, daß das Radiallager 23 auf einer die Umfangsfläche der Innenhohlwelle 25 umschließenden Gleitführungsbuchse 22 sitzt, welche eine Relativverschiebung der Innenhohlwelle 25 in axialer Richtung zur Außenhohlwelle 27 und damit zur Werkzeugglocke 6 gestattet. Eine entsprechende Gleitlagerbuchse befindet sich auch an dem lediglich in Fig. 1 dargestellten weiteren Radiallager 41, das sich in Richtung des Schwanzendes der Maschine hinter der Außenhohlwelle 27 befindet. Aus Fig. 1 sind ferner ein Drehantrieb 54 und ein Verschiebeantrieb 62 ersichtlich. Mittels des Verschiebeantriebs 62 kann die Innenhohlwelle 25 aus der in Fig. 1 mit voll ausgezogenen Linien dargestellten Position, in der sich das Mahlwerkzeug 89 in seiner in die Werkzeugglocke 6 zurückgezogenen Stellung befindet und einer mit gestrichelten Linien in den Fig. 1 und 2 angedeuteten Stellung verlagert werden, in der zumindest das vordere Ende des Mahlwerkzeugs 89 über die von der Schneid- und Mahlwerkzeugkrone 2 eingenommene Ebene hinausragt. Der Drehantrieb 54 gestattet eine Links- oder Rechtsdrehung der Innenhohlwelle 25, und zwar unabhängig von der Rotation und Drehrichtung der Außenhohlwelle 27. Aus Fig. 1 ist ferner ersichtlich, daß die Tunnelbohrmaschine 80 aus zwei Hauptteilen besteht, einem kopfendseitigen Steuerabschnitt 93 und einem schwanzendseitigen Nachlaufabschnitt 94. In Fig. 2 ist dargestellt, wie die beiden Abschnitte mit einander überlappenden Umfangsrändern 29, 32 und einem zwischengefügten Dichtring 30 ineinandergreifen. Diese aus dem Umfangsrändern und dem Dichtring bestehende Anordnung dient in erster Linie als Dichtschutz, damit in den Innenbereich des Nachlaufabschnitts 94 kein Erdreich und dgl. eindringen kann. Die eigentliche Kopplung

zwischen dem Steuerabschnitt 93 und dem Nachlaufabschnitt 94 erfolgt allein über Steuerzylinder 33, von denen in Fig. 1 lediglich zwei von mehreren über den Innenumfang verteilt vorgesehenen Steuerzylindern dargestellt sind. Durch ausgewählte Betätigung dieser Steuerzylinder läßt sich der kopfendseitige Steuerabschnitt 93 bezüglich der Längsmittelachse L um einige Winkelgrade verschwenken, wodurch ein Auffahren von Tunnelkurven möglich ist.

In Fig. 1 ist ein Traggehäuse 95 dargestellt, welches eine Lagerung 36 der Außenhohlwelle 27, einen Teil des Drehantriebs 37 für die Außenhohlwelle und die Radiallager 41, die zur Abstützung der Innenhohlwelle 25 dienen, nach Art eines Gehäusemantels umgreift. Die Kontur dieses Traggehäuses 95 ist in Fig. 1 mit einer dichten Parallel-Strichlinienführung abgebildet. Das Traggehäuse 95 selbst welches somit die Außenhohlwelle 27, deren Drehantrieb 37, die Innenhohlwelle 25 und die Dreh- und Verschiebeantriebe 54 bzw. 62 abstützt, ist am kopfendseitigen Steuerabschnitt 93 angebracht, und zwar über einen Tragflansch 64 (Fig. 2). Ausgehend von diesem Tragflansch und damit vom Steuerabschnitt 93 ragt das Traggehäuse in den Innenraum des Nachlaufabschnitts 94 hinein, so daß bei einer Verschwenkung des Steuerabschnitts mittels der Steuerzylinder 33 das Traggehäuse 95 mit sämtlichen daran abgestützten Bauelementen mitgeschwenkt wird. Um einen ausreichenden Freiheitsgrad für den Verschwenkvorgang sicherzustellen, sind die am Traggehäuse 95 angeordneten Funktionselemente optimal kompakt gruppiert. Der Drehantrieb 37 umfaßt in diesem Sinne Tandem-Hydromotoren 100, die in Axialrichtung gesehen sternförmig um die Außenhohlwelle 27 bzw. den entsprechenden Abschnitt des Traggehäuses 95 angeordnet sind und über Antriebsritzel 40 einen auf die Außenhohlwelle aufgesetzten Antriebszahnkranz 39 in Drehung versetzen. Eine entsprechende Anordnung von Hydromotoren 101 ist für den Drehantrieb 54 der Innenhohlwelle 25 vorgesehen. Auch hier kann erforderlichenfalls eine Tandem-Motoranordnung gewählt werden. Als Verschiebeantrieb 62 dienen Hubzylinder 104, welche, wie aus Fig. 1 ersichtlich, einerseits am Traggehäuse 95 und andererseits am Gehäuse des Drehantriebs 54 angreifen und bei ihrer Betätigung eine Relativverschiebung zwischen der Außenhohlwelle 27 und der Innenhohlwelle 25, auch teleskopieren genannt, bewirken. Ersichtlicherweise sind die während des Verschiebens die Innenhohlwelle führenden Gleitlagerbuchsen 22 hohen Belastungen und, insbesondere beim Zurückziehen der Hohlwelle aufgrund von möglichen Materialeinwirkungen auf die Hohlwellenoberfläche in hohem Maße verschleißgefährdet. In Fig. 2 sind Dichtelemente 19 angeordnet, die die Innenhohlwelle umschließen und deren Oberfläche möglichst frei von Verunreinigungen halten. Zur Erhöhung der

Gleitsicherheit zwischen der Innenhohlwelle 25 und der Gleitführungsbuchse können im Lagerungsbereich Hochdruckfettkanäle vorgesehen sein, welche eine zusätzliche und je nach Bedarf steuerbare Schmiermittelzugabe ermöglichen.

Aus den Fig. 3 und 4 ist die Ausbildung einer Ausführungsform der Abbau-Werkzeugglocke 6 ersichtlich. Der Glockenöffnungs-Randbereich 85 (Fig. 2) trägt, wie gesagt, die Schneid- und Mahlwerkzeugkrone 2. Diese besitzt gegenüber dem Außendurchmesser des kopfendseitigen Steuerabschnitts 93 einen Überschnitt, d. h., daß der Gesamtdurchmesser der Werkzeugglocke an der Schneid- und Mahlwerkzeugkrone 2 etwas größer ist als derjenige des Steuerabschnitts 93, damit der aus dem Erdreich geschnittene oder gebohrte Tunneldurchmesser ein problemloses Nachpressen der Tunnelbohrmaschine sowie der zu verlegenden Rohre erlaubt. In Richtung des Werkzeugglocken-Innenbereichs 86 schließen sich über den Umfang der Werkzeugglocken-Innenwand verteilt eine Vielzahl schaufelartiger Leistenelemente (vgl. Fig. 4) an. Diese Leistenelemente können rechts- oder linksgängig schraubenförmig verlaufen oder aus achsparallelen Leisten bestehen. Die jeweils optimale Werkzeugbesetzung der Werkzeugglocken-Innenwand 87 richtet sich nach dem jeweiligen Einsatzfall. Unter allen Umständen besitzen jedoch die Schaufeln eine Doppelfunktion, und zwar an ihrem dem Glockenöffnungs-Randbereich 85 zugewandten Abschnitt dienen sie vornehmlich als Abbau- und Förderwerkzeuge, während die dem Werkzeugglocken-Bodenabschnitt 88 zugewandt liegenden Leistenabschnitte zusätzlich zur Abförderung des Materials auch eine gegebenenfalls notwendige Zerkleinerung bewerkstelligen. Mit der Schneid- und Mahlwerkzeugkrone 2 ist es möglich, beispielsweise während des Tunnelvortriebs unerwartet auftretende Gesteinsfindlinge oder Fundamente oder Teile großer Gesteinsbrocken je nach Lage anzuschneiden oder ganz durchzubohren, ohne daß es zu einem Herauslösen eines größeren Hindernisses kommt und auch ohne eine Notwendigkeit, einem solchen Hindernis ausweichen zu müssen. Die sich gegebenenfalls unmittelbar an die Schneid- und Mahlwerkzeugkrone 2 anschließenden Schaufeln im Schaufelbereich 1 (Fig. 2) unterstützen bereits nach einem kurzen Ansetzen der Schneid- und Mahlwerkzeugkrone an einem harten Gesteinsgegenstand im Zuge des weiteren Vortriebs das Abtragen oder bereits Zerkleinern des Hindernisses. Um derart harte und widerstandsfähige Gesteinsformationen durchbohren oder anschneiden zu können, ist es von Vorteil, wenn die Schneid- und Mahlwerkzeugkrone, wie auch die Schaufelwerkzeuge gepanzert ausgeführt sind.

Der in Fig. 5 und 6 gezeigte Mahlwerkzeugkopf 11 des Mahlwerkzeugs 89 ist, wie ein Vergleich mit Fig. 4 zeigt, mit einem entsprechenden



Außenmantelprofil, das aus Leisten 12 gebildet wird, besetzt. Auch hier sind die Leisten oder Leistenzähne schraubenförmig zur Längsmittelachse angeordnet und dienen entsprechend wie die Leisten der Werkzeugglocke im gemäß Fig. 2 vorderen Bereich des Mahlwerkzeugs 89 vornehmlich zur Förderung des Abraums und im dem Werkzeugglocken-Bodenabschnitt 88 zugewandten Bereich zum Zermahlen oder Zerkleinern für den Abtransport ansonsten zu großer Erdreichbestandteile. Aufgrund der Glockenform der Werkzeugglocken-Innenwand 87 und der kuppelförmigen Ausbildung des Mahlwerkzeugs 89 wird zwischen diesen beiden koaxial zueinander angeordneten Werkzeugteilen ein Ringraum 91 ausgebildet, der sich in Richtung des Werkzeugglocken-Bodenabschnitts 88 verkleinert. Je nach der Außenprofilgebung des Mahlwerkzeugs 89 und auch der Krümmung der Werkzeugglocken-Innenwand 87 läßt sich die Größe und Form dieses Ringraums 91 verändern. Wesentlich ist, daß der Ringraum 91 eine Größe besitzt, die auf die sich anschließenden Abtransportkanäle eingestellt ist, damit keine Blockierung der Abförderwege durch zu große Gesteinsbrocken möglich ist. Auch ist es wichtig, daß die gegenseitige Zuordnung der Werkzeugprofile an der Innenwand der Glocke und am Außenmantel des Mahlwerkzeugs 89 so ausgewählt wird, daß das zu zermahlende Gestein im Zerkleinerungsvorgang auch allseits erfaßt und entsprechend gebrochen oder zermahlen wird.

In den Fig. 7 und 8 sind mehrere Ausführungsmöglichkeiten für den Werkzeugbesatz dargestellt, wobei die gezeigte Besatzmöglichkeit des Mahlwerkzeugkopfes auch für die nicht gesondert dargestellte Werkzeugglocke 6 vorgesehen ist. In Fig. 7 besitzt ein Mahlwerkzeugkopf Pyramidenwarzen 74, ein weiterer Prismenwarzen 75 und ein dritter eingepreßte Hartmetall-Pellets 76. In Fig. 8 ist gezeigt, wieder Werkzeugkopf mit eingepreßten Hartmetall-Leistenstücken 77, mit aufgeschweißten Verschleißzähnen oder -leisten 78 sowie mit eingesetzten Hartmetall-Rundschaftmeißeln 79 bestückt werden kann. In Fig. 9 sind verschiedene Abwicklungen dargestellt; 71 zeigt eine Abwicklung eines Zahn- oder Warzenbesatzes in achsparalleler Ausführung, 72 zeigt eine entsprechende Abwicklung eines Zahn- oder Warzenbesatzes mit Rechts- oder Links-Schraubensteigung und 73 zeigt die Abwicklung eines Zahn- oder Warzenbesatzes in versetzter Anordnung.

In Fig. 2 ist der Mahlwerkzeugkopf 11 als rotationssymmetrischer Teil dargestellt. Entweder der gesamte Teil oder dessen Werkzeugbesatz könnte auch exzentrisch zur Längsmittellinie L angeordnet werden, so daß zusätzlich zu der Mahlfunktion der Verzahnungen oder des Warzenbesatzes auch eine Brecher- bzw. Vordruckerwirkung zwischen Werkzeugglocke und Mahlwerkzeug erzielt

werden kann. Um die Tunnelbohrmaschine 80 auch problemlos auf die beim jeweiligen Tunnelvortrieb erwartete Bodenbeschaffenheit umrüsten zu können, kann die Werkzeugglocke 6 vom Bohrmaschinenkopfe 81 her über Schrauben 14 von ihrem Lagerflansch an der Außenhohlwelle 27 abgeschraubt werden. Eine entsprechende Verschraubung 13 dient zum Austausch des Mahlwerkzeugkopfes 11.

Das Eintreten und Abfordern des gegebenenfalls zerkleinerten Erdreichs über die Austragöffnungen 17 wird durch eine Spülwasserzufuhr bedingt bzw. unterstützt. Gemäß Fig. 2 sind in der Werkzeugglocken-Wandung in der Nähe des Bodenabschnitts 88 mehrere Reihen, im abgebildeten Beispiel vier parallel liegende Reihen, Förderkanäle 99 vorgesehen, die in Umfangsrichtung über die Werkzeugglocke 6 verteilt sind. Diese Förderkanäle 99 enden an ihrer dem Ringraum 91 zugewandten Seite in Förderdüsen 16 und an ihrem entsprechend anderen Ende in einer Ringraumkammer 70, in der Spülwasser bei relativ niedrigem Druck gespeichert ist. Dieses Spülwasser strömt durch die Förderkanäle 99 und die Förderdüsen 16, die eine entsprechende Öffnungsweite haben, um einen großen Wasserdurchsatz zu erhalten und spülen das im Ringraum 91 befindliche Fördergut in den Innenraum 92 der Innenhohlwelle 25 hinein, von wo es durch die schwanzendseitig vorgesehene biegsame Rohrleitung 56 abtransportiert wird. Beim abgebildeten Ausführungsbeispiel sind über den Umfang der Innenhohlwelle gleichmäßig verteilt vier Austragöffnungen 17 vorgesehen, die in Richtung des Schwanzendes der Tunnelbohrmaschine zum Innenraum 92 hin schräg verlaufen, um ein möglichst strömungsgünstiges Abfordern zu gestatten. Die Ringraumkammer 70 ist ein Abschnitt eines äußeren Ringraums 9, der innerhalb des Steuerabschnitts 93 untergebracht ist, und zwar zwischen der Werkzeugglocken-Außenwand 96 und einem diese Außenwand konzentrisch auf Abstand umschließenden Steuerabschnittmantel 10. Zwischen dem Steuerabschnittmantel 10 und der Außenwand der demontierbaren Werkzeugglocke 6 sind Abdichtmittel 4, 5, 18 vorgesehen, welche den Ringraum 9 flüssigkeitsdicht und druckfest abschließen. Der Ringraum 9 ist durch ein Ringsegment 69 in die vorgenannte Ringraumkammer 70 für das Spülwasser und eine zweite Ringraumkammer 98 unterteilt. Entsprechende Dichtelemente des Ringsegments 69 sorgen für ein druckfestes Abschließen der Ringraumkammer 98 innerhalb des Ringraums 9. Diese Ringraumkammer 98 ist ebenfalls an eine Wasserzufuhr angeschlossen, jedoch steht das Wasser in dieser Kammer unter wesentlich höherem Druck als in der benachbarten Kammer 70. Die Ringraumkammer 98 steht über Düsenkanäle 8, die durch die Werkzeugglockenwand hindurchgehen, mit Druckdüsen 97 an der Werkzeugglocken-Innenwand 87 in Verbindung, welche



vornehmlich in den Abbaubereich, vor allem in den Schaufelbereich 1 unter hohem Druck stehendes Wasser aus der besagten Ringraumkammer 98 austragen. Aufgrund der geschilderten Druckverhältnisse und der Wahl enger Querschnitte für die Düsen 97 treten aus ihnen scharfe Wasserstrahlen aus, welche dazu dienen, die Werkzeugausrüstung und den gesamten Werkzeugglocken-Innenbereich von anhaftendem Erdreich freizuhalten, damit die Werkzeugfunktion nicht beeinträchtigt wird und ferner dazu, möglichst weitreichend in die Ortsbrust hineinzuspülen, um dadurch das Abtragen des abzufördernden Materials zu unterstützen. Auch üben diese Düsen beim Mahlen und Zerkleinern des Materials an den Werkzeugen und an der Schneid- und Mahlwerkzeugkrone 2 eine gewisse Kühlwirkung aus und unterstützen das Abschleifen von Gestein. In Fig. 2 sind mehrere Reihen Druckdüsen 97 eingezeichnet, eine dem Kopfbende zugewandte Reihe von Düsen wird über einen Druckwasserkanal 3 gespeist. Wenn die Einsatzbedingungen es erforderlich machen, daß nur ganz bestimmte ausgewählte Druckdüsen in Funktion treten können gegebenenfalls vor der Montage der jeweils geeigneten Werkzeugglocke 6, die nicht benötigten Druckwasserdüsenkanäle mittels Düsenverschlußstopfen 68 abgesperrt werden.

Da das Mahlwerkzeug 89 auf der Innenhohlwelle bezüglich seiner Rotationsrichtung, seiner Rotationsgeschwindigkeit und seiner Axialposition relativ zur Werkzeugglocke 6 und deren Rotationsgeschwindigkeit und Drehrichtung verlagert werden kann, lassen sich praktisch alle nur denkbaren Einsatzbedingungen mit der Tunnelbohrmaschine 80 in der beschriebenen Weise bewältigen. Insgesamt wird mit der Tunnelbohrmaschine die Möglichkeit eröffnet, auf alle auftauchenden Hindernisse während des Tunnelvortriebs über die fernsteuerbare Bedienung der Antriebe adäquat zu reagieren und dabei die Tunnelbohrmaschine auch so anzusteuern, daß die Beanspruchungsgrenzen der Werkzeuge nicht überschritten werden.

## Patentansprüche

1. Tunnelbohrsystem zum Auffahren von Tunneln mittels Rohrvorpressung, insbesondere für Tunnelrohre nichtbegehbaren Innendurchmessers mit einer im wesentlichen zylinderförmigen, in Richtung ihrer Längsmittelachse (L) in das Erdreich preßbaren Tunnelbohrmaschine (80), die an einem Bohrmaschinen-Kopfbende (81) eine der zu verlegenden Rohrgröße eines Tunnelrohrs entsprechende Abbaueinrichtung (82) aufweist und die an einem Bohrmaschinen-Schwanzende (84) mit einer Stirnseite eines

Tunnelrohrabschnitts (83) des vorzupressenden Tunnelrohrs in Abstützverbindung bringbar ist, wobei von der Abbaueinrichtung gelöstes Erdreich unter Zusatz von Wasser durch das Innere der Bohrmaschine und, bei an ihr Schwanzende angesetztem Tunnelrohrabschnitt, ebenfalls durch dessen Innenraum hindurch abgefördert wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Abbaueinrichtung (82) eine koaxial zur Bohrmaschinen-Längsmittelachse (L) drehbar gelagerte Abbau-Werkzeugglocke (6) aufweist, deren Glockenöffnungs-Randbereich (85) am Bohrmaschinen-Kopfbende (81) liegt, daß die Öffnungsweite der Werkzeugglocke in etwa dem jeweils zu bohrenden Tunnelquerschnitt entspricht, daß am Glockenöffnungs-Randbereich (85) eine Schneid- und Mahlwerkzeugkrone (2) vorgesehen ist, daß ausgehend von dieser Schneid- und Mahlwerkzeugkrone in einen sich in Richtung des Bohrmaschinen-Schwanzendes (84) verengenden Werkzeugglocken-Innenbereich (86) hinein entlang zumindest des größten Teils einer Werkzeugglocken-Innenwand (87) Förder- und Zerkleinerungswerkzeuge (1, 15) vorgesehen sind, daß ferner ein aus einem dem Glockenöffnungs-Randbereich in Richtung der Längsmittelachse gegenüberliegenden Werkzeugglocken-Bodenabschnitt (88) heraustretendes, in den Werkzeugglocken-Innenbereich (86) hineinragendes, ebenfalls koaxial zur Bohrmaschinen-Längsmittelachse bezüglich der Werkzeugglocke relativ dreh- sowie längsverschiebbar gelagertes Mahlwerkzeug (89) vorgesehen ist, welches im Längsschnitt ein solches Außenprofil besitzt, daß zwischen der sich verengenden Werkzeugglocken-Innenwand (87) und einer Außenmantelfläche (90) des Mahlwerkzeugs (89) ein in Richtung des Werkzeugglocken-Bodenabschnitts (88) sich verkleinernder Ringraum (91) gebildet wird, daß in diesen Ringraum einmündende, zur Druckwassereinspeisung dienende Förderdüsen (16) vorgesehen sind und daß der Ringraum mit dem Bohrmaschinen-Schwanzende (84) über Austragkanäle (17, 92) für den Abtransport des in den Werkzeugglocken-Innenbereich eingebrachten und im Ringraum gegebenenfalls zerkleinerten Erdreichs in Verbindung steht.

2. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Tunnelbohrmaschine (80) in einen kopfbendseitigen Steuerabschnitt (93) und einen schwanzendseitigen Nachlaufabschnitt (94) unterteilt und der Steuerabschnitt relativ zum Nachlaufabschnitt, bezogen auf die Längsmittelachse (L) universell um einige Winkelgrade auslenkbar ist, daß die Werkzeugglocke (6) der Abbaueinrichtung (82) an ihrem Werkzeugglocken-Bodenabschnitt (88) an einer koaxial zur Längsmittelachse im und am Steuerabschnitt (93) drehbar gelagerten Außenhohlwelle (27) angebracht ist, daß an der Außenhohlwelle ein Drehantrieb (37) für die Werkzeugglocke (6) vorgesehen ist, daß das in

den Werkzeugglocken-Innenbereich (86) hineinragende Mahlwerkzeug (89) an seinem dem Glockenöffnungs-Randbereich (85) zugewandten Abschnitt einen Mahlwerkzeugkopf (11) aufweist, der an der Stirnseite einer konzentrisch in der Außenhohlwelle relativ dreh- und axialverschieblichen Innenhohlwelle (25) angebracht ist, daß die Innenhohlwelle in Richtung des schwanzendseitigen Nachlaufabschnitts (94) über das Ende der Außenhohlwelle hinausragt, daß an diesem hinausragenden Abschnitt der Innenhohlwelle (25) Dreh- und Verschiebeantriebe (54, 62) vorgesehen sind, daß die Förderdüsen (16) an der Werkzeugglocken-Innenwand (87) angeordnet sind und daß die Austragkanäle die Wandung der Innenhohlwelle (25) durchbrechende Austragöffnungen (17), den Innenraum (92) der Innenhohlwelle (25) und eine an den schwanzendseitigen Abschnitt der Innenhohlwelle angeschlossene biegsame Rohrleitung (56) umfassen.

3. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenhohlwelle (27), deren Drehantrieb (37), ferner die Innenhohlwelle (25) sowie deren Dreh- und Verschiebeantriebe (54, 62) in bzw. an einem die Außenhohlwelle umgebenden Traggehäuse (95) gelagert sind, daß dieses Traggehäuse am kopfendseitigen Steuerabschnitt (93) befestigt ist und in den schwanzendseitigen Nachlaufabschnitt (94) hineinragt, derart, daß es bei Auslenkung des Steuerabschnitts zusammen mit den von ihm getragenen Bauteilen im Innenraum des Nachlaufabschnitts frei auslenkbar ist und daß im Verbindungsbereich zwischen dem Steuerabschnitt und dem Nachlaufabschnitt innenraumseitig mehrere unabhängig voneinander betätigbare Steuerzylinder (33) vorgesehen sind.

4. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerabschnitt (93) einen zumindest einen Teil einer Werkzeugglocken-Außenwand (96) konzentrisch auf Abstand umschließenden Steuerabschnittmantel (10) aufweist, daß zwischen diesem Mantel und der Werkzeugglocken-Außenwand ein äußerer, über Abdichtmittel (4, 5, 18) flüssigkeitsdichter und druckfester Ringraum (9) gebildet wird und daß dieser Ringraum über eine Vielzahl die Werkzeugglockenwand durchsetzende Kanäle (8, 99) mit an der Werkzeugglocken-Innenwand (87) angeordneten, zumindest teilweise in den inneren Ringraum (91) gerichtete Düsen (16, 97) verbunden ist.

5. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der äußere Ringraum (9) durch ein Ringsegment (69) in zwei Ringraumkammern (70, 98) unterteilt ist, derart, daß die eine Ringraumkammer (70) dem Werkzeugglocken-Bodenabschnitt (88) zugewandt ist und über eine Vielzahl entlang der Werkzeugglocken-Innenwand (87) verteilte Förderdüsen (16) relativ großen Querschnitts mit

dem inneren Ringraum (91) in Verbindung steht und daß die zweite Ringraumkammer (98) dem Glockenöffnungs-Randbereich (85) zugewandt ist und daß aus ihr eine Vielzahl entlang des Umfangs sowie in Richtung der Längsmittelachse (L) auf unterschiedliche Abstände entlang der Werkzeugglocken-Innenwand verteilte Druckdüsen (97) relativ kleinen Querschnitts austreten und in den von der Werkzeugglocke umschlossenen abbaunahen Bereich hineingerichtet sind.

6. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Werkzeugglocken-Bodenabschnitt (88) zugewandte Ringraumkammer (70) mit einer Niederdruck-Wassereinspeisung und die dem Glockenöffnungs-Randbereich (85) zugewandte Ringraumkammer (98) mit einer Hochdruck-Wassereinspeisung verbunden ist.

7. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Druck- und/oder die Förderdüsen (97, 16) verstellbare Düsenköpfe zur Strahlrichtungseinstellung aufweisen.

8. Tunnelbohrsystem nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Druck- und/oder die Förderdüsen (97, 16) einzeln mittels Stopfen (68) verschließbar sind.

9. Tunnelbohrsystem nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckdüsen (97) durch Sammelkanäle (3) gespeist werden und daß die Düsen mittels Stopfen (68) gruppen- bzw. strahlsegmentweise verschließbar sind.

10. Tunnelbohrsystem nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkzeugglocke (6) an der Außenhohlwelle (27) und der Mahlwerkzeugkopf (11) an der Innenhohlwelle (25) über entsprechende Verschraubungen (13, 14) angebracht, vom Kopfende (81) der Tunnelbohrmaschine her montier- und somit austauschbar sind, daß die Außenmantelfläche (90) des Mahlwerkzeugkopfes (11) im Längsschnitt kuppelförmig profiliert ist, daß das Mahlwerkzeug (89) in seiner vollständig in Richtung des Werkzeugglocken-Bodenabschnitts (88) zurückgezogenen Stellung mit seinem Kopf in einem Abstand von etwa 2/3 der Länge des Werkzeugglocken-Innenbereichs (86) in diesen hineinragt und in seiner vorgeschobenen Stellung zumindest über die Ebene, in der die Schneid- und Mahlwerkzeugkrone (2) liegt, hinausragt.

11. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Mahlwerkzeugkopf (11) ein zur Längsmittelachse (L) der Innenhohlwelle (25) exzentrisches Außenmantelprofil besitzt.

12. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkzeugglocken-Innenwand (87) das gleiche Wandprofil aufweist wie das jeweilige Außenmantelprofil des Mahlwerkzeugkopfes (11).

13. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 10 oder

11, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkzeugglocken-Innenwand (87) ein vom Außenmantelprofil des Mahlwerkzeugkopfes (11) unterschiedenes Wandprofil besitzt.

14. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkzeugglocken-Innenwand (87) und/oder das Außenmantelprofil des Mahlwerkzeugkopfes (11) mit einer achsparallelen Leistenverzahnung versehen ist.

15. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkzeugglocken-Innenwand (87) und/oder das Außenmantelprofil des Mahlwerkzeugkopfes (11) mit einer rechts- oder linksgängigen schraubenartigen Leistenverzahnung versehen ist.

16. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkzeugglocken-Innenwand (87) und/oder das Außenmantelprofil des Mahlwerkzeugkopfes auf der jeweiligen Umfangsfläche mit einer Warzenverzahnung (71-75) versehen ist.

17. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß an der Werkzeugglocken-Innenwand (87) und/oder dem Außenmantelprofil des Mahlwerkzeugkopfes (11) Hartmetalleinsätze (76, 77, 79) vorgesehen sind.

18. Tunnelbohrsystem nach den Ansprüchen 2 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß die die Innenhohlwelle (25) durchbrechenden Austragöffnungen (17) bei vollständig in Richtung des Werkzeugglocken-Bodenabschnitts (88) zurückgezogener Stellung der Innenhohlwelle mit ihren dem Ringraum (91) zugewandten Öffnungsrändern neben dem Werkzeugglocken-Bodenabschnitt sowie den Förderdüsen (16) gegenüberliegend vorgesehen sind, daß Austragöffnungen (17) in gleichmäßigen Winkelabständen auf den Umfang der Innenhohlwelle verteilt und zum Innenraum (92) der Innenhohlwelle hin sowie in Richtung des Bohrmaschinen-Schwanzendes (84) geneigt sind.

19. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehantrieb (37) für die Werkzeugglocke (6) an der Außenhohlwelle (27) einen am antriebsseitigen Ende der Außenhohlwelle angebrachten Zahnkranz (39) und sternförmig über den Umfang des Zahnkranzes verteilte, dicht neben den Zahnkranz gepackte, drehrichtungsumkehrbare Antriebsmotoren (100) umfaßt und daß die Antriebsmotoren über Ritzel (40) am Zahnkranz angreifen.

20. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebsmotoren (100) in Axialrichtung beidseits des Zahnkranzes (39) für einen stufenlos reversierbaren Tandembetrieb gekoppelt vorgesehen sind.

21. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehantrieb (54) für das Mahlwerkzeug (89) einen auf die Innenhohlwelle (25) an ihrem antriebsseitigen Ende aufgesetzten weiteren Zahnkranz (47) und

sternförmig über den Umfang dieses Zahnkranzes verteilte, dicht neben den Zahnkranz gepackte, in diesen über Ritzel (48) eingreifende stufenlos regelbare und in ihrer Drehrichtung umkehrbare Antriebsmotoren (101) umfaßt und daß der Verschiebeantrieb (62) Hubzylinder (104) aufweist, die zwischen der Innenhohlwelle und dem Traggehäuse wirksam sind und dabei die Innenhohlwelle entlang einer drehmomentabstützenden Hubschiene (61) verlagern.

22. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem antriebsseitigen Ende der Innenhohlwelle (25) und der an dieses Ende angeschlossenen biegsamen Rohrleitung (56) ein Drehdichtungsgehäuse (102) vorgesehen ist.

## Claims

1. A tunnel boring system for driving tunnels by advancing a pipe, in particular for tunnel pipes of non-negotiable inside diameter, comprising a substantially cylindrical tunnel boring machine (80) which can be pressed into the ground in the direction of its longitudinal centre line (L) and which at a boring machine head end (81) has a mining means (82) corresponding to the pipe size of a tunnel pipe to be laid, and which at a boring machine tail end (84) can be brought into supporting relationship with an end of a tunnel pipe portion (83) of the tunnel pipe to be advanced, wherein earth which is loosened by the mining means, with the addition of water, is conveyed away through the interior of the boring machine and, in regard to the tunnel pipe portion fitted to the tail end thereof, also through the interior of said tunnel pipe portion, characterised in that the mining means (82) has a mining tool bell (6) which is mounted rotatably coaxially with respect to the boring machine longitudinal centre line (L) and whose bell opening edge region (85) lies at the boring machine head end (81), that the width of opening of the tool bell approximately corresponds to the respective tunnel cross-section to be bored, that provided at the bell opening edge region (85) is a cutting and grinding tool crown (2), that conveyor and crushing tools (1, 15) are provided starting from said cutting and grinding tool crown into a tool bell inner region (86) which decreases towards the drilling machine tail end (84), along at least the major part of a tool bell inner wall (87), that there is additionally provided a grinding tool (89) which extends out of a tool bell bottom portion (88) disposed in opposite relationship to the bell opening edge region in the direction of the longitudinal centre line and which extends into the tool bell inner region (86) and which is also mounted rotatably and longitudinally displaceably relative to the tool bell coaxially with respect to the boring machine longitudinal centre line and which in longitudinal section is of

such an outside profile that formed between the reducing tool bell inner wall (87) and an outside peripheral surface (90) of the grinding tool (89) is an annular space (91) which reduces in the direction of the tool bell bottom portion (88), that there are provided conveyor nozzles (16) which open into said annular space (91) and which serve for the feed of pressurised water, and that the annular space communicates with the boring machine tail end (84) by way of discharge passages (17, 92) for transporting away the earth which is introduced into the tool bell inner region and which is possibly crushed in the annular space.

2. A tunnel boring system according to claim 1 characterised in that the tunnel boring machine (80) is subdivided into a head-end control portion (93) and a tail-end tracking portion (94) and the control portion can be universally deflected through a few degrees of angle relative to the tracking portion with respect to the longitudinal centre line (L), that the tool bell (6) of the mining means (82) is mounted at its tool bell bottom portion (88) on an outside hollow shaft (27) which is rotatably mounted in and on the control portion (93) coaxially with respect to the longitudinal centre line, that a rotary drive (37) for the tool bell (6) is provided on the outside hollow shaft, that the grinding tool (89) which extends into the tool bell inner region (86) is provided at its portion towards the bell opening edge region (85) with a grinding tool head (11) which is mounted to the end of an inside hollow shaft (25) which is concentrically relatively rotatable and axially displaceable in the outside hollow shaft, that the inside hollow shaft extends beyond the end of the outside hollow shaft, in the direction of the tail-end tracking portion (94), that rotary and displacement drives (54, 62) are provided on said projecting portion of the inside hollow shaft (25), that the conveyor nozzles (16) are arranged at the tool bell inside wall (87) and that the discharge passages include discharge openings (17) which pass through the wall of the inside hollow shaft (25), the interior (92) of the inside hollow shaft (25) and a flexible conduit (56) connected to the tail-end portion of the inside hollow shaft.

3. A tunnel boring system according to claim 2 characterised in that the outside hollow shaft (27), the rotary drive (37) thereof, also the inside hollow shaft (25) and the rotary and displacement drives (54, 62) thereof are mounted in and on respectively a carrier housing (95) surrounding the outside hollow shaft, that said carrier housing is fixed to the head-end control portion (93) and extends into the tail-end tracking portion (94) in such a way that it can be freely deflected upon deflection of the control portion together with the components carried thereby in the interior of the tracking portion and that provided in the connecting region between the control portion and the tracking portion in the interior thereof are a plurality of mutually independently actuatable control cylinders (33).

4. A tunnel boring system according to claim 2

or claim 3 characterised in that the control portion (93) has a control portion casing (10) which encloses concentrically and in spaced relationship at least a part of a tool bell outside wall (96), that formed between said casing and the tool bell outside wall is an outer annular space (9) which is pressure-resistant and fluid-tight by way of sealing means (4, 5, 18), and that said annular space communicates by way of a plurality of passages (8, 99) passing through the tool bell wall, with nozzles (16, 97) which are arranged at the tool bell inside wall (87) and which are at least partially directed into the inner annular space (91).

5. A tunnel boring system according to claim 4 characterised in that the outer annular space (9) is divided by a ring segment (69) into two annular space chambers (70, 98) in such a way that the one annular space chamber (70) is towards the tool bell bottom portion (88) and communicates by way of a plurality of conveyor nozzles (16) of relatively large cross-section, distributed along the tool bell inside wall (87), with the inner annular space (91), and that the second annular space chamber (98) is towards the bell opening edge region (85), and that issuing therefrom are a plurality of pressure nozzles (97) of relatively small cross-section which are distributed along the periphery and in the direction of the longitudinal centre line (L) at different spacings along the tool bell inside wall and which are directed into the region which is adjacent the mining operation and which is enclosed by the tool bell.

6. A tunnel boring system according to claim 5 characterised in that the annular space chamber (70) which is towards the tool bell bottom portion (88) is connected to a low pressure water feed and the annular space chamber (98) which is towards the bell opening edge region (85) is connected to a high pressure water feed.

7. A tunnel boring system according to claim 5 or claim 6 characterised in that the pressure and/or conveyor nozzles (97, 16) have adjustable nozzle heads for adjusting their jet direction.

8. A tunnel boring system according to one of claims 5 to 7 characterised in that the pressure and/or the conveyor nozzles (97, 16) can be individually closed by means of plugs (68).

9. A tunnel boring system according to one of claims 5 to 7 characterised in that the pressure nozzles (97) are fed by manifold passages (3) and that the nozzles can be closed by means of plugs (68) in a group-wise or jet segment-wise manner.

10. A tunnel boring system according to one of claims 2 to 9 characterised in that the tool bell (6) is mounted on the outside hollow shaft (27) and the grinding tool head (11) is mounted on the inside hollow shaft (25), by way of corresponding screw means (13, 14), and can be mounted and thus replaced from the head end (81) of the tunnel boring machine, that the outside peripheral surface (90) of the grinding tool head (11) is of a dome-like configuration in longitudinal section, that the grinding tool (89), in its position

of being completely withdrawn in the direction of the tool bell bottom portion (88), projects into the tool bell inner region (86) with its head at a spacing of about two thirds of the length of the tool bell inner region (86) and in its forwardly disposed position projects at least beyond the plane in which the cutting and grinding tool crown (2) lies.

11. A tunnel boring system according to claim 10 characterised in that the grinding tool head (11) has an outside peripheral profile which is eccentric with respect to the longitudinal centre line (L) of the inside hollow shaft (25).

12. A tunnel boring system according to claim 10 or claim 11 characterised in that the tool bell inside wall (87) has the same wall profile as the respective outside peripheral profile of the grinding tool head (11).

13. A tunnel boring system according to claim 10 or claim 11 characterised in that the tool bell inside wall (87) has a wall profile differing from the outside peripheral profile of the grinding tool head (11).

14. A tunnel boring system according to claim 12 or claim 13 characterised in that the tool bell inside wall (87) and/or the outside peripheral profile of the grinding tool head (11) is provided with an axis-parallel bar-like tooth arrangement.

15. A tunnel boring system according to claim 12 or claim 13 characterised in that the tool bell inside wall (87) and/or the outside peripheral profile of the grinding tool head (11) is provided with a right-hand or left-hand screw-type bar-like tooth arrangement.

16. A tunnel boring system according to claim 12 or claim 13 characterised in that the tool bell inside wall (87) and/or the outside peripheral profile of the grinding tool head is provided with a stud-like tooth arrangement (71-75) on the respective peripheral surface.

17. A tunnel boring system according to claim 12 or claim 13 characterised in that hard-metal inserts (76, 77, 79) are provided at the tool bell inside wall (87) and/or the outside peripheral profile of the grinding tool head (11).

18. A tunnel boring system according to claims 2 and 10 characterised in that the discharge openings (17) which pass through the inside hollow shaft (25), when the inside hollow shaft is in the position of being completely withdrawn in the direction of the tool bell bottom portion (88), are disposed with the edges of their openings that are towards the annular space (91), beside the tool bell bottom portion and in opposite relationship to the conveyor nozzles (16), that the discharge openings (17) are distributed at uniform angular spacings on the periphery of the inside hollow shaft, and are inclined towards the interior (92) of the inside hollow shaft and in the direction of the boring machine tail end (84).

19. A tunnel boring system according to claim 3 characterised in that the rotary drive (37) for the tool bell (6), on the outside hollow shaft (27), includes a toothed ring (39) mounted at the drive end of the outside hollow shaft, and drive motors

(100) which are reversible in their direction of rotation and which are distributed in a star configuration around the periphery of the toothed ring and which are closely packed beside the toothed ring, and that the drive motors engage the toothed ring by way of pinions (40).

20. A tunnel boring system according to claim 19 characterised in that the drive motors (100) are provided in coupled relationship in the axial direction on both sides of the toothed ring (39) for a steplessly reversible tandem mode of operation.

21. A tunnel boring system according to claim 3 characterised in that the rotary drive (54) for the grinding tool (89) comprises a further toothed ring (47) which is carried on the inside hollow shaft (25) at the drive end thereof, and steplessly controllable drive motors (101) which are reversible in their direction of rotation and which are distributed in a star configuration around the periphery of said toothed ring and which are closely packed beside the toothed ring and which engage into the toothed ring by way of pinions (48), and that the displacement drive (62) comprises stroke movement cylinders (104) which are operative between the inside hollow shaft and the carrier housing and in that way displace the inside hollow shaft along a torque-resisting stroke-movement bar (61).

22. A tunnel boring system according to claim 2 characterised in that a rotary sealing housing (102) is provided between the drive end of the inside hollow shaft (25) and the flexible conduit (56) connected to said end.

## Revendications

1. Système de forage de tunnels pour l'avancement des tunnels par poussage de tubes, en particulier pour des tubes de tunnel de diamètre intérieur non praticable, au moyen d'une machine de forage de tunnel (80) principalement cylindrique, pouvant être poussée dans la terre selon son axe longitudinal médian (L), qui comporte à une extrémité frontale (81) de la machine de forage (81) un dispositif d'abattage (82) correspondant à la dimension de tube à poser, d'un tunnel et qui peut être amenée, à une extrémité arrière (84) de la machine de forage en liaison d'appui avec une face frontale d'une section de tube de tunnel (83) du tube de tunnel à faire avancer, la terre enlevée par le dispositif d'abattage étant évacuée avec adjonction d'eau au travers de la partie interne de la machine de forage et, au niveau de la section de tube du tunnel disposée sur son extrémité arrière, de la même manière au travers de sa partie intérieure, caractérisé en ce que le dispositif d'abattage (82) comporte un outil d'abattage en cloche (6) monté mobile en rotation coaxialement à l'axe longitudinal médian (L) de la machine de forage, outil en cloche dont l'extrémité de la zone d'ouverture (85) se situe à l'extrémité frontale (81)

de la machine de forage, que la section d'ouverture de l'outil en cloche correspond sensiblement à chaque section de tunnel à forer, que l'on dispose au niveau de l'extrémité (85) de la zone d'ouverture une couronne de coupe et de broyage (2), que partant de cette couronne de coupe et de broyage et dans une zone intérieure (86) de l'outil en cloche allant en diminuant en direction de l'extrémité arrière (84) de la machine de forage, au moins selon la plus grande partie d'une paroi interne (87) de l'outil en cloche sont disposés des outils d'avance et de fragmentation (1, 15), que de plus est prévu un outil de broyage (89) également monté coaxialement à l'axe longitudinal médian de la machine de forage et mobile à rotation et en translation par rapport à l'outil en forme de cloche, ledit outil de broyage ayant en coupe longitudinale un profil volume intérieur (86) de l'outil en forme de cloche et sortant vers la zone d'ouverture d'extrémité selon l'axe médian longitudinal en direction opposée à la section de fond (88) de l'outil en cloche, que entre la paroi intérieure de l'outil en cloche allant en diminuant (87) et une surface extérieure (90) de l'outil de broyage (89) est formé un espace annulaire (91) diminuant en direction de la section de fond (88) de l'outil en forme de cloche, que débouchant dans cet espace annulaire sont prévus des ajutages (16) servant à l'alimentation en eau sous pression et que l'espace annulaire est relié avec l'extrémité arrière (84) de la machine de forage par des conduites d'évacuation (17, 92) pour l'éloignement de la terre amenée dans le volume intérieur de l'outil en cloche et le cas échéant fragmentée dans l'espace annulaire.

2. Système de forage de tunnels selon la revendication 1, caractérisé en ce que la machine de forage de tunnel (80) est subdivisée en une section de commande (93) du côté de la tête et une section de poursuite (94) du côté de la queue et que la section de commande peut être déviée, selon l'axe longitudinal médian (L), de quelques degrés d'angle par rapport à la section de poursuite, que l'outil en cloche (6) du dispositif d'abattage (82) est monté sur la section de fond (88) dudit outil en cloche sur un arbre creux extérieur (27) logé mobile à rotation coaxialement à l'axe longitudinal médian dans et sur la section de queue (93), que sur l'arbre creux extérieur est prévu un entraînement en rotation (37) pour l'outil en cloche (6), que l'outil de broyage (89) faisant saillie dans le volume intérieur (86) de l'outil en forme de cloche présente à sa zone dirigée vers la zone d'ouverture (85) de la cloche une tête de broyage (11), qui est rapportée sur la face frontale d'un arbre creux intérieur (25) monté mobile à rotation et en translation axiale concentriquement dans l'arbre creux extérieur, que l'arbre creux intérieur fait saillie vers l'extérieur en direction de la section de poursuite (94) du côté de la queue au delà de l'extrémité de l'arbre creux extérieur, que sur cette zone en saillie de l'arbre creux intérieur (25) sont prévus des ensembles d'entraînement en rotation et en

translation (54, 62), que les ajutages d'alimentation (16) sont disposés sur la paroi interne (87) de l'outil en cloche et que les canalisations d'évacuation englobent des orifices d'évacuation (17) traversant la paroi de l'arbre creux intérieur (25), le volume interne (92) de l'arbre creux intérieur (25) et une conduite tubulaire flexible (56) reliée à la zone du côté queue de l'arbre creux intérieur.

3. Système de forage de tunnels, selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'arbre creux extérieur (27), son ensemble d'entraînement à rotation (37), l'arbre creux intérieur (25) de même que ses entraînements en rotation et en translation (54, 62) sont respectivement logés dans un boîtier support (95) entourant l'arbre creux extérieur, que ce boîtier support est fixé à la section de commande (93) disposée en tête et qu'il fait saillie vers l'intérieur de la section de poursuite (94) de queue, de manière telle que, lors de la déviation de la section de commande, il puisse se déplacer librement ensemble avec les structures qu'il supporte à l'intérieur de la section de poursuite et que dans la zone de liaison entre la section de commande et la section de poursuite sont disposés, dans l'espace intérieur, plusieurs vérins de commande (33), pouvant être actionnés indépendamment l'un de l'autre.

4. Système de forage de tunnels selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que la section de commande (93) présente une chemise de section de commande (10) enveloppant au moins une partie d'une paroi externe (96) de l'outil en cloche concentriquement à une certaine distance, que entre cette chemise et la paroi externe de l'outil en cloche est formé un espace annulaire (9) externe étanche aux liquides et résistant à la pression grâce à des joints (4, 5, 18) et que cet espace annulaire est relié par une pluralité de conduites (8, 99) traversant la paroi (87) de l'outil en cloche à des buses (16, 97) disposées sur la paroi intérieure (87) de l'outil en cloche et dirigées au moins partiellement dans l'espace annulaire intérieur (91).

5. Système de forage de tunnels selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'espace annulaire extérieur (9) est séparé par un segment de cuvelage (69) en deux chambres annulaires (70, 98), de manière telle que l'une des chambres annulaires (7) soit dirigée vers la section de fond (88) de l'outil en cloche et soit en liaison par une pluralité de buses d'alimentation (16) de section relativement grande, réparties le long de la paroi intérieure de l'outil en cloche, avec l'espace annulaire intérieur (91) et que la seconde chambre annulaire (98) soit dirigée vers la zone d'ouverture (85) de l'outil en cloche, et que de celle-ci des buses de pression (97) de section relativement petite sortent, réparties le long du périmètre ainsi que en direction de l'axe longitudinal médian (L), à des espaces différents le long de la paroi intérieure de l'outil en cloche et qu'elles sont dirigées vers la zone d'abattage

englobée par l'outil en cloche.

6. Système de forage de tunnels selon la revendication 5, caractérisé en ce que la chambre annulaire (70) dirigée du côté de la section de fond (88) de l'outil en cloche est reliée à une alimentation en eau à basse pression et que la chambre annulaire (98) dirigée du côté de la zone d'ouverture (85) est reliée à une alimentation en eau à haute pression.

7. Système de forage de tunnels selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que les buses d'alimentation et/ou de pression (16, 97) comportent des têtes de buses amovibles pour le réglage de la direction du jet.

8. Système de forage de tunnels selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que les buses d'alimentation et/ou de pression (16, 97) peuvent être fermées individuellement au moyen de bouchons (68).

9. Système de forage de tunnels selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que les buses de pression (97) sont alimentées par des conduites communes (3) et que les buses peuvent être fermées par des bouchons (68) de manière groupée, respectivement par secteur.

10. Système de forage de tunnels selon l'une des revendications 2 à 9, caractérisé en ce que l'outil en cloche (6) est rapporté sur l'arbre creux extérieur (27) et que la tête d'outil de broyage (11) est rapportée sur l'arbre creux intérieur (25) au moyen de vissages correspondants (13, 14), pouvant être montés et donc échangés par l'extrémité de tête (81) de la machine de forage de tunnels, que la surface extérieure (90) de la tête de l'outil de broyage (11) est profilée en coupe longitudinale selon un dôme, que l'outil de broyage (89), dans sa position complètement retirée en direction de la section de fond (88) de l'outil en cloche vient en saillie dans la zone interne (86) de l'outil en cloche avec sa tête sur environ 2/3 de la longueur de ladite zone interne et que, dans sa position coulissée, il vient en saillie au moins dans le plan dans lequel se trouve la couronne (2) de l'outil de coupe et de broyage.

11. Système de forage de tunnels selon la revendication 10, caractérisé en ce que la tête de l'outil de broyage (11) possède un profil de paroi extérieure excentrique par rapport à l'axe longitudinal médian (L) de l'arbre creux intérieur (25).

12. Système de forage de tunnels selon l'une des revendications 10 ou 11, caractérisé en ce que la paroi intérieure de l'outil en cloche (87) présente le même profil de paroi que à chaque fois le profil de la paroi externe de la tête d'outil de broyage (11).

13. Système de forage de tunnels selon la revendication 10 ou 11, caractérisé en ce que la paroi interne (87) de l'outil en cloche possède un profil de paroi différent du profil de paroi extérieure de la tête d'outil de broyage (11).

14. Système de forage de tunnels selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que la

paroi interne de l'outil en cloche (87) et/ou le profil de paroi externe de la tête d'outil de broyage (11) est munie d'une denture en lisière parallèle à l'axe.

5 15. Système de forage de tunnels selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que la paroi interne de l'outil en cloche (87) et/ou le profil de paroi externe de la tête d'outil de broyage (11) est munie d'une denture en lisière hélicoïdale avec pas à droite ou à gauche.

10 16. Système de forage de tunnels selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que la paroi interne de l'outil en cloche (87) et/ou le profil de paroi externe de la tête d'outil de broyage (11) est munie sur chaque surface périphérique d'une denture en boutons (71, 75).

15 17. Système de forage de tunnels selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que la paroi interne de l'outil en cloche (87) et/ou le profil de paroi externe de la tête d'outil de broyage (11) est munie d'inserts en métal dur (76, 77, 79).

20 18. Système de forage de tunnels selon l'une des revendications 2 et 10, caractérisé en ce que les ouvertures d'évacuation (17) qui traversent l'arbre creux intérieur (25) sont prévues pour que, en position totalement retirée de l'arbre creux intérieur en direction de la section de fond d'outil en cloche (88), leurs bords d'ouverture dirigés vers l'espace annulaire (91) soient disposés en vis à vis à côté de la section de fond de l'outil en cloche ainsi que des buses d'alimentation (16), que les ouvertures d'évacuation (17) sont réparties avec un décalage angulaire régulier sur la périphérie de l'arbre creux intérieur et qu'elles sont inclinées vers l'espace intérieur (92) de l'arbre creux intérieur ainsi que en direction de la partie de queue (84) de la machine de forage.

30 19. Système de forage de tunnel selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'entraînement en rotation (37) de l'outil en cloche (6) sur l'arbre creux extérieur (27) comprend une couronne dentée (39) rapportée à l'extrémité de l'arbre creux extérieur du côté de l'entraînement et des moteurs d'entraînement (100) disposés en étoile sur la périphérie de la couronne dentée, concentrés à proximité de la couronne dentée, à sens de rotation inversables, et que les moteurs d'entraînement viennent en prise sur la couronne dentée par des pignons (40).

40 20. Système de forage de tunnels selon la revendication 19, caractérisé en ce que les moteurs d'entraînement (100) sont prévus couplés en direction axiale des deux côtés de la couronne dentée (39) pour un fonctionnement en tandem réversible progressif.

45 21. Système de forage de tunnels selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'ensemble d'entraînement (54) pour l'outil de broyage (89) comprend une autre couronne dentée (47) disposée sur l'arbre creux intérieur (25) du côté de son extrémité d'entraînement et des moteurs d'entraînement (101), disposés en étoile sur la périphérie de cette couronne dentée, concentrés à proximité de la couronne dentée, venant en



prise avec celle-ci de manière progressive et réglable par des pignons (48), lesdits moteurs étant réversibles, et que l'ensemble de translation (62) présente des vérins hydrauliques (104) qui agissent entre l'arbre creux intérieur et le bâti support et qui désaxent ce faisant l'arbre creux intérieur le long d'un rail de levage (61) supportant un moment de rotation.

5

22. Système de forage de tunnels selon la revendication 2, caractérisé en ce que entre l'extrémité côté entraînement de l'arbre creux intérieur (25) et la conduite souple (58) reliée à cette extrémité est prévu un boîtier (102) d'étanchéité à la rotation.

10

15

20

25

30

35

40

45

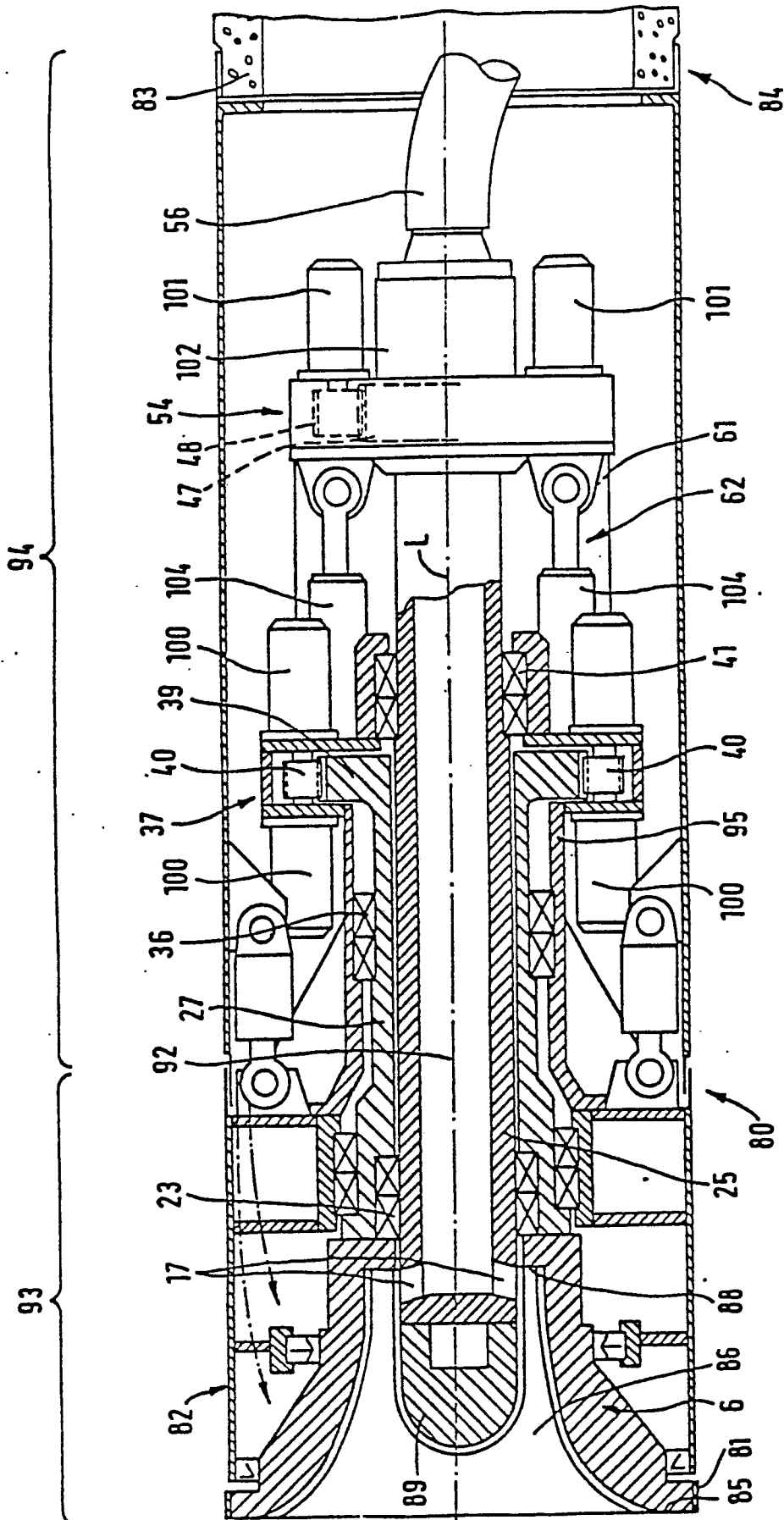
50

55

60

65

16



**FIG. 2**

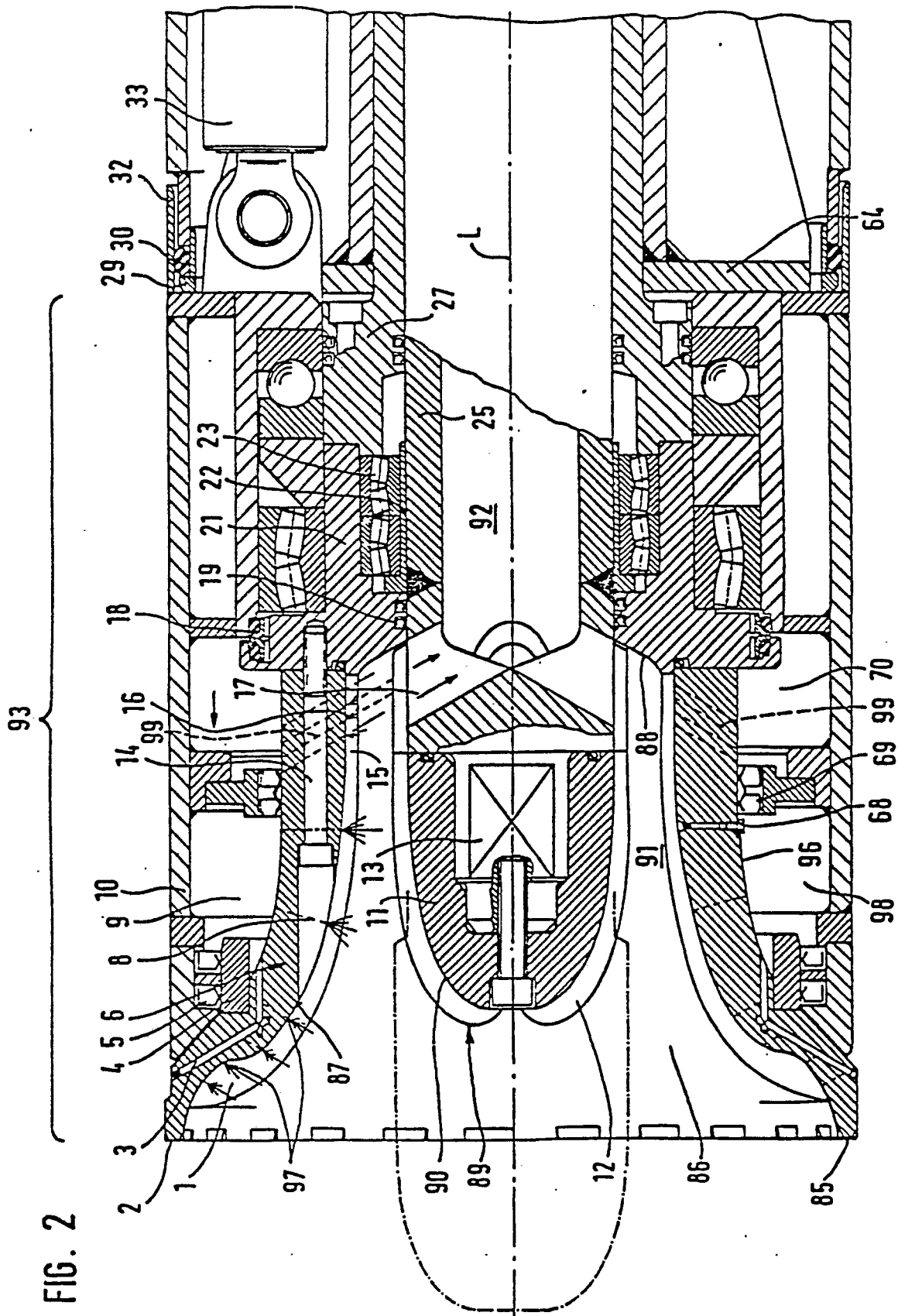


FIG. 3

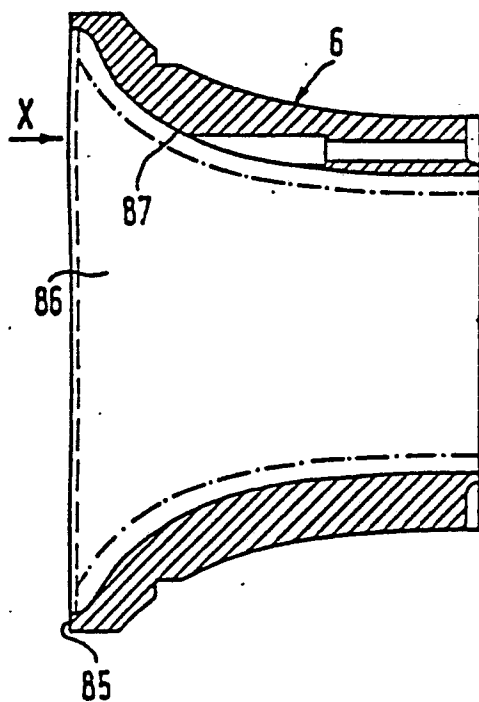


FIG. 4

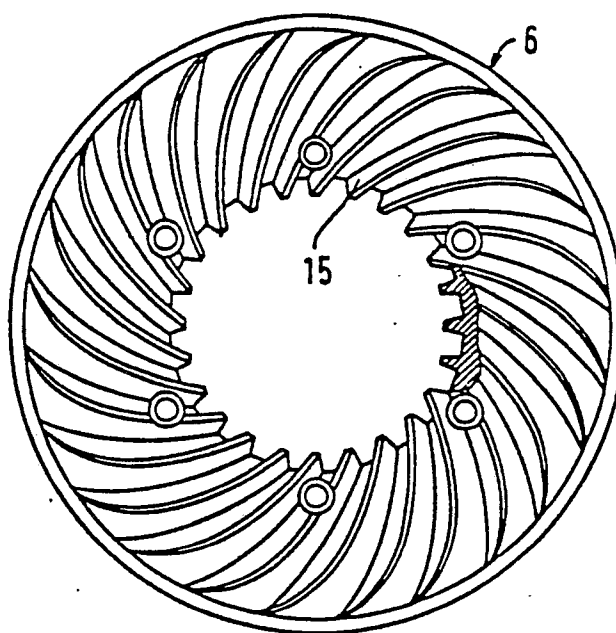


FIG. 5

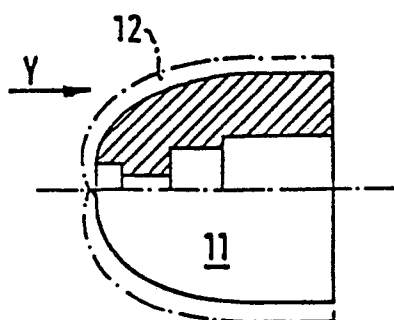


FIG. 6

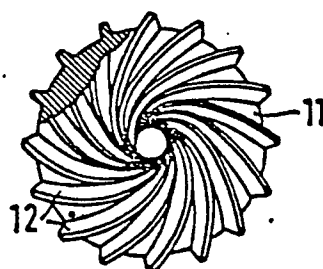


FIG. 7

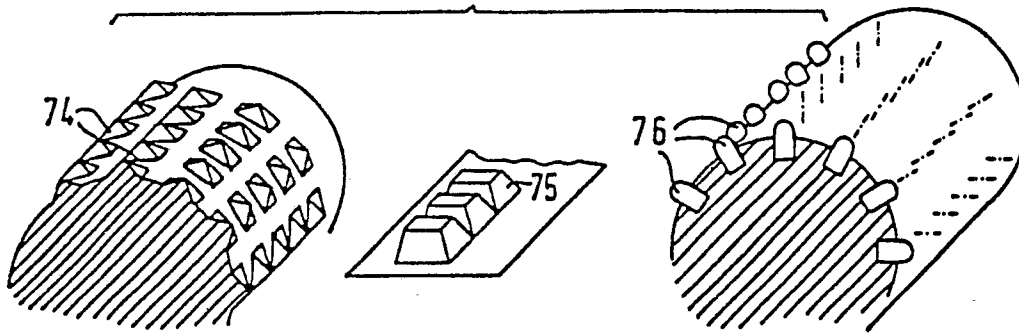


FIG. 8

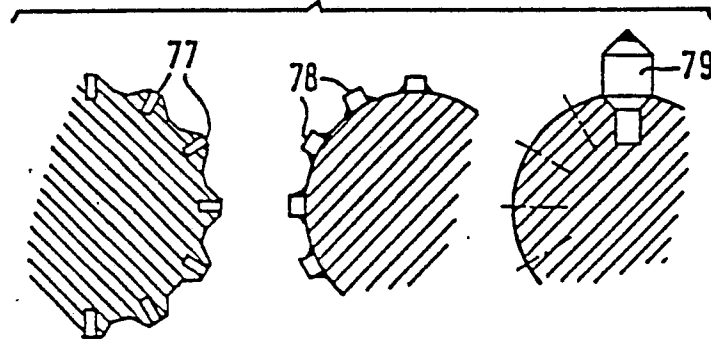


FIG. 9

