

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

**0 146 918**  
**A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: 84115807.4

51

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

22

Anmeldetag: 19.12.84

30

Priorität: 23.12.83 CH 6914/83

71

Anmelder: 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)

84

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

72

Erfinder: Wagner, Thomas, Dipl.-Ing.  
Hauptstrasse 22  
D-7631 Meissenheim(DE)

74

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

54

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

57

Die vorgeschlagene Tunnelbohrmaschine (80) ist mit einer Abbaueinrichtung (82) versehen, die eine koaxial zur Längsmittelachse (L) drehbar gelagerte Werkzeugglocke (6) aufweist. Konzentrisch zu dieser Werkzeugglocke ist ein vom Werkzeugglocken-Bodenabschnitt (88) in den Innenbereich der Werkzeugglocke hineinragendes Mahlwerkzeug (89) vorgesehen, welches zur Werkzeugglocke relative dreh- und axialverschiebbar ist. Die Werkzeugglocke ist an ihrem Öffnungsrand (85) und an ihrer Innenwand (87) mit geeigneten Werkzeugen besetzt, um den Tunnelquerschnitt aus dem Erdreich herauszuschneiden und das abzufördernde Material in den Innenbereich (86) der Glocke hineinzutransportieren. Dort gelangt das Material zwischen die Glockeninnenwand und die Außenmantelfläche (90) des Mahlwerkzeugs (89) und wird dort unter gleichzeitiger Weiterförderung zerkleinert bzw. zermahlen. In der Nähe des Bodenabschnitts (88) der Werkzeugglocke (6) sind Austragöffnungen (17) vorgesehen, welche den Glockeninnenbereich mit dem Innenraum (92) einer Hohlwelle (25) verbinden. Durch die Glockenwandung hindurch wird Spülwasser zum Bereich der Austragöffnungen (17) zugeführt, welche den Abtransport des Materials durch den Innenraum (92) hindurch und eine sich an das Ende der Innenhohlwelle anschließende biegsame Rohrleitung (56) bewirken. Im abbauseitigen Bereich der Werkzeugglocke sind eine Vielzahl mit einer Hochdruck-Wassereinspeisung verbundene Druckdüsen (97) vorgese-

hen. Durch Relativdrehung und Verschiebung zwischen Mahlwerkzeug (89) und Werkzeugglocke (6) kann der Glockeninnenraum für unterschiedliche Zerkleinerungsvorgänge nutzbar gemacht werden.

Die Tunnelbohrmaschine (80) dient zum Bohren von Tunneln für Tunnelrohre nicht mehr begehbaren Durchmessers und ist in der Lage, aufgrund ihrer kombinierten Abbau- und Mahl- bzw. Zerkleinerungsfunktion, auch unerwartet auftauchende Hindernisse beim Tunnelvortrieb zu durchdringen bzw. durch Zerkleinern zu beseitigen.

EP 0 146 918 A1

/...

5                   Tunnelbohrsystem zum Auffahren von  
                  Tunneln mittels Rohrvorpressung

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, 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 Kreiselpumpen 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 Hin-

dernisse 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.

5

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 Bodenbe-  
10 schaffenheit den Werkzeugsatz am Abbauwerkzeug sowie am Abfördersystem nach einer kurzen Einsatzdauer verklebt, so daß auch in dieser Hinsicht keine zufriedenstellenden Resultate erwartet werden können.

15

Für das Bohren von Tunneln durch weiche Böden und Kies mit geringem Anteil an grobkörnigem Gestein werden auch mit Förderschnecken arbeitende Tunnelbohrmaschinen eingesetzt. Dabei rotiert eine Förderschnecke in einem Bohrmaschinengehäuse oder einem -trog. reibt mit meist  
20 gepanzerten Schneiden am vordersten Schneckengang 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 be-  
25 schränkt, da die Bohrlänge im wesentlichen nur der Schneckenlänge entsprechen kann.

Ferner ist ein Tunnelbohrgerät bekannt, bei dem im Abbaubereich keinerlei rotierende Teile vorgesehen sind,  
30 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. Ersichtlicherweise ist ein

derartiges Bohrsystem nur für Böden einer ganz bestimmten Zusammensetzung aus leicht abspülbarem Material einsetzbar, jedenfalls nicht bei Böden mit unregelmäßig großem Gestein.

5

Die bislang im einleitend umrissenen Anwendungsrahmen zum Einsatz gekommenen Tunnelbohrsysteme besitzen mehr oder weniger kräftig ausgebildete Abbauwerkzeuge am Bohrmaschinen-Kopfende und können durch Abschaben, Ab-

10 schneiden 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 un-

15 terbinden, 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

20 der Vortrieb fortgesetzt. Bei Tunnelbohrsystemen der eingangs genannten Art für Tunnelrohre nicht-begehbaren Innendurchmessers ist dies ersichtlicherweise nicht möglich.

25 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

30 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

35 Patentanspruch 1 gekennzeichneten Merkmalen und geschil-

derten 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  
5 Krone wird das abzubauende 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  
10 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  
15 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  
20 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-  
25 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  
30 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.

35 Nach der Erfindung sind die Werkzeugglocke und das Mahlwerkzeug relativ zueinander drehbar gelagert, so daß Gesteins- und Geröllbestand-

teile unterschiedlichster Art durch jeweils geeignete Bedienung der Zerkleinerungswerkzeuge verarbeitet werden können. Da nach der Erfindung das Mahlwerkzeug auch noch bezüglich der Werkzeugglocke relativ längsverschieb-  
5 bar 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 erfindungs-  
10 gemäße 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  
15 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  
25 erfindungsgemäße Tunnelbohrmaschine universell einsetzbar, was durch die folgende Beschreibung noch eingehend belegt wird.

30 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 vor-  
5 teilhaften 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 Dreh-  
10 antrieb 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 re-  
15 lativ 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 ex-  
20 zentrisch zur Längsmittelachse versetzten Werkzeugen versehen sein, welche außer der Mahlwirkung noch eine Brech- oder Vorbrechwirkung innerhalb der Werkzeugglocke ermöglichen. Da die Innenhohlwelle konzentrisch in der Außenhohlwelle relativ dreh- und axialverschieblich  
25 über entsprechende Lageranordnungen geführt ist, ergibt sich eine äußerst kompakte Baugruppe dieser beiden, insbesondere unter rauhen Abbaubedingungen hoch beanspruchten Teile. Damit die Dreh- und Verschiebeantriebe für die Innenhohlwelle trotz der engen Innenraumverhältnisse der  
30 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 Drehdichtungsgewölbe, eine biegsame Rohrleitung zum Weitertransport und Abfordern des Materials durch den Innenraum der sich gegebenenfalls an die Maschine anschließenden Tunnelrohrabschnitte hindurch angeschlossen.

15

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.

5 Dies soll ein Beispiel erläutert: 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 Hohl-  
10 welle 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  
15 des Nachlaufabschnitts zur Verfügung stehende Platz kann somit beispielsweise durch die Unterbringung leistungsfähiger Antriebsaggregate genutzt werden, wie bei der Erfindung geschehen.

20 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  
25 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 lehm-  
haltigem Erdreich kann es vorkommen, daß an der Innenwand  
30 der Werkzeugglocke das Material festklebt, wodurch die Förderwirkung der werkzeugbesetzten Oberflächen verschlechtert werden würde. Bei der erfindungsgemäßen Werkzeugglocke sind in der dem Glockenöffnungs-Randbe-

reich 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  
5 äußeren Ringraum in Verbindung und bewirken bei entsprechendem Wasserdruck ein ständiges bzw. rasches Abspülen sämtlicher werkzeugbesetzter Oberflächen innerhalb der Glocke. Einige dem Glocken-Öffnungsrandbereich unmittelbar benachbarte Düsenreihen können zusätzlich den Abraum-  
10 vorgang 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  
15 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.  
20 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  
25 in die andere Kammer die Kanäle der zur Förderung dienenden Düsen einmünden.

Ferner ist es bei der erfindungsgemäßen Tunnelbohrmaschine im Hinblick auf universelle Einsatzmöglichkeiten  
30 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 Werk-

zeuelemente 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 Tunnelbohr-  
5 maschine 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  
10 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 Mahl-  
15 werkzeugkopf 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  
20 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 blei-  
25 ben. Eine derartige Versetzung der Austragöffnungen bezüglich der Abförderdüsen übt jedoch keine die Abfördermenge einschränkende nachteilige Wirkung aus, da bei in die Ortsbrust gepreßter Werkzeugglocke und vorgeschobenem Mahlwerkzeug im inneren Ringraum der Werkzeugglocke  
30 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  
5 Austragöffnungen direkt von den Abförderdüsen gespült wird.

Das erfindungsgemäße Tunnelbohrsystem ermöglicht ein Tunnelbohren bei erhöhter Vortriebsgeschwindigkeit  
10 über Tunnellängen, welche mit bisherigen Bohrmaschinen nicht aufgeföhren 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,  
15 lassen sich nach einer Anzahl von Tunnelrohrabschnitten Zwischenpreßstationen vorsehen, welche im Zusammenspiel mit der Hauptpreßstation die jeweiligen Tunnelrohrabschnitte vorpressen.

20 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:

25

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

Fig. 2 eine vergrößerte Detailansicht des vorderen  
30 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,

5

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

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

Fig. 8 Querschnittdarstellungen von unterschiedlichen Umfangsprofilen von Mahlwerkzeugköpfen mit in  
15 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.  
20

Die in Fig. 1 gezeigte Tunnelbohrmaschine 80 trägt an ihrem Bohrmaschinen-Kopfende 81 eine Abbau-Werkzeugglocke 6 der Abbaueinrichtung 82, die in das abzufördern-  
25 de 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 Ab-  
30 baueinrichtung 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 Werkzeug-

glocken-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  
5 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 Bohrmaschinen-  
10 schwanzende 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-Längs-  
15 mittelachse 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  
20 linksdrehend antreibt.

Die Innenhohlwelle 25 ist konzentrisch in der Außenhohlwelle 27 gelagert und geführt und besitzt an ihrem der Werkzeugglocke 6 zugewandten Ende ein  
25 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  
30 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 5 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 10 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 15 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 Nach- 20 laufabschnitt 94. In Fig. 2 ist dargestellt, wie die beiden Abschnitte mit einander überlappenden Umfangsrändern 29, 32 und einem zwischengefügten Dichtring 30 ineinandergreifen. Diese aus den Umfangsrändern und dem Dichtring bestehende Anordnung dient in erster 25 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 30 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 ersicht-

lich, 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 Ausfühungsform 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 Überschchnitt, 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 verlau-

fen 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, wie der 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 rotations-symmetrischer 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. Vorbrecherwirkung 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 Bohrschienenkopfe 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 Abfördern 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 5 91 befindliche Fördergut in den Innenraum 92 der Innenhohwelle 25 hinein, von wo es durch die schwanzendseitig vorgesehene biegsame Rohrleitung 56 abtransportiert wird. Beim abgebildeten Ausführungsbeispiel sind über den Umfang der Innenhohwelle gleichmäßig verteilt vier Aus- 10 tragöffnungen 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 Steuerab- 15 schnitts 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 Abdicht- 20 mittel 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 25 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 Kam- 30 mer 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 stehen-

des 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 Kopfende 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 nicht-  
5 begehbaren Innendurchmessers mit einer im wesentlichen zylinderförmigen, in Richtung ihrer Längsmittelachse (L) in das Erdreich preßbaren Tunnelbohrmaschine (80), die an einem Bohrmaschinen-Kopfende (81) eine der zu verlegenden Rohrgröße eines Tunnelrohrs entsprechende  
10 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  
15 Wasser durch das Innere der Bohrmaschine und, bei an ihr Schwanzende angesetztem Tunnelrohrabschnitt, ebenfalls durch dessen Innenraum hindurch abgefördert wird, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Abbaueinrichtung (82) eine koaxial zur Bohrmaschinen-Längsmittelachse (L) drehbar gelagerte Abbau-Werkzeugglocke  
20 (6) aufweist, deren Glockenöffnungs-Randbereich (85) am Bohrmaschinen-Kopfende (81) liegt, daß die Öffnungsweite der Werkzeugglocke in etwa dem jeweils zu bohrenden Tunnelquerschnitt entspricht, daß am Glockenöffnungs-  
25 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  
30 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  
5 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,  
10 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 Druckwasser-  
15 einspeisung 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  
20 im Ringraum gegebenenfalls zerkleinerten Erdreichs in Verbindung steht.

2. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Tunnelbohrmaschine (80) in einen  
25 kopfendseitigen 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 Ab-  
30 baueinrichtung (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  
35 (6) vorgesehen ist, daß das in den Werkzeugglocken-Innenbereich (86) hineinragende Mahl-

werkzeug (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 Steuerabschnitt-  
5 mantel (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  
10 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 Ring-  
15 segment (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  
20 (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  
25 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.

30

6. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Werkzeugglocken-Bodenabschnitt (88) zugewandte Ringraumkammer (70) mit einer Niederdruck-Wassereinspeisung und die dem Glockenöffnungs-  
35 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  $\frac{2}{3}$  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.

5

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).

10

13. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkzeugglocken-Innenwand (87) ein vom Außenmantelprofil des Mahlwerkzeugkopfes (11) unterschiedenes Wandprofil besitzt.

15

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.

20

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.

25

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 .

30

17. Tunnelbohrsystem nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß an der Werkzeugglocken-Innenwand (87) und/oder dem Außenmantelprofil des Mahlwerkzeugkopfs (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) 10 Hubzylinder (104) aufweist, die zwischen der Innenhohlwelle und dem Traggehäuse wirksam sind und dabei die Innenhohlwelle entlang einer drehmomentabstützenden Hubschiene (61) verlagern.

15 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 Drehdichtungsgewölbe (102) vorgesehen ist.

1/4

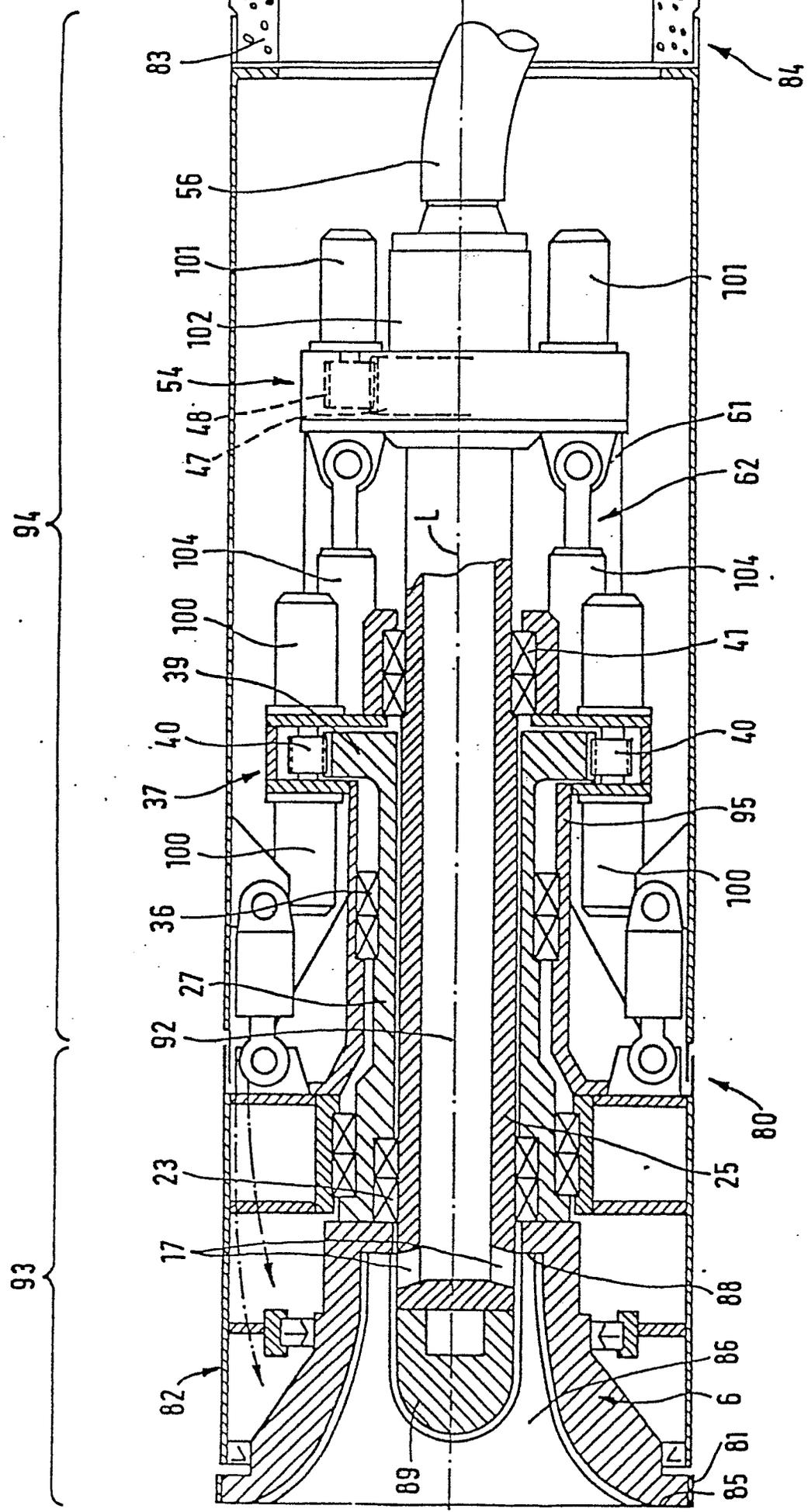
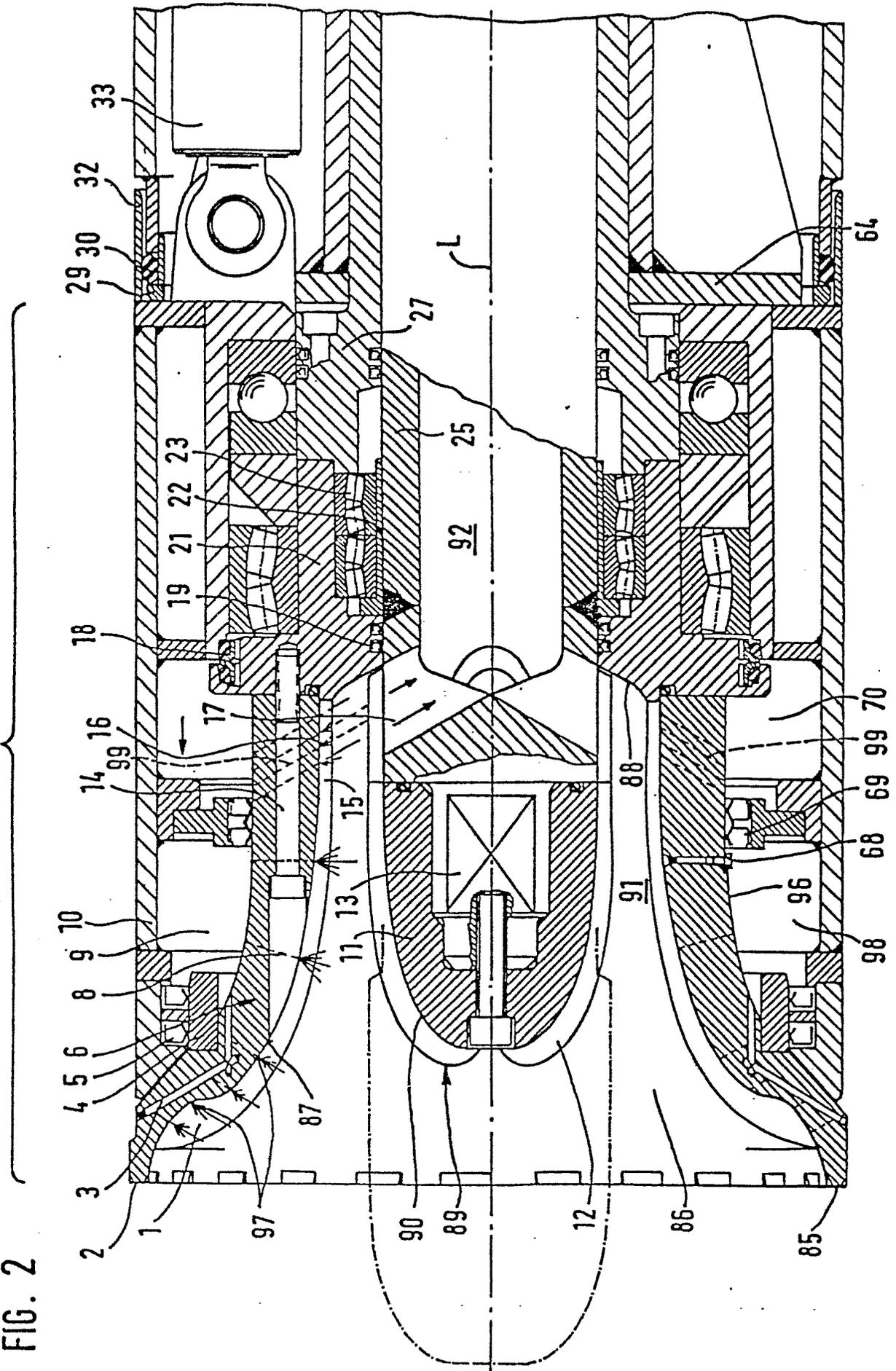


FIG. 1

29/4

0146918

FIG. 2



5/4

0146918

FIG. 3

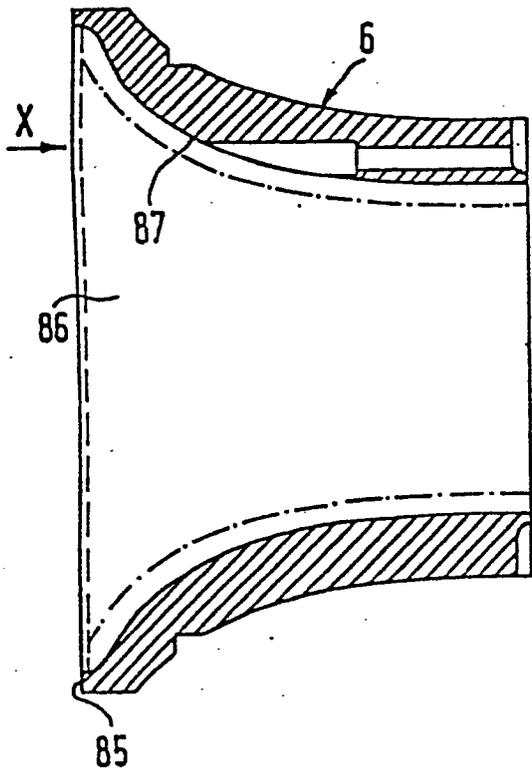


FIG. 4

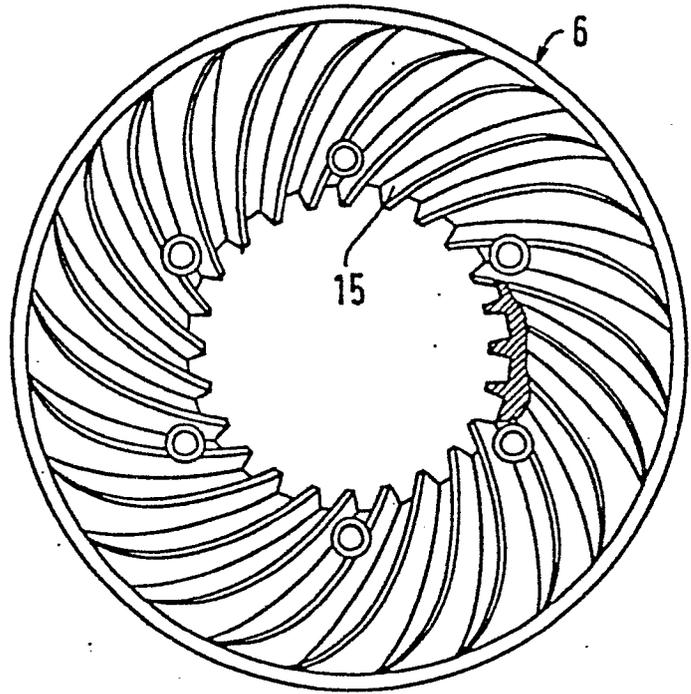


FIG. 5

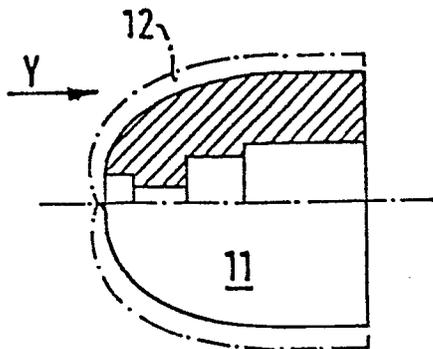
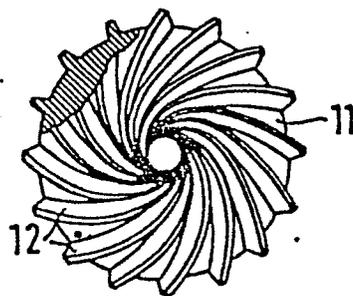


FIG. 6



4/4

0146918

FIG. 7

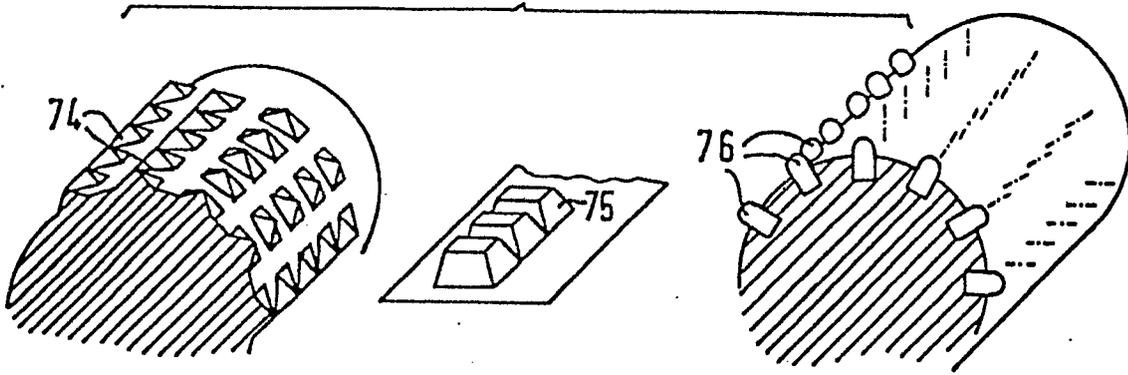


FIG. 8

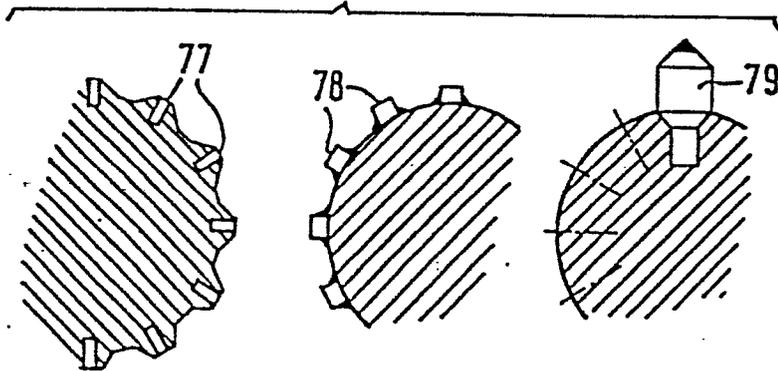


FIG. 9

