



(10) **DE 10 2014 104 208 A1** 2015.10.01

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 104 208.5**

(22) Anmeldetag: **26.03.2014**

(43) Offenlegungstag: **01.10.2015**

(51) Int Cl.: **E21D 9/11 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Werner Möbius Engineering GmbH, 22549  
Hamburg, DE**

(72) Erfinder:

**Möbius, Werner, Dipl.-Ing., 22559 Hamburg, DE**

(74) Vertreter:

**Hauck Patentanwaltpartnerschaft mbB, 20355  
Hamburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

|           |                   |           |
|-----------|-------------------|-----------|
| <b>DE</b> | <b>197 00 297</b> | <b>C2</b> |
| <b>DE</b> | <b>197 52 718</b> | <b>C1</b> |
| <b>DE</b> | <b>37 43 023</b>  | <b>A1</b> |

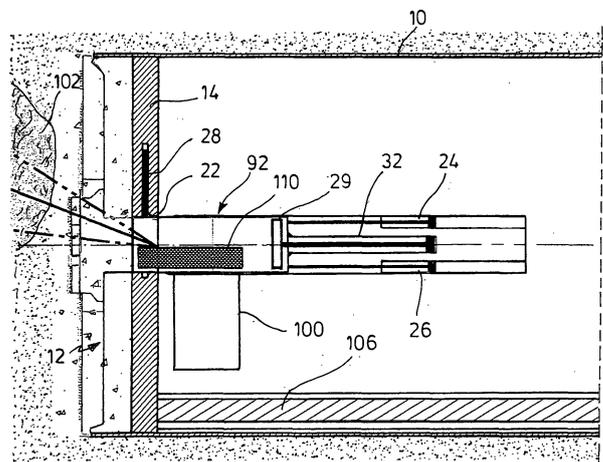
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Abbau von Bodenmaterial und zum Fördern von Bodenmaterial hinter die Druckwand einer SVM**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Abbau von Bodenmaterial mit Hilfe einer Schneidvorrichtung und zum Fördern von abgebautem Bodenmaterial hinter die Druckwand einer SVM mittels einer Fördervorrichtung, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- das Bodenmaterial wird in Schollen oder groben Stücken aus der Ortsbrust abgebaut bzw. gelöst und in den Abbauraum zwischen Schneidvorrichtung und Druckwand umgelagert,
- das Material wird mittels mindestens eines Rohrförderers vom Druckraum hinter die Druckwand gefördert, wobei das Rohr des Rohrförderers zur Befüllung parallel zur Achse der SVM bewegt wird in eine von einem Schieber verschließbare Öffnung in der Druckwand hinein oder durch diese hindurch und nach Befüllung hinter die Druckwand zurückbewegt wird,
- mittels eines Kolbens im Rohr wird das vom Rohr aufgenommene Bodenmaterial über eine seitliche Öffnung in einer Rohrführung ausgeschoben und
- das ausgeschobene Material fällt auf eine Endlosfördevorrichtung unterhalb der seitlichen Öffnung.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Abbau von Bodenmaterial und zum Fördern von Bodenmaterial hinter die Druckwand einer SVM nach Patentanspruch 1.

**[0002]** Die Erfindung bezieht sich außerdem auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 5.

**[0003]** Es ist bekannt, für die Herstellung eines Tunnels eine Schildvortriebsmaschine (SVM) einzusetzen. Eine SVM weist ein längliches rohrförmiges Gehäuse mit kreisrundem Querschnitt auf, bei dem am vorderen Ende ein Schneidrad drehbar gelagert ist, das einen entsprechenden bzw. etwas größeren Außendurchmesser als das Gehäuse aufweist. Innerhalb des Gehäuses befindet sich der Antrieb für das Schneidrad und eine hydraulische Vortriebsvorrichtung bestehend aus einer Vielzahl hydraulischer Vortriebspresen, die sich an der bereits hergestellten Tunnelwandung abstützen und damit den Vortrieb der SVM ermöglichen. Die Tunnelwandung wird innerhalb der SVM fortlaufend aus z.B. 2 m breiten Tunnelsegmenten (sog. Tübbingen) aufgebaut. Je nach Größe des aufzufahrenden Tunnels kann der Durchmesser der SVM beträchtlich sein, z.B. 18 m. Die vierte Elbtunnelröhre hat einen Durchmesser von ca. 15 m. Auch die Länge einer derartigen Maschine ist beträchtlich, z.B. 100 m oder mehr. Der Typ des Schneidrades richtet sich nach dem zu lösenden Bodenmaterial, insbesondere ob Steine oder Blöcke zu erwarten sind. So gibt es typische Schneidräder für bindige Böden, für rollige Böden oder für Felsgestein. Falls mit Steinen oder Blöcken zu rechnen ist, werden die Schneidräder mit Vorrichtungen versehen, mit denen diese zerkleinert werden. Ist der Tunnel im Grundwasserbereich herzustellen, wird je nach Kornzusammensetzung des Bodenmaterials eine SVM mit Flüssigkeitsstützung (Hydroschild) oder mit Erddruckstützung (Erdruckschild) eingesetzt.

**[0004]** Im ersten Fall wird der vom Schneidrad gelöste Boden mit Additiven wie Wasser, Bentonit, Polymeren, Tensiden o.ä. Konditionierungsmitteln in einen breiig-flüssigen Zustand versetzt, damit das Material durch Pumpen angesaugt und abgefördert werden kann. Der Bodenbrei bildet zugleich eine filterstabile Membran an der Ortsbrust, den sogenannten Filterkuchen, der zur Stützung der Ortsbrust benötigt wird. Das Volumen der abgetragenen Bodenmengen vergrößert sich durch den Lösevorgang des Schneidrades, dem Vermischen des Bodens mit dem anstehenden Porenwasser und insbesondere durch den Zusatz von Additiven wie Wasser, Bentonit, Polymeren o.ä. Konditionierungsmitteln, um das 5- bis 10-fache. Der Aufwand für dieses Vortriebsverfahren wird noch erhöht durch die erforderlichen Separierungsanlagen zur Entwässerung des Bodens und zur

Rückgewinnung der Additive. Auch der Transport und die Deponierung des geförderten ggf. belasteten Materials sind aufwendig.

**[0005]** Bei Erddruckschilden wird der Boden an der Ortsbrust wiederum mit einem Schneidrad gelöst und in die Abbaukammer, dem Zwischenraum zwischen Schneidrad und Druckwand, gefördert. Der Boden wird mit Hilfe eines Schneckenförderers abgefördert, wozu das Bodenmaterial breiig, bzw. steif/breiig und möglichst kleinstückig beschaffen sein muss, damit sich ein dichtender Erdpfropfen im Schneckenförderer bildet. Der Zusatz von Additiven ist begrenzt, da für die Abförderung keine flüssig-breiige Konsistenz erforderlich ist. Die Volumenzunahme des abgebauten Bodens aus dem Zusatz der Additive und der durch den Lösevorgang bedingten Auflockerung beträgt maximal das Fünffache des Ausgangsvolumens. Die Förderschnecke fördert den Boden auf ein Förderband oder einen ähnlichen kontinuierlichen Förderer. Steine, die für den Schneckenförderer zu groß sind, werden in der Abbaukammer mitgeführt und müssen bei Stillstand der Schildvortriebsmaschine aufwendig einzeln geborgen oder zerkleinert werden. Die Förderschnecke fördert das Material auf ein Förderband oder auf einen ähnlichen kontinuierlichen Förderer innerhalb der SVM. Das Auftreten größerer Steine führt zu einer Unterbrechung des Vortriebs, weil diese häufig außerhalb der SVM zerkleinert werden müssen.

**[0006]** Es ist auch bekannt, statt eines einzelnen Schneidrads mehrere, ggf. mit kleineren Durchmessern, zu verwenden, etwa um einen von der Kreisform abweichenden Querschnitt des Tunnels zu erzeugen. Außerdem kann so die Einwirkung eines Drehmoments auf die SVM vermieden werden, was sonst bei einem einzigen großen Schneidrad der Fall ist.

**[0007]** Der oben angesprochene Schneckenförderer kann nur Steine mit einer geringen Kantenlänge aufnehmen und fördern. Beim Pumpverfahren (Hydroschild) ist dies ähnlich. Deswegen wird hier in der Regel ein Brecher angeordnet bzw. vorgeschaltet, so dass größere Steine bis zu einem Durchmesser von 1,0 m aufgenommen werden können.

**[0008]** Größere Steine und Blöcke im Boden müssen durch entsprechende Werkzeuge am Schneidrad, wie zum Beispiel Disken-Meißel, zerspant und so in die Abbaukammer gefördert werden. Werden größere Steine aus dem Bodenverband herausgebrochen, können sie in der Regel nicht mehr von dem Schneidrad bzw. von den Diskenmeißeln zerkleinert werden. Die größeren Steine gelangen meist in den unteren Bereich des Zwischenraumes zwischen Rückseite des Schneidrades und Druckwand der SVM. Diese größeren Steine können durch Brecher zerkleinert werden oder müssen über Öffnungen

in der Druckwand bei Luftüberdruck in der Abbaukammer aufwendig zerkleinert werden. Dies führt zu erheblichen Behinderungen und Verzögerungen im Bauablauf. Große Steine, Blöcke und Quader müssen mit den Schneidwerkzeugen des Schneidrades zerkleinert bzw. zerteilt werden.

**[0009]** Es ist auch bekannt, zur Förderung des Bodens eine Art Betonpumpe zu verwenden. Dafür muss der Boden konditioniert und in einen breiigen, fließfähigen Zustand gebracht werden. Außerdem können damit keine größeren Steine transportiert werden.

**[0010]** In der DE 10 2013 010 769.5 wird vorgeschlagen, Bodenmaterial aus dem Abbaubereich vor der Druckwand einer SVM mit Hilfe eines sogenannten Rohrförderers hinter die Druckwand zu fördern. Auch in der DE 10 2013 014 837.5 wird ein Rohrförderer für eine SVM vorgeschlagen, wobei das vom Rohrförderer aufgenommene Bodenmaterial mit Hilfe eines Kolbens ausgeschoben wird. Das Rohr weist hierbei einen Abstand zur Druckwand auf, der es möglich macht, den Boden zu entnehmen. Ein Rohrfördersystem hat gegenüber den bisher bekannten Fördersystemen erhebliche Vorteile. Es kann darauf verzichtet werden, den abzufördernden Boden weitgehend zu zerkleinern und aufzulockern. Damit kann die Wasseraufnahme und Volumenzunahme, die insbesondere bei bindigen Böden erheblich ist, vermieden bzw. begrenzt und somit auch der Aufwand für Förderung, Entwässerung, Abtransport und Deponierung des Bodens minimiert werden. Insbesondere können größere Steine ohne weiteres aus dem Abbaubereich hinter die Druckwand gefördert werden. Der Förderzylinder, von dem vorzugsweise mehrere vorzusehen sind, hat z.B. einen Durchmesser von 1,5 m bis 2 m. Dadurch können auch große Steine hinter die Druckwand gefördert werden.

**[0011]** Bei einer konventionellen SVM wird, wie oben bereits ausgeführt, ein großes Schneidrad eingesetzt, wobei der Vorschub der SVM lediglich zentimeterweise stattfindet. Steine, Brocken und Felsstücke werden dabei mit einem erheblichen Aufwand an Reiß- und Schneideinrichtungen zu kleinen Stücken (kleinteilig) zerkleinert, was beträchtlichen Verschleiß und Energieaufwand bedeutet sowie eine Behinderung beim Vorschub.

**[0012]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Abbau von Bodenmaterial mit Hilfe einer Schneidvorrichtung und zum Fördern von abgebautem Bodenmaterial hinter die Druckwand einer SVM zu schaffen, bei dem die Vorteile eines Rohrfördersystems genutzt werden. Ferner ist Aufgabe der Erfindung, Vorrichtungen zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zu schaffen.

**[0013]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird das Bodenmaterial mit Hilfe einer Schneidvorrichtung, etwa einem Schneidarmrotor, in Schollen oder groben Stücken aus der Ortsbrust gelöst und in den Abbaubereich zwischen Schneidvorrichtung und Druckwand umgelagert. Das Material wird dann mittels mindestens eines Rohrförderers vom Abbaubereich hinter die Druckwand gefördert. Das Rohr bzw. der Rohrzylinder des Rohrförderers wird zur Befüllung parallel zur Achse der SVM bewegt bis zur von einem Schieber verschließbaren Öffnung in der Druckwand in diese hinein oder durch diese hindurch und nach Befüllung hinter die Druckwand zurückbewegt. Mittels eines Kolbens im Rohr wird das aufgenommene Material über eine untere bzw. seitliche Öffnung ausgeschoben, die in der Rohrführung ausgebildet ist. Das ausgeschobene Material fällt auf eine darunter angeordnete Endlosfördervorrichtung, z.B. auf einen im Bergbau bekannten Panzerkettenförderer.

**[0014]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann darauf verzichtet werden, den abzufördernden Boden weitgehend zu zerkleinern und aufzulockern. Damit kann die Wasseraufnahme und Volumenzunahme, die insbesondere bei bindigen Böden erheblich ist, vermieden bzw. begrenzt werden sowie auch der Aufwand für Förderung, Entwässerung, Abtransport und Deponierung des Bodens. Mit den bisher üblichen Verfahren war dies nicht möglich. Während beim bisherigen Schneidradssystem von SVMs der Abbau zwangsläufig nur zentimeterweise vorstatten geht, wobei der anstehende Boden entsprechend weitgehend zerspannt, zerkleinert und aufgelockert wird, wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren das Material in großen Stücken aus der Ortsbrust gelöst. Größere Steine, die sonst zerspannt werden müssen, können umgelagert werden, ohne dass eine Zerkleinerung notwendig ist, da diese von dem Rohrfördersystem ohne weiteres hinter die Druckwand gefördert werden. Große Steine, Blöcke oder Quader, die nicht umgelagert werden können, können in große Stücke zerteilt und mit dem Rohrförderer aufgenommen werden. Eine weitgehende Zerkleinerung kann somit vermieden und ein erheblicher Aufwand für Energie und Verschleiß erspart werden. Der Abtransport des gelösten Materials wird somit im Aufwand verringert und auch der für die Ablagerung des Bodenmaterials nach der Entfernung aus der SVM.

**[0015]** Es ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht notwendig, einen Erdbrei zu erzeugen, der für das übliche Erddruckschild steif-breiig und für den Hydroschild breiig und fließfähig sein muss. Bei der Verwendung eines Rohrfördersystems kann der Boden steif und grobstückig aufgenommen und gefördert werden. Bei Verwendung des Rohrfördersystems können sich keine Wassergängigkeiten und Bodenumlagerungen ausbilden, da das Rohrfördersystem lediglich kurzfristig den Zulauf freigibt und in der überwiegenden Zeit verschlossen und dicht ist.

**[0016]** Bei herkömmlichen Verfahren ist das Verhältnis von Vorschubgeschwindigkeit und Umdrehung des Schneidrades bzw. Schneidrotors derart, dass das Material lediglich zentimeterweise abgetragen wird. Wie ebenfalls erwähnt, ist die kleinteilige Abtragung des Materials energieaufwendig, insbesondere wenn im Boden Steine enthalten sind. Die Erfindung sieht einen großteiligen Abbau des Bodenmaterials vor. Nach einer Ausgestaltung der Erfindung ist die Umdrehungsgeschwindigkeit eines vorzugsweise mindestens ein Armpaar enthaltenden Schneidrotors im Verhältnis zur Vorschubgeschwindigkeit der SVM so gewählt, dass ein Punkt auf dem Schneidrotor mindestens 10 bis 20 cm während einer Umdrehung axial vorbewegt wird. Hierbei schneidet der Rotor vorzugsweise mit zwei oder vier Armpaaren schraubenlinienförmig in die Ortsbrust ein und kann daher je nach Umdrehung bzw. Vorschubgeschwindigkeit Scheiben, Schollen oder dergleichen mit einer Dicke bis zu 50 cm lösen und umlagern. Es versteht sich, dass die Schneidwerkzeuge an den Schneidarmen so im Winkel angestellt sind, dass der gewünschte Abbau optimal vonstatten geht.

**[0017]** Durch das steuerbare Zurückfahren des Kolbens im Rohr wird die Zuführung von gelöstem Boden von Wasser und Suspension reguliert, und Druckschwankungen werden vermieden.

**[0018]** Nach dem Zufahren des Schiebers kann der Kolben innerhalb des Zylinderrohres erheblichen Druck auf Boden und Suspension ausüben. Durch die besondere Anordnung von mehreren verschleißfesten Kolbenringen, die keine besondere Dichtwirkung aufweisen, kann Wasser und dünnflüssige Suspension an dem Kolben vorbei in den Raum hinter diesem gelangen. Wasser und flüssige Suspension werden von hier aus mit geeigneter Dickstoffpumpe bei entsprechend hohem Druck der Schneidvorrichtung bzw. den Zulaufbereichen der Rohrförderer und dem Ringspalt der SVM zugeführt.

**[0019]** In der zurückgeführten Suspension sind neben Wasser (Porenwasser und zugeführtes Wasser) Bentonit, Polymere, schaubildende Tenside und feine Bodenpartikel enthalten, die bei der SVM weitgehend im Umlauf verbleiben und nicht zur Separationsanlage gefördert werden. Damit wird eine häufig auftretende Schwierigkeit vermieden, die dadurch entsteht, dass besonders feine Bodenteile bindiger Böden mit hohem Tonanteil, wie bei Tonböden und insbesondere bei Glimmerton, nur mit sehr großem Aufwand separiert werden können, was auch zu Umweltbelastungen führen kann.

**[0020]** Durch den Kolben im Rohr wird der Zulauf reguliert. Bei mehreren Rohrförderern können diese abwechselnd betrieben werden, so dass der Vortrieb sicher und kontrollierbar ist, auch bei stark wechselnden

den Bodenverhältnissen, ohne dass ein Umbau der SVM erforderlich ist.

**[0021]** Die erforderliche Vorschubkraft kann reduziert werden, da die Bodenentnahme mit mehreren Rohrförderern zu einer nennenswerten Entlastung der Druckwand und damit zur Reduzierung der erforderlichen Vorschubkraft führt. Ein besonderer Vorteil der SVM ist, dass Umbauten zur Anpassung an geänderte geologische Bedingungen nicht erforderlich werden.

**[0022]** Es ergeben sich weitere nennenswerte Ersparnisse, da Additive, z.B. Bentonit und Wasser, nicht im großen Maße zugesetzt werden müssen, die dann anschließend durch eine aufwendige Separierungsanlage zurückgewonnen werden müssen. Die Anpassung einer Separierungsanlage an wechselnde Bodenverhältnisse ist nur begrenzt möglich, so dass es hierdurch zur Reduzierung der Vortriebsleistung kommen kann.

**[0023]** Das erfindungsgemäße Verfahren verwendet ein Rohrfördersystem, wobei vorzugsweise im unteren Bereich der SVM mindestens ein parallel zur Achse der SVM angeordneter Rohrzylinder axial verschiebbar gelagert ist. Sein hinteres Ende ist vorzugsweise geschlossen. Mit dem hinteren Ende des Rohrs ist ein Linearantrieb verbindbar und dem vorderen Ende ist ein Schieber zugeordnet, wobei der Schieber in oder an der Druckwand gelagert ist. Mit Hilfe des Schiebers lässt sich die Öffnung in der Druckwand dicht verschließen, in die das Rohr annähernd passend hinein- oder durch diese hindurchführbar ist. In dem Rohr ist ein Kolben verschiebbar gelagert, der über eine über das hintere Ende des Rohrs geführte Stange mit einem zweiten Linearantrieb verbunden ist. Das Rohr kann vom ersten Linearantrieb soweit von der Druckwand fort nach hinten gefahren werden, dass das vordere Ende des Rohrs eine seitliche bzw. untere Öffnung in einer zylindrischen Führung für das Rohr freigibt, damit der Kolben das im Rohr befindliche Material in einen Entnahmekasten oder auf eine Rutsche ausschieben kann, der/die an die Öffnung angeschlossen ist. Hierbei ist der Schieber naturgemäß geschlossen.

**[0024]** Die Aufnahme von Material erfolgt dadurch, dass bei geschlossenem Schieber das Rohr und der Kolben von den Linearantrieben in ihre vordere Position (am Schieber) bewegt werden. Nach Öffnen des Schiebers dringt das unter hohem Druck befindliche Bodenmaterial in das vorn offene Rohr ein. Ist das Rohr weitgehend gefüllt, wird der Schieber wieder geschlossen.

**[0025]** Alternativ wird das Rohr in die Abbaukammer zwischen Schneidvorrichtung und Druckwand der SVM vorgeschoben, um Material aufzunehmen. Anschließend wird das Rohr mit dem aufgenommenen

nen Material zunächst soweit zurückgezogen, dass der Schieber die Öffnung in der Druckwand wieder verschließen kann.

**[0026]** Sobald das gefüllte Rohr hinter dem Schieber ist, wird dieser geschlossen. Das Rohr ist weitgehend mit Bodenmaterial gefüllt. Danach wird das Rohr weiter in seine hintere Entnahmeposition gefahren, sodass das vordere Ende des Rohrs hinter dem Ende des Entnahmekastens bzw. der seitlichen Öffnung in der Rohrführung liegt.

**[0027]** Zu Beginn der Befüllung befindet sich der Kolben nahe oder an dem Schieber an, bevor dieser geöffnet wird. Zwischen Kolben und Schieber kann ein breiiges filterstabiles Medium eingebracht werden, das mit dem Kolben unter Druck gesetzt wird um damit einen Druckausgleich zwischen Vorder- und Rückseite des Schiebers zu ermöglichen.

**[0028]** Beim Öffnen des Schiebers und ggf. dem Vorschieben des Rohrs drückt das Material gegen den Kolben und drängt diesen in den hinteren Bereich. Darüber hinaus kann der Kolben aktiv nach hinten gefahren werden, um Raum für aufzunehmendes Material zu schaffen. Wie schon beschrieben, kann vor dem Austragen des Materials im Rohr mit Hilfe des Kolbens zunächst über den Kolben das Material im Rohr einem hohen Druck ausgesetzt werden, damit Flüssigkeit bzw. Suspension über den Kolben hinweg in den hinteren Bereich des Rohrs gelangt, von wo aus es mit Hilfe einer Pumpe in die Abbaukammer zurückgefördert wird. Dies geschieht, solange die seitliche bzw. untere Öffnung in der Rohrführung vom Rohr verschlossen ist.

**[0029]** Durch den Vorschub der Schildvortriebsmaschine entsteht ein hoher Druck in der Abbaukammer. Durch die Bodenentnahme kann sich der Druck in der Abbaukammer verändern. Der Druck ändert sich auch, wenn die Zuförderung durch die Schneidvorrichtung in die Abbaukammer und die Abförderung durch den Rohrförderer mengenmäßig differiert.

**[0030]** Der Kolben kann so gesteuert werden, dass keine größeren Druckschwankungen entstehen. Der Kolben nimmt den Erd- und Wasserdruck auf und wird so beaufschlagt, dass Druckschwankungen minimiert werden. Damit können Fließerscheinungen und unkontrollierte Bewegungen von Wasser und/oder Boden weitestgehend verhindert werden. Die beim Erddruck- und beim Hydroschild mögliche Kanalbildung im Bodenmaterial, das sogenannte Piping, kann dazu führen, dass Wasser der Pumpe oder dem Schneckenförderer unter Druck zufließt und eine Förderung von Boden unterbricht. Dies ist bei der Bodenförderung mit dem Rohrförderer bzw. durch die Wirkung des steuerbaren Kolbens ausgeschlossen.

**[0031]** Aus diesem Grunde ist eine Zugabe von Additiven zu dem zu fördernden Boden minimiert, so dass erhebliche Mehrkosten vermieden werden. Additive sind in geringem Umfang an der Schneidvorrichtung erforderlich, um deren Abtragwiderstand zu reduzieren und ein Verkleben zu vermeiden.

**[0032]** Ist der Füllvorgang beendet, wird das Rohr vom Linearantrieb zurückgezogen, wobei der Schieber geschlossen ist. Das Rohr wird so weit nach hinten geschoben, dass das vordere Ende des Rohrs die Öffnung in der Rohrführung freigibt, damit der Kolben das Material aus dem Rohr ausbringen kann.

**[0033]** Ist das Bodenmaterial in der Abbaukammer ausreichend fließfähig, entfällt ein „Ausstechen“ des Materials mit dem Rohr. Die Bewegung des Rohrs beschränkt sich bezüglich seiner vorderen Position an oder in der Druckwand bzw. am Schieber. Bei geöffnetem Schieber drängt das unter Druck stehende Bodenmaterial in das Rohr hinein und füllt dieses mehr oder weniger vollständig. Danach wird der Schieber geschlossen und das Rohr kann in seine hintere Entnahmeposition gefahren werden.

**[0034]** Werden drei oder vier Rohrförderer im unteren Bereich der Druckwand gelagert, reicht deren Förderleistung aus, um einen Vortrieb der SVM von z.B. 0,75 m/h zuzulassen. Die Rohre haben dabei einen Durchmesser von z.B. 2 m. Die Fülllänge der Rohre kann mindestens 3,5 m betragen.

**[0035]** Durch gezielte, unterschiedliche Füllung der Rohrförderer kann die SVM gesteuert werden, z.B. in horizontaler oder in vertikaler Richtung.

**[0036]** Ein großer Vorteil des Rohrfördersystems besteht darin, dass auch große Steine mit Kantenlänge bis 1,5 m aufgenommen werden könnten. Die Schneidvorrichtung ist so ausgebildet, dass Steine mit einer maximalen Kantenlänge von etwa 1,5 m, die aus dem Bodenverband gelöst und in die Abbaukammer der SVM umgelagert werden können.

**[0037]** Bei der herkömmlichen SVM wird ein großes Schneidrad eingesetzt, das wegen des langsamen Vorschubs normalerweise keine größeren Steine durch seine Speichen hindurchlässt. Daher sieht eine Ausgestaltung der Erfindung vor, dass das Bodenmaterial mittels einer mehreren von einer Antriebswelle drehend angetriebenen Schneidwerkzeug bzw. Schneidarmsystemen (Schneidarmrotor) abgetragen wird, und zwar in Schollen oder groben Stücken. Bei der Aufnahme des Materials wird die Bewegung des Kolbens im Rohrförderer während der Befüllung so gesteuert, dass der Kolben den Druck auf das Material vor der Druckwand aufnimmt und Maßgabe der Befüllung im Rohr zurückbewegt wird.

**[0038]** Besonders vorteilhaft ist auch die Verwendung eines einzigen, zwei oder vier Schneidarme aufweisenden Schneidarmrotors. Die Schneidarme sind diametral an der Welle angebracht. Sowohl die Welle als auch die Schneidarme können begehbar ausgestaltet werden, damit Zugang zu den Schneidwerkzeugen, beispielsweise Schneidrollen, möglich ist. Die Welle ist z.B. axial verschiebbar, um bei Stillstand der SVM weiter Boden abbauen zu können. Da sehr große Teile aus der Ortsbrust herausgelöst werden sollen, kann die Drehgeschwindigkeit des Schneidarmrotors sehr gering gewählt werden.

**[0039]** In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass ein zentraler Schneidarmrotor vorgesehen ist und ein diesen umgebender äußerer Schneidarmrotor, wobei die vorzugsweise vier Schneidarme des äußeren Schneidarmrotors an einem hohlen Wellenabschnitt angebracht sind, durch den sich eine innere Welle für den zentralen Schneidarmrotor konzentrisch hindurcherstreckt. Der zentrale Schneidarmrotor kann gegenüber dem äußeren Schneidarmrotor nach vorn versetzt angeordnet sein, etwa über die Breite der Schneidarme, so dass die Schneidarme des zentralen Schneidarmrotors mit ihren Enden etwas weiter erstreckt sind als die inneren Enden der Schneidarme des äußeren Schneidarmrotors. Mit Hilfe dieser Anordnung lässt sich auch im mittigen Bereich der SVM ein wirksamer Bodenabbau vornehmen. Außerdem kann der zentrale Schneidarmrotor entgegengesetzt drehend angetrieben werden wie der äußere Schneidarmrotor, um ein Rotieren des Mantels der SVM zu verhindern.

**[0040]** Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die innere Welle in einem Rohrabschnitt von größerem Durchmesser als die Welle gelagert und der hohle Wellenabschnitt ist auf dem Rohrabschnitt gelagert, wobei der Rohrabschnitt nach vorn durch eine Stirnplatte verschlossen ist. Der Rohrabschnitt ermöglicht den Zugang durch Bedienpersonal zwecks Reparatur und Austauscharbeiten an den Werkzeugen der Schneidarme.

**[0041]** Auf der Rückseite der Schneidarme, insbesondere des äußeren Schneidarmrotors können Mitnehmer angeordnet werden, um das Material zwischen Schneidvorrichtung und Druckwand umzulagern, insbesondere den Rohrförderern zuzuführen, die vorzugsweise im unteren Bereich angeordnet sind. Mit Hilfe der Schneidarmrotoren lassen sich auch größere Steine lösen und in den Abbauraum umlagern. Damit diese in diesem ausreichend Platz haben, ist der Abstand zwischen der Schneidvorrichtung und der Druckwand etwa 1,5 bis 2 m.

**[0042]** Der Vorteil einer Doppelanordnung aus innerem und äußerem Schneidarmrotor ist der, dass bei einer vorgegebenen Schnittbreite die Drehgeschwindigkeit entsprechend der Vorschubgeschwindigkeit

gesteuert werden kann, was bei einem einzelnen Schneidarmrotor so nicht möglich ist. Wie schon angeführt, ist der zentrale Schneidarmrotor vorlaufend angeordnet und soll Boden und Steine vorlaufend lösen und dem äußeren Schneidarmrotor zuleiten. Die Abstände der einzelnen Schneidarme sind so groß, dass auch größere Bodenbrocken, Steine, Felsstücke usw. hindurchgelangen können. Der Abstand der Schneidwerkzeuge an den Schneidarmen ist so gewählt, dass entsprechend große Stücke entstehen. Damit ist auch der Verschleiß minimiert und die für den Abbau erforderliche Energie.

**[0043]** Bei der Befüllung des Rohrs des Rohrfördersystems gelangen auch Wasser und/oder Additive in das Rohr. Falls diese nicht vorher entfernt werden, werden sie mit dem Kolben und dem Bodenmaterial abgefördert. Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht hierzu vor, dass nach dem Befüllen des Rohrs dieses nur teilweise zurückbewegt und der Schieber bis auf einen Spalt geschlossen wird. Mit dem Kolben wird danach ein Druck auf das Material im Rohr aufgebaut und das flüssige Medium aus Wasser und Additiven wird über den Spalt ausgepresst. Danach wird das Rohr in seine hintere Endstellung gefahren und mit Hilfe des Kolbens das Material aus dem Rohr herausgeschoben, wie dies weiter oben erläutert wurde. Mit den verschiedenen Verfahren kann ein Großteil der Suspension und Additive zurückgewonnen werden, ohne dass sie zu einer Separieranlage gefördert werden. Der Bedarf an Suspension und Additiven ist somit erheblich reduziert.

**[0044]** Eine andere oder alternative schon erwähnte Lösung die Flüssigkeit im Rohrförderer zu entfernen, besteht darin, dass über Spalte zwischen Kolben und Rohrwandung beim Auspressen des Materials Flüssigkeit nach hinten tritt. Von dort aus kann es mit einer Pumpe abgepumpt und in den Bereich der Schneidarme, der Öffnungen der Rohrförderer und/oder in den Spalt des Schildmantels gepumpt bzw. gefördert werden. Hierfür kann ausdrücklich auf eine weniger gute Dichtung des Kolbens im Rohr verwendet werden, beispielsweise durch Stahlringe, die in Nuten des Kolbens eingesetzt sind, um den Verschleiß zu reduzieren und eine gewisse Durchlässigkeit zu erlauben. Auf die Anordnung von relativ dicht schließenden Gummi-Kunststoff-Dichtringen wird verzichtet. Es versteht sich, dass die Methode des Zurückpumpens der Flüssigkeit bzw. Suspension hinter den Kolben nach vorn auch bei beliebigen Schneidvorrichtungen eingesetzt werden kann, beispielsweise auch bei Schneidrädern, die den gesamten Querschnitt der SVM ausfüllen.

**[0045]** Die Erfindung sieht auch eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens vor, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Schneidvorrichtung ein oder mehrere Schneidarmsysteme aufweist, wobei jedes Schneidarmsystem

vorzugsweise zwei bzw. vier Schneidarme aufweist, die radial an einer Antriebswelle angebracht sind, wobei die Schneidarme in ihrer Gesamtheit den Querschnitt der SVM annähernd vollständig überstreichen.

**[0046]** Nach einer Ausgestaltung der Erfindung können bei mehreren Schneidarmen diese einen axialen Versatz aufweisen. Nach einer anderen Ausgestaltung der Erfindung kann die Welle eines Schneidarmsystems in der Druckwand verschieblich gelagert sein und z.B. einen Abstand der Schneidarme vor der Druckwand von 2 m herstellen. Beim herkömmlichen Verfahren kommt die SVM im Abstand von 2 m in Folge des Einbaus der Tübbing-Ringe zwangsläufig zum Stillstand. Durch den Einsatz eines axial verschiebbaren Schneidarmrotors kann der Vortrieb der SVM unabhängig hiervon erfolgen. Da auch die Rohrförderer unabhängig von dem Vorschub der SVM tätig sind, kann während des Stillstands der SVM gleichwohl Boden gelöst und von den Rohrförderern abgefördert werden. Obwohl der Vortrieb nicht kontinuierlich erfolgt, kann der Bodenabbau mehr oder weniger kontinuierlich stattfinden. Naturgemäß darf ein Hohlraum von nur begrenztem Volumen entstehen, wobei der abgebaute Boden volumenmäßig durch eine entsprechende Suspensionsmenge ausgeglichen werden kann. Ein begrenzter Volumenausgleich kann auch durch die entsprechende Positionierung des Rohrförderers bzw. seines Kolbens bewirkt werden.

**[0047]** Entsprechend des Prinzips der kommunizierenden Röhren ist angedacht jeweils einen Rohrförderer mit vorderseitig arretiertem Kolben in die Abkammer vorzuschieben, während der benachbarte Rohrförderer das durch den jeweils anderen Rohrförderer verdrängte Bodenvolumen aufnimmt und fördert. Hierdurch kann während des Stillstands bei z.B. vier Rohrförderern zumindest ein Volumen von drei Rohrförderern gefördert werden. In der Folge kann die SVM unmittelbar nach der Tübbing-Einbauphase schneller vorgetrieben werden. Die Rohrförderer mit vorderseitig arretiertem Kolben werden entsprechend der Vortriebsgeschwindigkeit der SVM zurückgefahren.

**[0048]** Die Schneidarme können so eingestellt sein, dass bei einer Drehung und entsprechendem Vorschub Schollen, Bodenscheiben oder dergleichen z.B. von einer Dicke von 20 cm entstehen und umgelagert werden. Zentral kann nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ein spitzer Konus vor der Welle ausgebildet sein, der mit Schneiden oder sonstigen Werkzeugen ausgestattet ist. Mittig des SVM-Querschnitts kann ein zusätzliches Zentrums-Schneidarmsystem vor den anderen Schneidarmsystemen angeordnet werden, so dass der Boden fortlaufend gelöst und umgelagert werden kann einschließlich darin eingebetteter Steine.

**[0049]** Das eben erwähnte Zentrumschneidrad wird für große Querschnitte eingesetzt. Durch periodisches Vorauseilen und Zurückfahren des Schneidrads wird das Druckgewölbe gestört und beim Zurückfahren ein leichter Unterdruckerzeugt, der zum Nachbrechen des Materials führt.

**[0050]** Da der Boden eine schollenartige bzw. grobstückige Struktur hat und mit Steinen versehen sein kann, ist unter Umständen damit zu rechnen, dass das Material aufgrund des vorhandenen Drucks nicht selbsttätig in das Rohr des Rohrförderers eintritt. In diesem Falle ist es notwendig, den Förderzylinder in den Abbauraum hineinzubewegen, beispielsweise um eine Länge von 2 m, um Bodenmaterial aktiv aufzunehmen.

**[0051]** Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind die Schneidarme so eingestellt, dass Schollen z.B. von einer Dicke von 10 cm bis 30 cm Dicke geschnitten bzw. umgelagert werden. Dies kann nach einer Ausgestaltung der Erfindung mit Hilfe von Schneidarmen geschehen, die an den in Drehrichtung vorderen Längsseiten mit Schneidwerkzeugen versehen und in einem spitzen Winkel zur Wellenachse ange stellt sind.

**[0052]** Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung können die Schneidarme im Querschnitt symmetrisch ausgebildet sein, somit zwei „Schneidkanten“ haben, so dass nach Verschleiß einer Schneidkante durch eine Drehung der Schneidarme um ihre Längsachse um 180° die andere eingesetzt werden kann. Auch kann der Einstellwinkel der Schneidarme dadurch geändert werden, dass sie in verschiedenen Winkelpositionen z.B. an der Welle lösbar angebracht sind. Schließlich ist auch eine kontinuierliche Einstellung des Winkels durch eine entsprechende Lagerung und Betätigung der Arme möglich.

**[0053]** Die Schneidwerkzeuge sind vorzugsweise lösbar an den Schneidarmen angebracht, damit sie nach Verschleiß ausgetauscht werden können.

**[0054]** Nach einer anderen Ausgestaltung der Erfindung kann auch am Stirnende der Antriebswellen eine Anordnung von Schneidwerkzeugen vorgesehen werden, die wiederum vorzugsweise lösbar angebracht sind. Die Anbringung geschieht z.B. an einem diametral angebrachten Balken, der für Reparaturmaßnahmen nach innen geklappt werden kann. Alternativ können die Schneidwerkzeuge (Disken) einklappbar bzw. nach hinten klappbar ausgebildet sein, vor allen Dingen, wenn die Welle und die Schneidarme begehrbar ausgeführt sind. Auf diese Weise lässt sich schnell und einfach ein Austausch der Schneidwerkzeuge vornehmen. Da, wie schon mehrfach erwähnt, das Material grobstückig abgebaut werden soll, reicht es aus, wenn die Schneidwerkzeuge an den Schneidarmen einen relativ gro-

ßen Abstand haben, beispielsweise von 1 m. Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung setzen sich die Schneidarme in Erstreckungsrichtung aus mehreren Abschnitten zusammen, die über Flanschverbindungen miteinander verbunden sind.

**[0055]** Das Stirnende der Antriebswelle kann als drehbar gelagerter Deckel ausgebildet sein, wobei vorzugsweise die Lagerung um eine Hochachse erfolgt. Auf diesen Verschleißdeckel kann der Schneidbalken mit den Schneidwerkzeugen so angeordnet werden, dass dieser ggf. bei Druckluft nach innen geklappt werden kann. Auf diese Weise erhält man Zutritt zu den Schneidwerkzeugen am Stirnende sowie auch zu den Schneidwerkzeugen an den Schneidarmen. Bevor dieser Zutritt erfolgt, wird die hohle Antriebswelle unter Druck gesetzt, der annähernd dem Druck im Abbauraum gleicht.

**[0056]** Das vom Kolben aus dem Rohrförderer ausgestoßene Material wird vorzugsweise auf einen Kettenförderer ausgebracht, vorzugsweise einen Panzerkettenförderer, wie er aus dem Bergbau bekannt ist. Da das Material relativ grobstückig ist, bietet sich ein derartiges Fördererprinzip an.

**[0057]** Das Schneidarmsystem weist mindestens zwei Schneidarme an der Antriebswelle auf, wobei zwei, drei oder auch vier Schneidarmsysteme vorgesehen werden können. Sie sind so ausgebildet und angeordnet, dass sie im Wesentlichen den Querschnitt der SVM überstreichen, wenn sie bewegt werden. Vorzugsweise sind die Schneidarme benachbarter Schneidarmsysteme axial versetzt, so dass ein wirksames Abschälen größerer Materialbrocken erzielt werden kann bei gleichzeitigem Herauslösen von Steinen, soweit sie im Bodenmaterial in beliebiger Größe enthalten sind. Vorzugsweise weisen die oberen Schneidarmsysteme einen größeren Abstand zur Druckwand der SVM auf als die unteren.

**[0058]** Durch den Einsatz von mehreren Schneidarmrotoren sind auch andere als kreisförmige Tunnelquerschnitte erreichbar, z.B. ovale oder rechteckige Querschnitte.

**[0059]** Die Antriebswelle des Schneidarmsystems kann verschiebbar gelagert sein, um Wartungs- und Reparaturarbeiten zu erleichtern, indem die Schneidarme näher zur Druckwand verstellt werden.

**[0060]** Wie oben erwähnt, dienen zum Abfordern des grobstückigen Bodenmaterials die Rohrfördersysteme, die vorzugsweise im unteren Bereich der Druckwand angeordnet sind. Vorzugsweise sind vier Rohrfördersysteme vorgesehen, die in der unteren Hälfte des Querschnitts der SVM gelagert sind. Die Funktion der Rohrfördersysteme wurde bereits erläutert.

**[0061]** Durch das Schneidarmsystem wird der Boden nur geringfügig zerkleinert, so dass dessen Wasseraufnahme und damit einhergehende Volumenvergrößerung begrenzt wird. Mit dem Rohrfördersystem kann der grobstückige Boden einschließlich großer Steine ausgestochen, aufgenommen und abgefördert werden. Der Aufwand für Abtransport und Ablagerung werden reduziert. Die Zugabe von Additiven kann auf das Schneidarmsystem beschränkt werden, welche nur für die Verminderung des Widerstands und der Verhinderung der Verklebung der Schneidarme eingesetzt werden.

**[0062]** Es ist bei der Erfindung nicht notwendig, einen Erdbrei zu erzeugen, der, wie beim bekannten Erddruckschild und insbesondere beim Hydrochild, fließfähig sein muss. Das Risiko von Wassergängigkeiten, Gleitschichten und Bodenumlagerungen durch rückschreitende Erosion, was zu einer Instabilität der Ortsbrust führt, wird bei der Erfindung vermieden. Bei den Rohrfördersystemen können sich solche Wassergängigkeiten und Bodenumlagerungen nicht ausbilden, da die Rohrförderer den Zulauf nur kurzfristig freigeben und der Zulauf über den Kolben reguliert wird. Damit kann der Vortrieb der SVM sicher und kontrollierbar vonstattengehen, auch bei stark wechselnden Bodenverhältnissen, ohne dass ein Umbau in der SVM erforderlich wird.

**[0063]** Bei der Erfindung ergeben sich nennenswerte Ersparnisse, weil Additive, z.B. Bentonit und Wasser, in geringem Maße zugesetzt werden. Der Energie- und Transportaufwand hierfür sowie auch für die Separierung ist daher gering.

**[0064]** Insgesamt kann festgestellt werden, dass mit der Erfindung eine höhere Vortriebsleistung erzielbar und die SVM weniger anfällig für Verschleiß und wenig wartungsintensiv ist.

**[0065]** Es ist bekannt, während des Fahrens des Tunnels Tunnelelemente (Tübbinge) einzubauen. Während dieses Vorgangs ist der Vortrieb der SVM unterbrochen und ein Abbau weiteren Materials findet nicht statt. Es kann daher daran gedacht werden, gleichwohl den Vortrieb fortzusetzen, indem mit Hilfe sogenannter Gripper in der SVM eine Abstützung an bereits eingebauten Tübbingen erfolgt, die sich an hydraulischen Streben abstützen, die quer im Tunnel eingespannt werden. Vortriebszylinder können im Wechsel arbeiten. Während der eine Zylinder aktiviert ist, wird der zu dem anderen Zylinder zugehörige Gripperschuh vorgezogen und mit Spannbacken angepresst. Dadurch wird ein kontinuierlicher Vortrieb der SVM möglich und damit ein kontinuierlicher Abbau von Material aus der Ortsbrust.

**[0066]** Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Zeichnungen näher beschrieben werden.

**[0067]** Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch eine SVM mit einem Rohrfördersystem zur Erläuterung der Erfindung.

**[0068]** Fig. 2 zeigt die Frontansicht der SVM nach Fig. 1 ohne zugehörige Schneideinrichtung.

**[0069]** Fig. 3 zeigt perspektivisch die Frontansicht einer SVM nach der Erfindung.

**[0070]** Fig. 4 zeigt die Vorderansicht der Darstellung nach Fig. 3.

**[0071]** Fig. 5 zeigt die Seitenansicht der SVM nach den Fig. 3 und Fig. 4.

**[0072]** Fig. 6 zeigt einen Schnitt durch die Darstellung nach Fig. 5 entlang der Linie A-A.

**[0073]** Fig. 7 zeigt detaillierter das Ende der Antriebswelle mit einem Schneidarm im Schnitt.

**[0074]** Fig. 8 zeigt die Vorderansicht der Darstellung nach Fig. 7.

**[0075]** Fig. 9 zeigt die Draufsicht auf die Darstellung nach Fig. 7.

**[0076]** Fig. 10 zeigt eine ähnliche Darstellung wie Fig. 1 mit einem Schneidarmrotor in der zurückgezogenen Position.

**[0077]** Fig. 11 zeigt die gleiche Darstellung wie Fig. 10, jedoch mit der am weitesten ausgeschobenen Position eines Schneidarmrotors.

**[0078]** Fig. 12 zeigt schematisch einen Schnitt durch eine SVM im vorderen Bereich für einen vierarmigen Schneidrotor.

**[0079]** Fig. 13 zeigt perspektivisch einen Schnitt durch die Anordnung nach Fig. 12.

**[0080]** Fig. 14 zeigt eine Draufsicht auf die Stirnseite einer SVM mit einem zweiarmigen Schneidrotor.

**[0081]** Fig. 15 zeigt perspektivisch einen Schnitt durch die Darstellung nach Fig. 14.

**[0082]** Fig. 16 zeigt äußerst schematisch den Vortrieb einer SVM.

**[0083]** Fig. 17 zeigt schematisch die Frontansicht einer weiteren Ausführungsform einer SVM.

**[0084]** Fig. 18 zeigt den Schnitt durch die Darstellung nach Fig. 17 entlang der Linie 18-18.

**[0085]** Fig. 19 zeigt perspektivisch die Darstellung nach den Fig. 17 und Fig. 18.

**[0086]** Fig. 20 zeigt die Frontansicht auf eine schematisch dargestellte SVM im vorderen Bereich.

**[0087]** Fig. 21 zeigt einen Schnitt durch die Darstellung nach Fig. 20 entlang der Linie 21-21

**[0088]** In Fig. 2 ist die Vorderansicht einer SVM 10 dargestellt mit Blick auf eine Druckwand 14. Eine vorgeordnete Schneidvorrichtung ist in Fig. 1 bei 12 angedeutet. Sie ist in Fig. 2 nicht dargestellt. Auf diese wird anhand der Fig. 4 bis Fig. 6 eingegangen.

**[0089]** Man erkennt in Fig. 2 die Andeutung von vier Rohrfördersystemen 90 bis 96, von denen eines in Fig. 1 dargestellt ist mit dem Bezugszeichen 92. Jedes Rohrfördersystem weist ein Zylinderrohr auf (92 in Fig. 1), das mit Hilfe von zwei Hydraulikzylindern 24, 26 achsparallel zur Achse der SVM bewegbar ist, und zwar in Richtung einer Öffnung 92 in der Druckwand 14 bzw. von dieser fort. Nahe der Druckwand 14 ist das Zylinderrohr 92 von einer zylindrischen Führung umgeben, die nicht weiter gezeigt ist. Die zylindrische Führung weist eine seitliche Öffnung auf, die verschlossen ist, wenn das Rohr 92 über die Führung in Richtung Öffnung 22 geschoben ist. Wird hingegen das Förderrohr 92 nach hinten bewegt, gibt es die seitliche Öffnung frei in Richtung einer Rutsche 100. Die vier Rohrförderer 92 bis 96 weisen jeweils eine Rutsche 98 bis 104 auf, die gemeinsam zu einem Kettenförderer 106 in der Sohle der SVM ausgerichtet sind.

**[0090]** In der Druckwand 14 ist ein Schieber 28 gelagert, der normalerweise die Öffnung 22 verschließt. Geht der Schieber in die Öffnungsstellung, wie in Fig. 1 gezeigt, kann das Rohr 92 in die Öffnung hinein und durch diese hindurch bis in den Abbaurraum vor der Druckwand 14 geschoben werden. Hierbei gelangt Bodenmaterial, das von der Schneidvorrichtung 12 abgebaut und umgelagert worden ist, in das Zylinderrohr. Dieses wird nach dem Befüllen zurückgezogen. Der Schieber schließt, sobald die Öffnung 22 vom Rohr 92 freigegeben ist. Das Rohr fährt noch weiter nach hinten, bis es die seitliche Öffnung in der Führung freigibt. Bei dieser beschriebenen Betriebsweise befindet sich ein Kolben 24, der von einem Zylinder 32 betätigt wird, in einer vorderen Position, so dass er den Druck, der von außen auf das Material einwirkt, auffängt. Der Kolben bewegt sich somit nach Maßgabe der Befüllung des Rohrs nach hinten, wobei er in seiner Bewegung gesteuert werden kann, um eine geeignete Druckkompensation vorzunehmen. Ist das Rohr 92 gefüllt, befindet sich der Kolben 29 am hinteren Ende des Rohrs. Nunmehr kann mit Hilfe des Kolbens das Material aus dem Rohr herausgeschoben werden. Es gelangt über die seitliche Öffnung zur Rutsche 100, von wo aus es dann auf den Kettenförderer 106 fällt.

**[0091]** Wird der Schieber nach dem Befüllen des Rohrs nicht vollständig geschlossen, sondern lässt einen Spalt offen, kann durch Ausüben eines Drucks auf den Kolben das flüssige Medium (Additive und Wasser) aus dem Rohr wieder herausgepresst werden. Additive sind im begrenzten Umfang für den Betrieb der Schneidvorrichtung erforderlich, um ein Verkleben zu verhindern und ein besseres Gleiten zu ermöglichen. Erst wenn der Schieber dann vollständig geschlossen ist, wird das Rohr in seine Endstellung zurückgefahren, damit mit Hilfe des Kolbens das Material aus dem Rohr in der beschriebenen Art und Weise herausgeschoben werden kann.

**[0092]** Alternativ zu oben angegebener Methode kann Flüssigkeit zwischen Kolben und Zylinderwandung durchgelassen werden. Es ist ohnehin ziemlich schwierig, bei den gegebenen Verhältnissen eine absolute Dichtung des Kolbens im Rohr zylinder zu erzielen. Stattdessen wird nur eine relativ schwache Dichtung vorgesehen, so dass beim Ausüben eines Drucks vom Kolben auf das Material im Rohr das Wasser durch Spalte zwischen Kolben und Zylinderwandung nach hinten hindurchgepresst wird. Von dort kann es mit Hilfe einer Pumpe abgefordert werden in einen Bereich der Schneidvorrichtung, beispielsweise vor den Schneidarmen. Dies ist in den Figuren nicht dargestellt.

**[0093]** Wenn, wie in **Fig. 2** gezeigt ist, vier Rohrförderer vorgesehen sind, können diese abwechselnd betrieben werden, so dass stets ein Rohr in die Öffnung **92** hinein und/oder durch diese hindurch gefahren werden kann, um Material aufzunehmen. Falls das Material relativ fließfähig ist, reicht es aus, wenn sich das Rohr in der Öffnung oder am hinteren Ende der Öffnung **22** befindet, so dass durch den Erd- druck das Bodenmaterial von selbst in das Zylinderrohr **92** einströmt. Bei etwas größerem Material wird das Rohr **92** in den Abbauraum vor der Druckwand **14** eingeschoben und sticht dadurch mehr oder weniger Material heraus. Hierbei können auch Steine bis zu einer gewissen Größenordnung aufgenommen werden, wobei dies vom Durchmesser des Rohrs **92** abhängt.

**[0094]** Bei größeren Steinen, wie z.B. einer bei **102** in **Fig. 1** dargestellt ist, kann auch ein Bohrgerät **110** in das Rohr **92** über den Schacht **100** eingebracht werden, um den Stein auf geeignete Weise zu zerkleinern oder in diesem Bohrlöcher einzubringen, damit mit einem Quellmittel oder dergleichen eine Sprengung vorgenommen werden kann.

**[0095]** Aus der Darstellung der **Fig. 3** bis **Fig. 6** geht hervor, dass die allgemein mit **12** bezeichnete Schneidvorrichtung aus vier Schneidarmsystemen oder -rotoren **200** bis **206** bestehen, wobei jedes Schneidarmsystem zwei diametral angeordnete Schneidarme **208**, **210** aufweist. Die Schneidarme

sind jeweils an einer Welle **212** angebracht, die von einem nicht gezeigten Antrieb in Drehbewegung gesetzt werden kann. Zentral ist vor den Schneidarmen **208**, **210** ein Schneidkonus **214** angeordnet mit einzelnen Schneiden.

**[0096]** Jeder Schneidarm ist mit zwei Schneidkanten **216**, **218** versehen, wobei jeweils eine in Drehrichtung auf der Längsseite des Arms liegt und die weitere **218** auf der Rückseite. Die Schneidkanten **216**, **218** mit einzelnen lösbaren Werkzeugen sind in einem Winkel angestellt und somit schräg zur Längsachse der SVM **10** angeordnet. Mit Hilfe der Schneidarme **208**, **210** lassen sich somit Schollen oder grobstückige Teile aus der Ortsbrust herausholen und somit auch Steine, die in den Boden eingewachsen sind.

**[0097]** Wie man aus den **Fig. 3** und **Fig. 4** entnehmen kann, sind die Schneidarme in Achsrichtung zueinander versetzt. Die Schneidarme des Schneidarmsystems **202** sind im oberen Bereich der Druckwand **14** angeordnet und stehen relativ weit vor, wie dies auch in **Fig. 5** zu erkennen ist. Die Schneidarmsysteme **200** und **204** liegen mit ihren Wellen **212** etwa auf halber Höhe der SVM und gegenüber dem Schneidarmsystem **202** zurückversetzt. Noch weiter zurückversetzt liegt das untere Schneidarmsystem **206**. Die Wellen **212** können im Übrigen in Achsrichtung verstellt werden. Dies zum einen, um einen gewünschten Abbau des Bodenmaterials zu erzielen und zum anderen, um einfacher eine Reparatur oder Wartung durchzuführen, indem die Schneidarme näher zur Druckwand **14** bewegt werden. Dies ist z.B. in **Fig. 6** zu erkennen, wo die Schneidarmsysteme **200** und **204** relativ nahe zur Druckwand **14** angeordnet sind.

**[0098]** Die Schneidarme können so an der Welle **212** angebracht sein, dass sich der Anstellwinkel ändert. Außerdem können sie um ihre Längsachse um  $180^\circ$  gewendet werden, um die rückwärtige Kante **218** gemäß **Fig. 3** einzusetzen.

**[0099]** In den **Fig. 7** bis **Fig. 9** ist eine Antriebswelle für ein Schneidarmpaar dargestellt. Es hat das gleiche Bezugszeichen wie in den vorangegangenen Figuren. In den Figuren ist lediglich ein Schneidarm **208** dargestellt, der mit einem Aufnahmelager **240** verbunden ist, das an dem Ende der Antriebswelle **212** angebracht ist. Das Aufnahmelager ist im Einzelnen nicht näher dargestellt. Es ermöglicht eine Drehung des Schneidarms **208** um seine Längsachse. Alternativ kann der Schneidarm **208** auch gestuft um seine Längsachse versetzt werden. Am Schneidarm **242** sind lösbar Schneidwerkzeuge **242** angebracht, etwa sogenannte Disken.

**[0100]** Das vordere Stirnende der Antriebswelle **212** ist mit einem Deckel **246** versehen, der um die Hoch-

achse drehbar gelagert ist. Am Deckel ist ein Balken **248** diametral angeordnet. Er ist ebenfalls mit Schneidwerkzeugen **250** bestückt. In **Fig. 9** erkennt man, dass der Schneidarm um seine Längsachse verdrehbar ist. In gestrichelten Linien ist eine um 90° versetzte Drehung angedeutet.

**[0101]** In **Fig. 10** ist nur ein Schneidarmsystem **208** gezeigt, wobei die Schneidarme nahe der Druckwand **14** angeordnet sind. In **Fig. 11** weisen die Schneidarme des Schneidarmsystems **208** einen maximalen Abstand zur Druckwand **14** auf. Dieser Abstand  $a$  beträgt z.B. 140 cm. Auf den weiteren Aufbau von Rohrfördervorrichtung und dergleichen wird nicht weiter eingegangen, da er anhand von **Fig. 1** bereits ausführlich erläutert wurde. Aus den **Fig. 10** und **Fig. 11** kann abgeleitet werden, dass es möglich ist, das Schneidarmsystem **208** in gewünschter Weise zwischen Druckwand **14** und einer Endstellung zu bewegen durch eine entsprechende Verschiebung der Antriebswelle **212** in der Druckwand **14**. Befindet sich z.B. das Schneidarmsystem **208** relativ nahe an der Druckwand und wird die SVM **10** nicht vorgeschoben, weil etwa ein Tübbing-Einbau erfolgt, kann gleichwohl ein Bodenabbau stattfinden, indem das Schneidarmsystem **208** weiter vorgeschoben wird. Es ist dabei zu beachten, dass ein nicht zu großer Hohlraum hierbei entsteht, der gegebenenfalls auch mit Additiven oder dergleichen ausgefüllt werden kann. Somit können der Bodenabbau und auch die Abförderung über den Rohrförderer während des Stillstands der SVM weiter in Betrieb sein. Sowohl der Abbau als auch die Abförderung sind mithin an den Vorschub der SVM nicht gebunden.

**[0102]** Zu Reparatur- und Wartungszwecken kann das Rohrsystem **208** ganz nahe an die Druckwand **14** bewegt werden. Die Antriebswelle **212** ist hohl und lässt sich durch das Aufschwenken des Deckels **246** zum Abbauraum hin öffnen. Eine Bedienungsperson kann daher über die Welle in den Abbauraum gelangen und die Werkzeuge an der Welle bzw. an den Schneidarmen entfernen und ersetzen. Die Schneidarme **208** können im Übrigen auch abmontiert und in die Welle **212** bewegt werden. Es versteht sich, dass hierbei der Druck in der Welle **212** etwa dem Druck im Abbauraum entspricht.

**[0103]** Da Boden und Steine möglichst wenig zerkleinert werden müssen, können die Schneidwerkzeuge, z.B. Disken, in großem Abstand auf den Schneidarmen angeordnet werden. Für den Fall, dass der Tunnelvortrieb in festem Untergrund erfolgen muss, in feste Tonschichten, Schieferschichten oder auch Sandsteinformationen, kann der Einsatz der Schneidarmrotoren dadurch vorteilhaft sein, dass im Verhältnis zum abzutragenden Felsgestein weniger verschleißintensive Schnitte bzw. Zerkleinerungen ausgeführt werden müssen, insbesondere im Vergleich zu einem großen Einzelschneidrad, mit

dem die gesamte Ortsbrust zentimeterweise abgetragen wird.

**[0104]** Wie sich aus den **Fig. 12** und **Fig. 13** ergibt, wird von einer Welle **300** in der SVM, die sich durch die Druckwand **14** hindurch erstreckt, ein vierarmiger Schneidrotor **304** angetrieben (siehe insbesondere **Fig. 13**). Die einzelnen Arme im Winkelabstand von 90° bestehen aus mehreren Abschnitten **306**, die über Flanschverbindungen miteinander verbunden sind. An den Armen befinden sich Schneidwerkzeuge **308** im Abstand von z.B. 1,2 m. Sie können nach innen in die hohl ausgebildeten Schneidarme eingeklappt werden, wie bei **310** angedeutet. Die Welle **300** ist ebenfalls begehrbar, und das vordere Ende der Welle ist mit einem Deckel **312** verschlossen, an dem ebenfalls Schneidwerkzeuge angeordnet sind. Rohrfördersysteme, die das Material aus der Abbaukammer **302** abfordern durch die Druckwand **14** hindurch nach hinten, entsprechen den weiter vorn dargestellten Anordnungen und sind in den **Fig. 12** und **Fig. 13** nicht gezeigt.

**[0105]** In den **Fig. 14** und **Fig. 15** betreibt die Welle **300** lediglich zwei diametral angeordnete Schneidarme **314**. Die Ausbildung und Anordnung der Schneidwerkzeuge **308** entspricht der nach den **Fig. 12** und **Fig. 13**. Dies betrifft auch den Deckel **312** für die Welle **300**. In **Fig. 14** ist die Anordnung von vier Rohrfördersystemen in der unteren Hälfte des Querschnitts der SVM **10** angedeutet, nämlich durch vier im Rechteck angeordnete Kreise **316**. Die Arbeitsweise derartiger Rohrfördersysteme ist weiter oben beschrieben.

**[0106]** In **Fig. 16** ist dargestellt, wie schwenkbare Greifelemente **320** mit der Innenwandung der SVM in Eingriff treten. Die Greifelemente **320** sind mit zwei Traversen **322**, **324** gelenkig verbunden, in denen Hydraulikzylinder **326** geschaltet sind zwecks Anpressung von Pressschuhen **328**. Diese werden gegen bereits eingebaute Tübbingringe **330** angepresst. Zwischen den Spannelementen **320** und den Traversen **324** bzw. **322** sind Hydraulikzylinder **332** geschaltet. Auf diese Weise lässt sich ein Vortrieb der SVM nahezu kontinuierlich realisieren. Dies könnte auch dadurch realisiert werden, dass statt der Tübbingringe die Tunnelauskleidung mit schnell abbindendem Beton oder dergleichen stattfindet.

**[0107]** In den **Fig. 17** bis **Fig. 19** ist ein äußerer Schneidarmrotor **400** und ein innerer Schneidarmrotor **402** vorgesehen. Der äußere Schneidarmrotor **400** weist vier Schneidarme **404** auf, die im rechten Winkel zueinander stehen und mit nicht gezeigten Schneidwerkzeugen bestückt sind. Die Schneidarme **404** sind an einem hohlen Wellenabschnitt **406** angebracht, der auf einem Rohrabschnitt **408** in der Druckwand **14** gelagert ist. Beide erstrecken sich durch die Druckwand **14** hindurch. Ein Motor **410** treibt den Wellenabschnitt **406** an. Die hierfür erforderliche Ge-

triebeanordnung ist nicht dargestellt. Die Schneidarme **404** sind außen über einen Ring **405** verbunden, der auf einem Ring **407** gelagert ist, der mit der Druckwand **14** verbunden ist.

**[0108]** Der zentrale Schneidarmrotor **402** weist zwei diametral angeordnete Schneidarme **412** auf, die an einer Welle **414** angebracht sind. Die Welle **14** ist innerhalb des Rohrabschnitts **408** auf nicht gezeigte Art und Weise gelagert, etwa in dem Deckelabschnitt **416**, der den Rohrabschnitt **408** nach vorn abschließt. Der Durchmesser der Welle **414** ist deutlich kleiner als der Innendurchmesser des Rohrabschnitts **408**. Die innere Welle **414** wird von einem Motor **418** auf nicht gezeigte Art und Weise angetrieben.

**[0109]** In Fig. 17 ist durch die Kreise **420** die Anordnung von vier Rohrförderern angedeutet, und zwar jeweils zwei Rohrförderer in einem der unteren Quadrate.

**[0110]** Die Schneidarmrotoren **400** und **402** sind gegenläufig angetrieben, um ein Drehmoment auf dem Mantel der SVM zu verhindern bzw. zu minimieren.

**[0111]** Soweit die SVM gemäß den Fig. 20 bis Fig. 21 gleiche Teile aufweist wie die nach den Fig. 19 und Fig. 20 sind die gleichen Bezugszeichen verwendet.

**[0112]** Gegenüber der Darstellung nach den Fig. 19 und Fig. 20 weist der zentrale Schneidarmrotor **402a** Schneidarme **413** auf, die nicht radial, sondern tangential angeordnet sind. Die Schneidarme **413** haben die Aufgabe, das in diesem Bereich aufgenommene Material nicht nur zu lösen, sondern auch nach außen zu befördern, insbesondere in dem unteren Bereich zu den Rohrförderern **420** hin. Es ist auch möglich, das vordere Ende des Schneidarmrotors **402** durch eine konische Spitze **409** abzuschließen. Es ist auch möglich, diese konische Spitze nur mit einem Durchmesser zu versehen, der dem Durchmesser der Welle **414** entspricht.

**[0113]** In Fig. 21 ist auch der Rohrförderer noch einmal bei **430** schematisch dargestellt. Er weist ein Führungsrohr **432** auf, das sich bis in eine Öffnung der Druckwand **14** hinein erstreckt und einen dazwischen geflanschten Rohrabschnitt **436** aufweist, der einen Schieber **438** aufnimmt zum Verschließen des Durchgangs. Innerhalb des Führungsrohrs **432** befindet sich ein Förder- oder Zylinderrohr **24**, das mit Hilfe des hier nicht gezeigten hydraulischen Antriebs im Führungsrohr **432** bewegbar ist. Im Förderrohr **24** befindet sich der Kolben **29**, der über eine Stange von einem nicht gezeigten hydraulischen Antrieb betätigbar ist. Im hinteren Bereich des Führungsrohrs **442** befindet sich eine Dickstoffpumpe, die das Material, das in diesem Bereich beim Betrieb des Rohrförderers anfällt, nach vorn fördert in den Bereich

der Schneidvorrichtung bzw. der Rohrförderer. Diese Wirkungsweise wurde bereits weiter oben erläutert. Auf die Wirkungsweise des Schiebers in Verbindung mit der Betätigung von Förderrohr **24** und Kolben **29** wird ebenfalls nicht eingegangen, da diese bereits oben erläutert wurde.

**[0114]** Wird die Schneidvorrichtung bzw. der Schneidrotor mit sehr geringer Umdrehungsgeschwindigkeit angetrieben bei relativ großem Voranschub, um größere Teile aus der Ortsbrust auszulösen, ist es mit der Schneidvorrichtung normalerweise nicht möglich, größere Steine oder Blöcke, die sich nicht in den Abbauraum umlagern lassen, durch Zerspanen oder dergleichen zu zerkleinern. In diesem Fall wird vorgeschlagen, dass über die Hohlwelle ein Durchgang durch die Druckwand ermöglicht wird, um, wie dies bereits anhand von Fig. 1 erläutert wird, ein Bohrgerät in Stellung zu bringen, um mit Hilfe des Bohrgeräts entweder den Stein zu zerkleinern oder in geeigneter Weise Löcher zum Sprengen des Materials zu bohren. Es wurde bereits erläutert, dass die Welle bzw. der Schneidrotor hohl ausgeführt werden kann, um den Zugang für Bedienungspersonen zu ermöglichen.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102013010769 [0010]
- DE 102013014837 [0010]

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Abbau von Bodenmaterial mit Hilfe einer Schneidvorrichtung und zum Fördern von abgebautem Bodenmaterial hinter die Druckwand einer SVM mittels einer Fördervorrichtung, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- das Bodenmaterial wird in Schollen oder groben Stücken aus der Ortsbrust abgebaut bzw. gelöst und in den Abbauraum zwischen Schneidvorrichtung und Druckwand umgelagert,
- das Material wird mittels mindestens eines Rohrförderers vom Druckraum hinter die Druckwand gefördert, wobei das Rohr des Rohrförderers zur Befüllung parallel zur Achse der SVM bewegt wird in eine von einem Schieber verschließbare Öffnung in der Druckwand hinein oder durch diese hindurch und nach Befüllung hinter die Druckwand zurückbewegt wird,
- mittels eines Kolbens im Rohr wird das vom Rohr aufgenommene Bodenmaterial über eine seitliche Öffnung in einer Rohrführung ausgeschoben und
- das ausgeschobene Material fällt auf eine Endlosfördervorrichtung unterhalb der seitlichen Öffnung.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bodenmaterial von mindestens einem von einer Antriebswelle drehend angetriebenen Schneidarmpaar in Schollen geschnitten bzw. in groben Stücken aus der Ortsbrust gelöst wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Umdrehungsgeschwindigkeit eines vorzugsweise Armpaare enthaltenen Schneidrotors im Verhältnis zur Vorschubgeschwindigkeit der SVM so gewählt ist, dass ein Punkt auf dem Schneidrotor mindestens 10 bis 20 cm während einer Umdrehung axial vorbewegt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bewegung des Kolbens während der Befüllung des Rohrs so gesteuert wird, dass der Kolben den Druck auf das Material vor der Druckwand aufnimmt und nach Maßgabe der Befüllung des Rohrs in diesem zurückbewegt wird.

5. Verfahren, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- nach Schließen des Schiebers wird mit dem Kolben ein Druck auf das Material im Rohr aufgebaut und das vorzugsweise thixotrope Medium, insbesondere eine Suspension aus Bentonit, Polymeren oder dergleichen und Wasser (soweit vorhanden) wird über den Spalt zwischen Kolben und der Rohrwandung hinweg nach hinten gepresst
- aus dem hinteren Bereich des Rohrs wird das Medium mittels einer Pumpe in den Bereich der Schneidvorrichtung und/oder des Rohrförderers zurückgeleitet

– danach wird das Rohr in seine hintere Endstellung zurückgefahren und mit Hilfe des Kolbens wird anschließend das Material aus dem Rohr ausgeschoben.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schneidvorrichtung ein oder mehrere Schneidarmrotoren aufweist, wobei jeder Schneidarmrotor mindestens zwei Schneidarme aufweist, die radial an einer Antriebswelle angebracht sind, und wobei die Schneidarme in ihrer Gesamtheit den Querschnitt der SVM annähernd vollständig überstreichen, wenn diese in Drehung versetzt werden.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein zentraler Schneidarmrotor vorgesehen ist und ein diesen umgebender äußerer Schneidarmrotor, wobei die vorzugsweise vier Schneidarme des äußeren Schneidarmrotors an einem hohlen Wellenabschnitt angebracht sind, durch den sich eine innere Welle für den zentralen Schneidarmrotor konzentrisch hindurcherstreckt, und wobei vorzugsweise die Schneidarme außen über einen Ring verbunden sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die innere Welle in einem Rohrabschnitt von größerem Durchmesser als die Welle gelagert ist und der hohle Wellenabschnitt auf dem Rohrabschnitt gelagert ist, wobei der Rohrabschnitt nach vorn von einer Stirnplatte verschlossen ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstand zwischen der Schneidvorrichtung und der Druckwand mindestens 1 bis 2 m, vorzugsweise etwa 1,5 m beträgt.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zentrale Schneidarmrotor, der vorzugsweise tangential angeordnete Schneidarme aufweist, vor dem äußeren Schneidarmrotor angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Arme des zentralen Schneidarmrotors über das innere Ende des äußeren Schneidarmrotors hinausstehen.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der Rückseite der Schneidvorrichtung bzw. des mindestens einen Schneidarmrotors Mitnehmer vorgesehen sind, die das Material hinter der Schneidvorrichtung bzw. des Schneidarmrotors umlagern.

13. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schneidarme bei zwei oder

mehr Schneidarmsystemen gegenüber den Schneidarmen eines benachbarten Schneidarmsystems einen axialen Versatz aufweisen.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die oberen Schneidarmsysteme einen größeren Abstand zur Druckwand haben als die unteren.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweilige Antriebswelle verschiebbar gelagert ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schneidarme so eingestellt sind, dass Schollen von einer Dicke von mindestens 10 cm geschnitten und umgelagert werden.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Verlängerung der Welle der Schneidarmsysteme ein spitzer Kegel vorgesehen ist, an dem Schneiden angeordnet sind.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass an den Schneidarmen lösbar anbringbare, oder nach hinten klappbare Schneidwerkzeuge vorgesehen sind.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schneidarme kontinuierlich oder stufenweise um die Längsachse verdrehbar angebracht sind zur Einstellung eines Schneidwinkels.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebswelle am Stirnende lösbare Schneidwerkzeuge aufweist, vorzugsweise an einem diametral angebrachten Balken.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Stirnende der Antriebswelle als drehbar gelagerter Deckel ausgebildet ist.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebswelle und/oder die Schneidarme hohl bzw. begehrbar ausgeführt sind.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schneidarme in ihrer Erstreckungsrichtung aus mehreren Abschnitten bestehen, die über Flanschverbindungen miteinander verbunden sind.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Endlosför-

derer ein Kettenförderer ist, vorzugsweise ein Kratzförderer.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der SVM quer angeordnete Spannbacken vorgesehen sind für die axiale Abstützung von mindestens einer Vortriebspresse, die mittels mindestens eines Spannelements mit der Wandung des Tunnels oder eingebauten Ringelementen für den Tunnel wahlweise in Eingriff bringbar ist.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

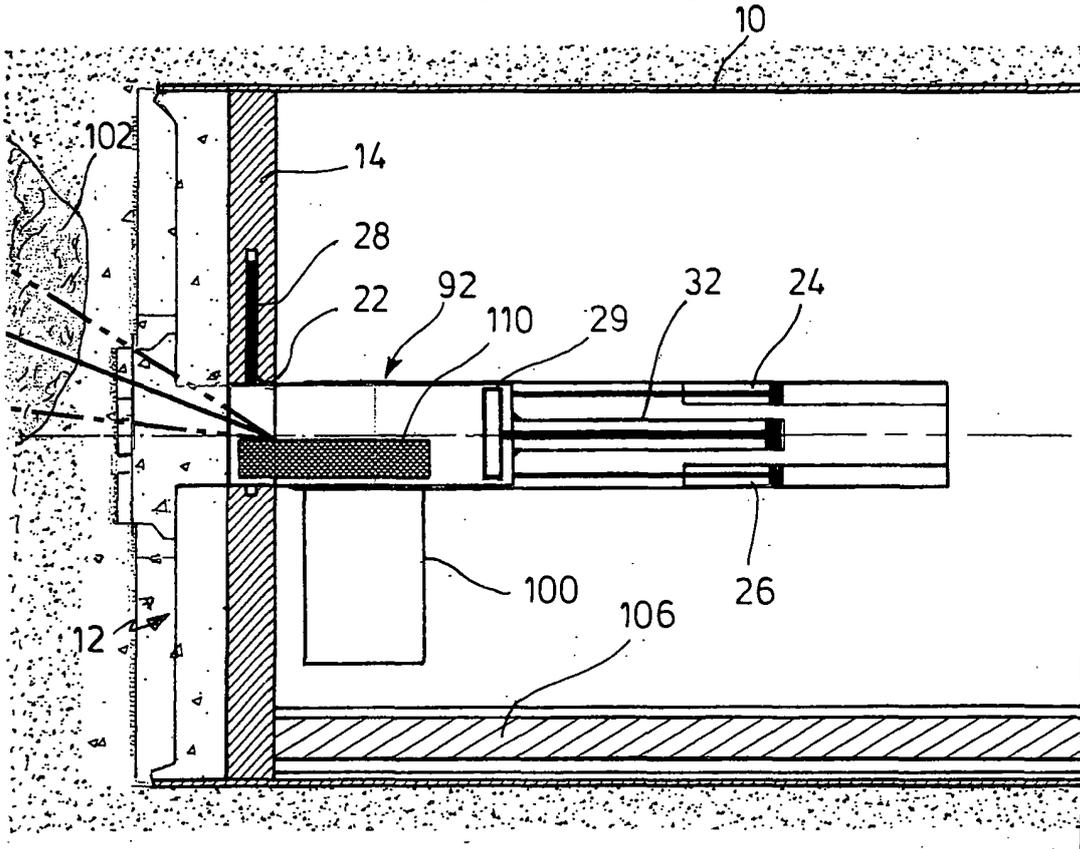


FIG. 1

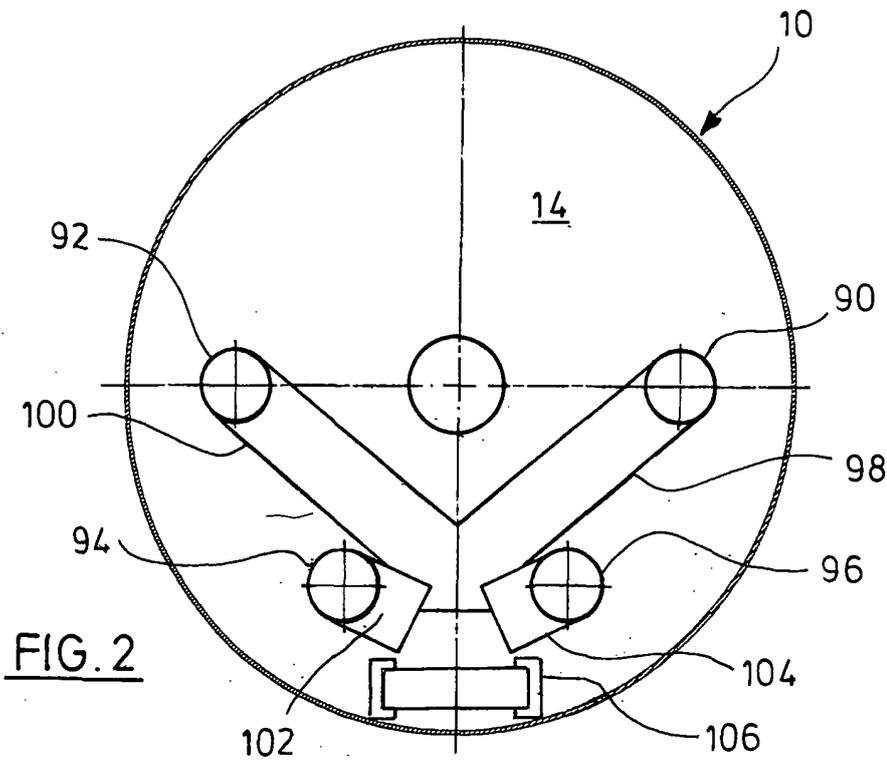
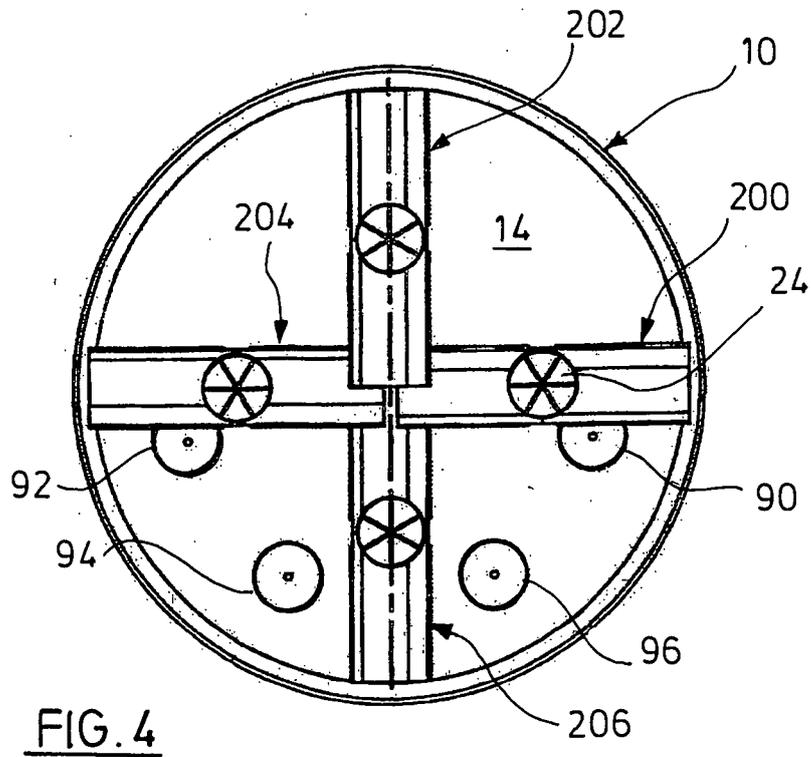
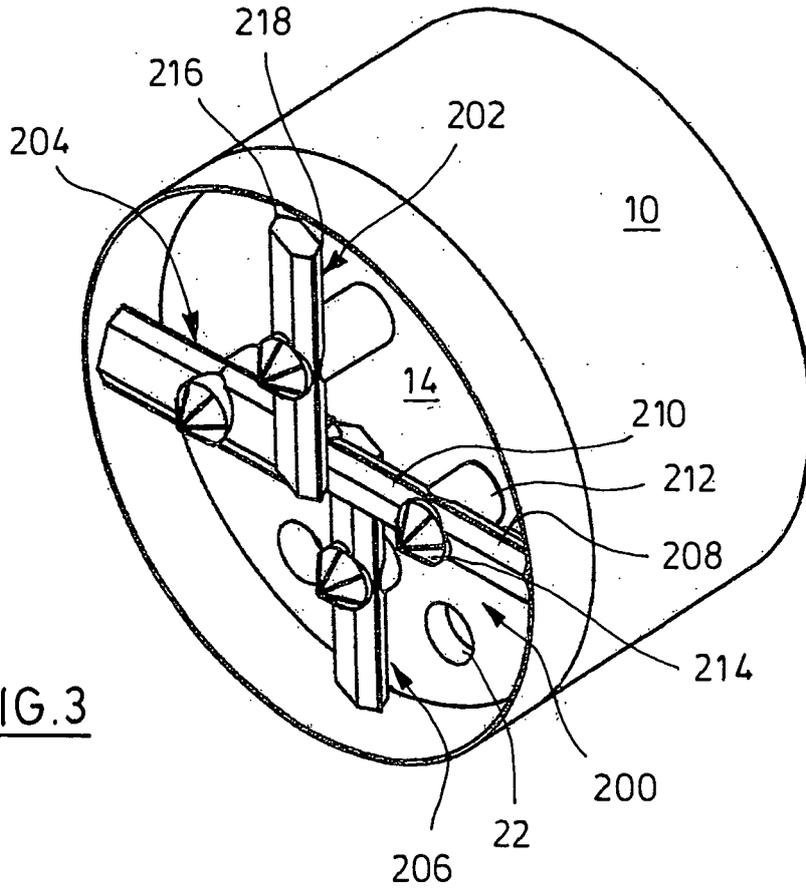


FIG. 2



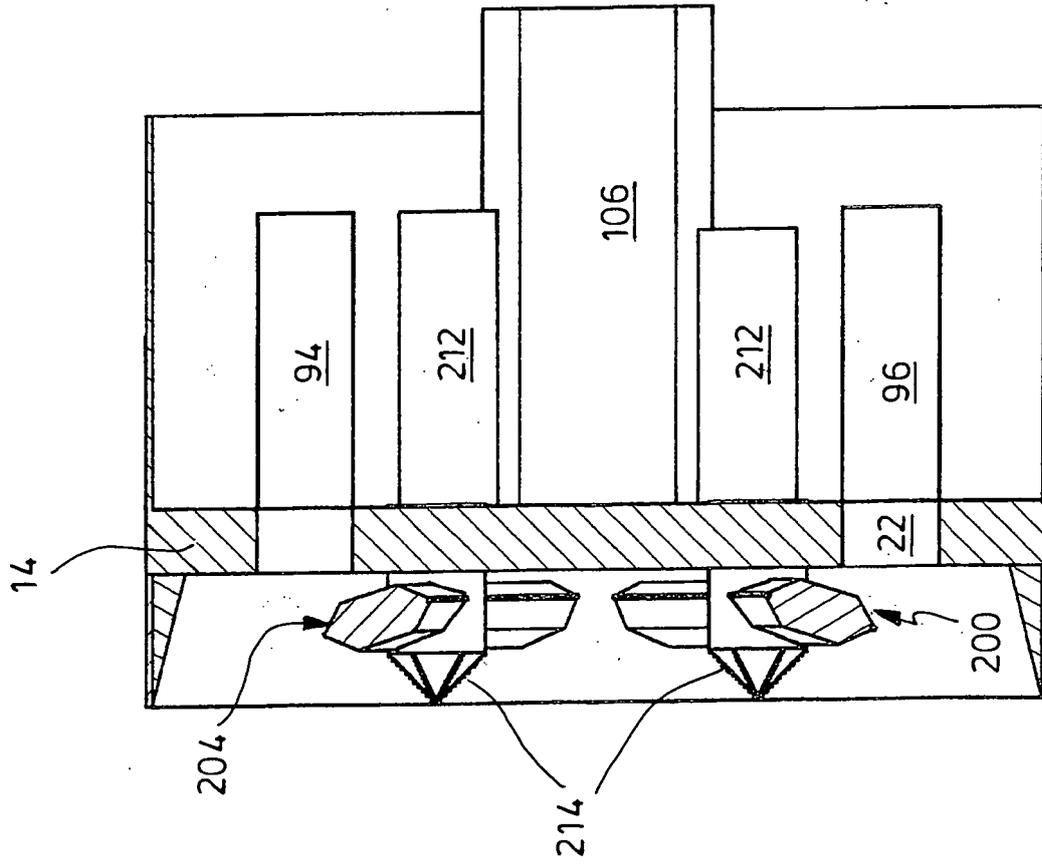


FIG. 5

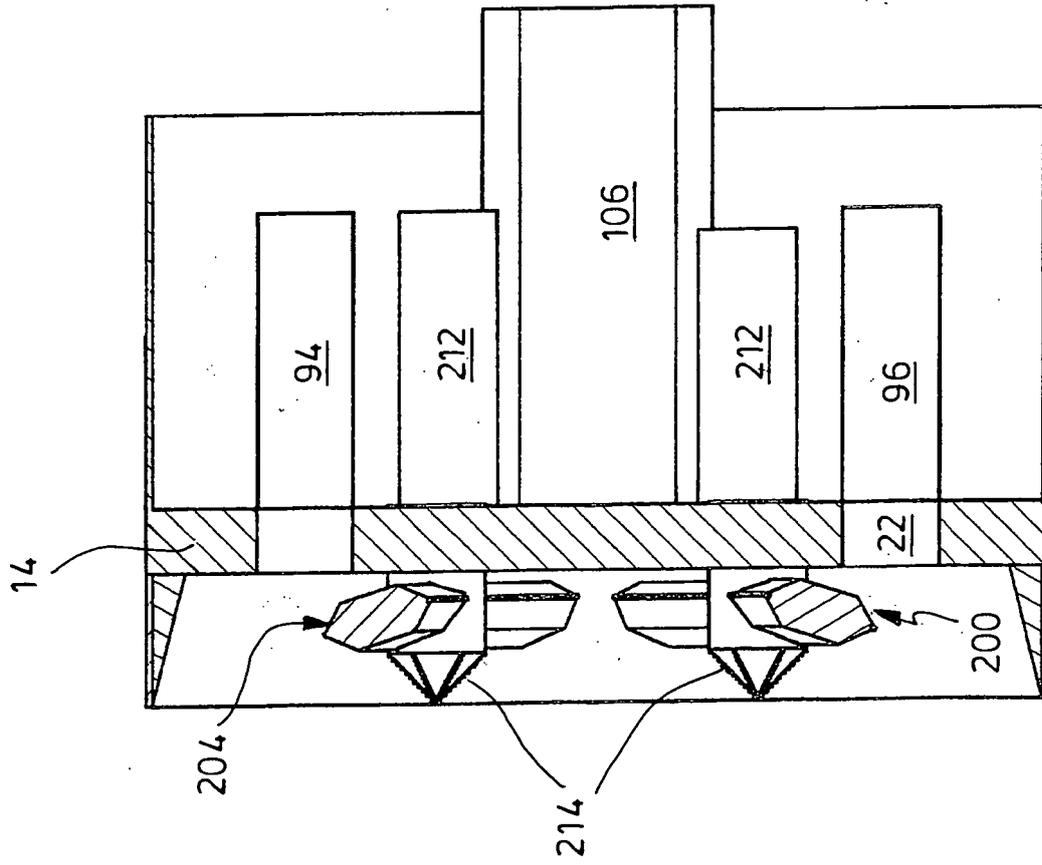


FIG. 6

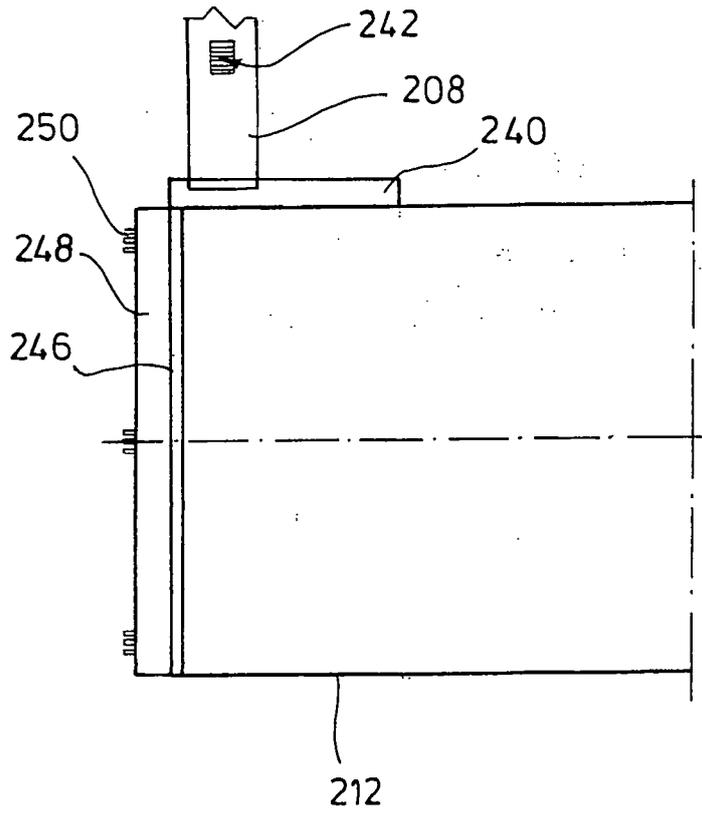


FIG. 7

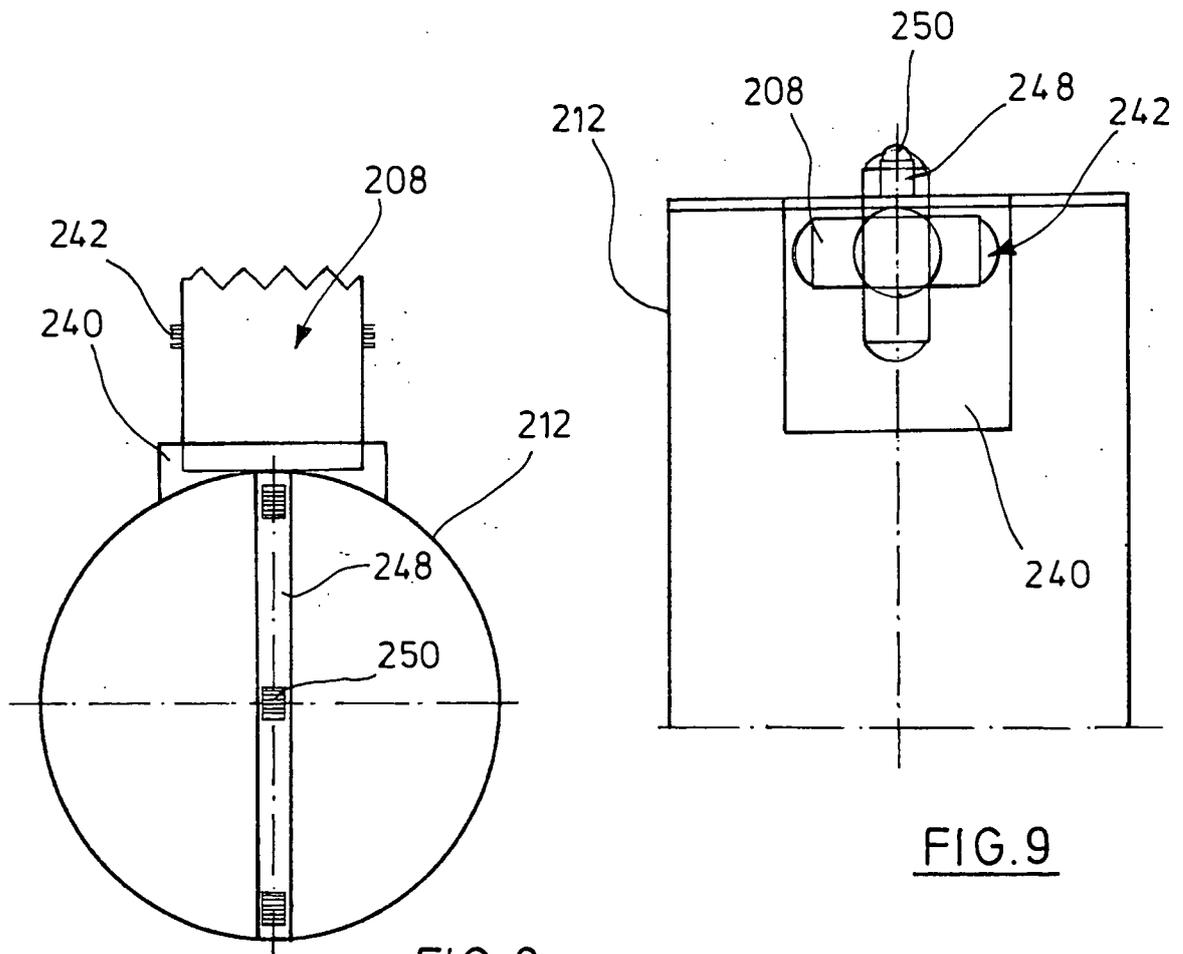


FIG. 8

FIG. 9

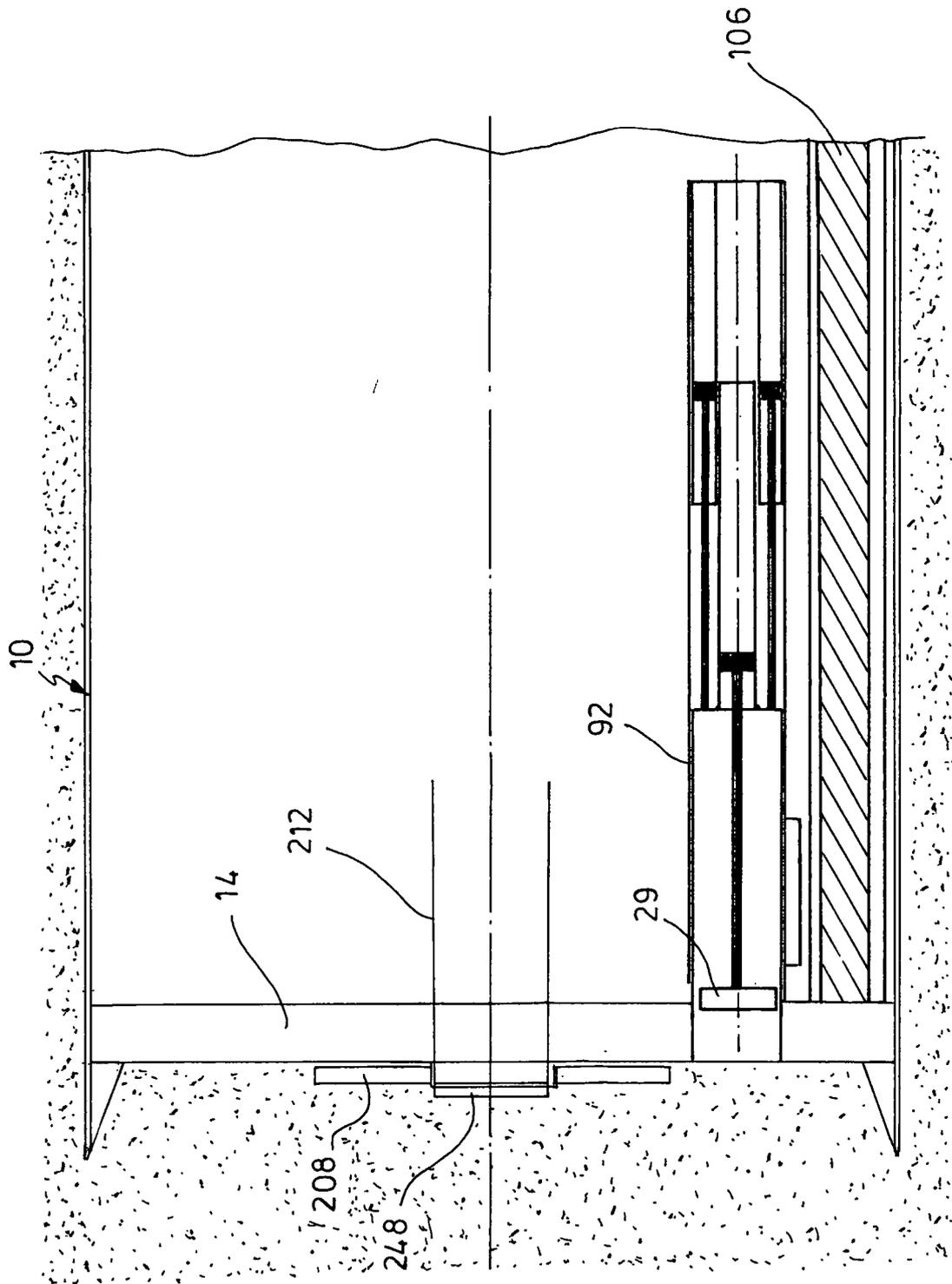


FIG.10

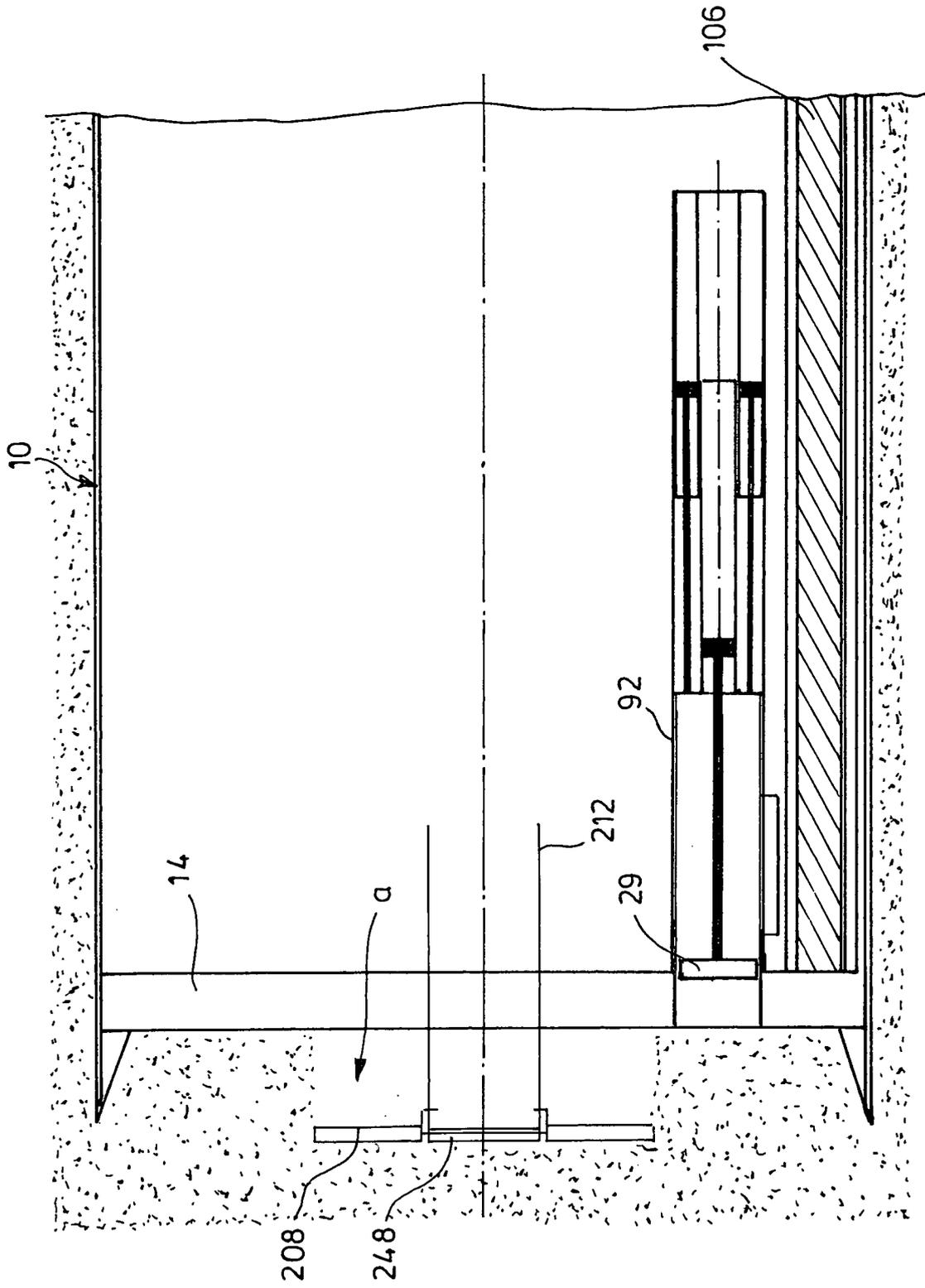


FIG.11

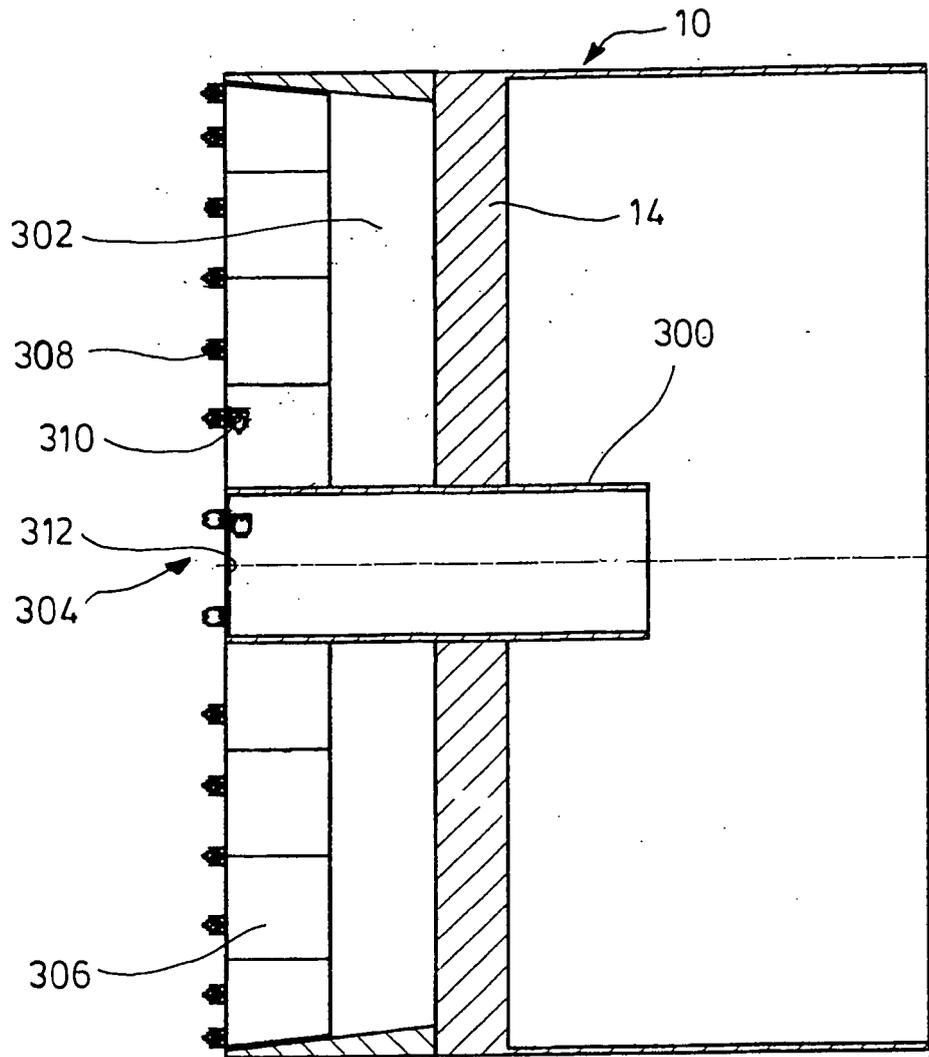


FIG. 12

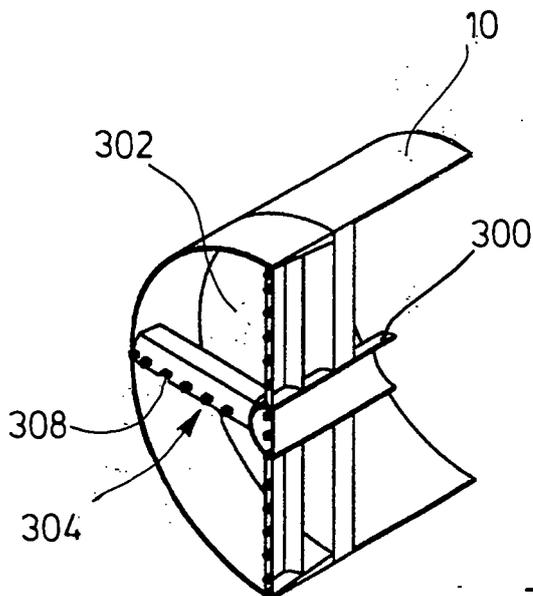


FIG. 13

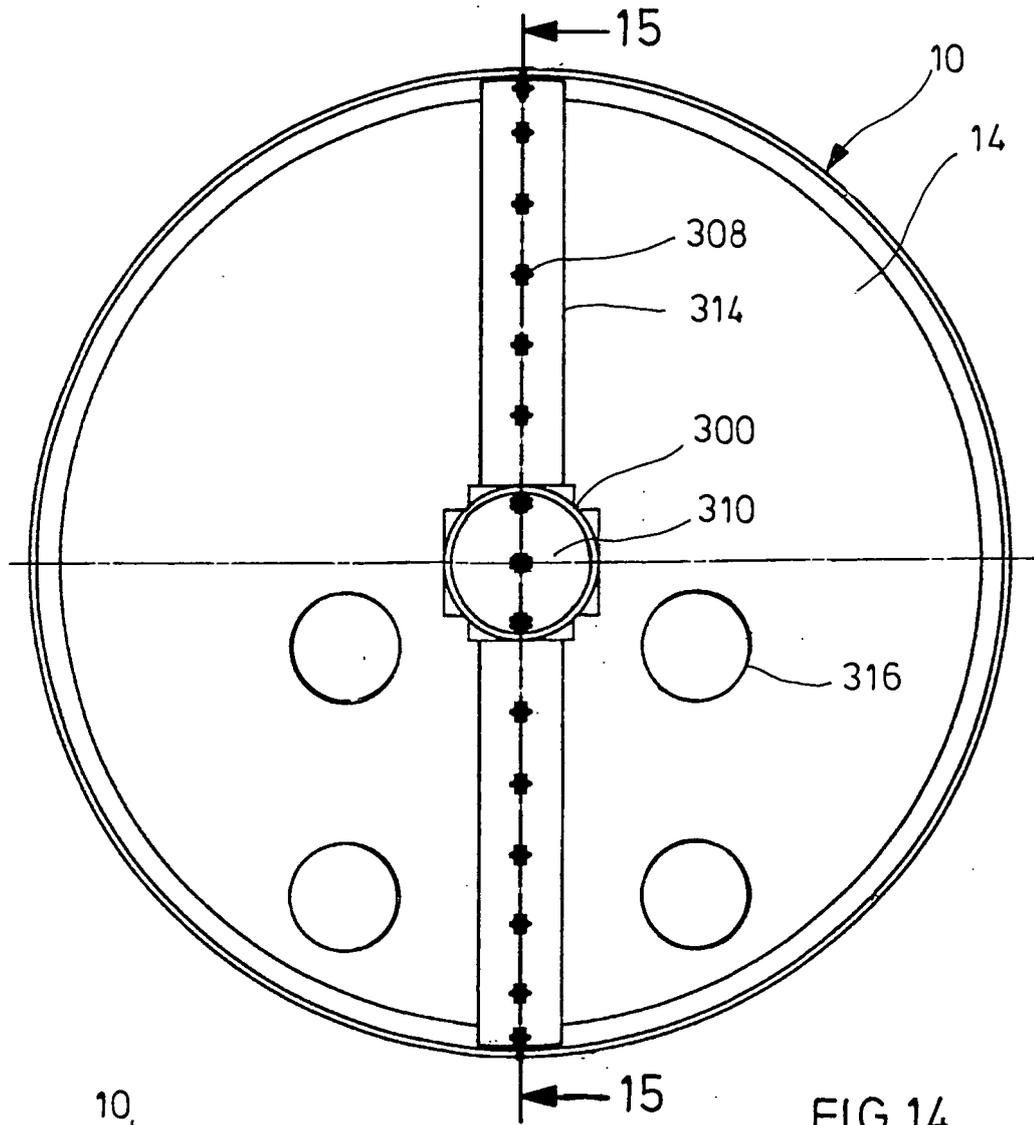


FIG. 14

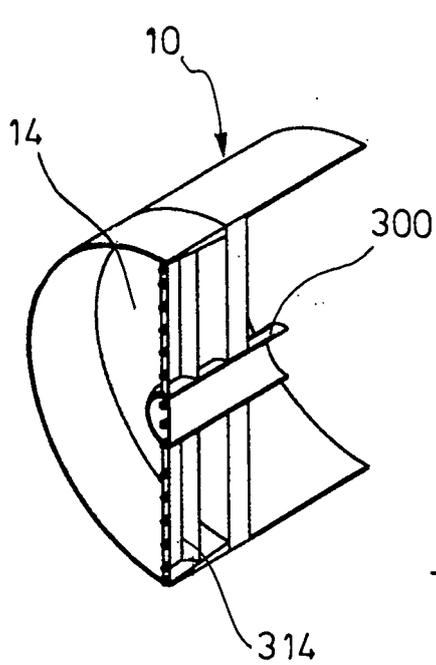


FIG. 15

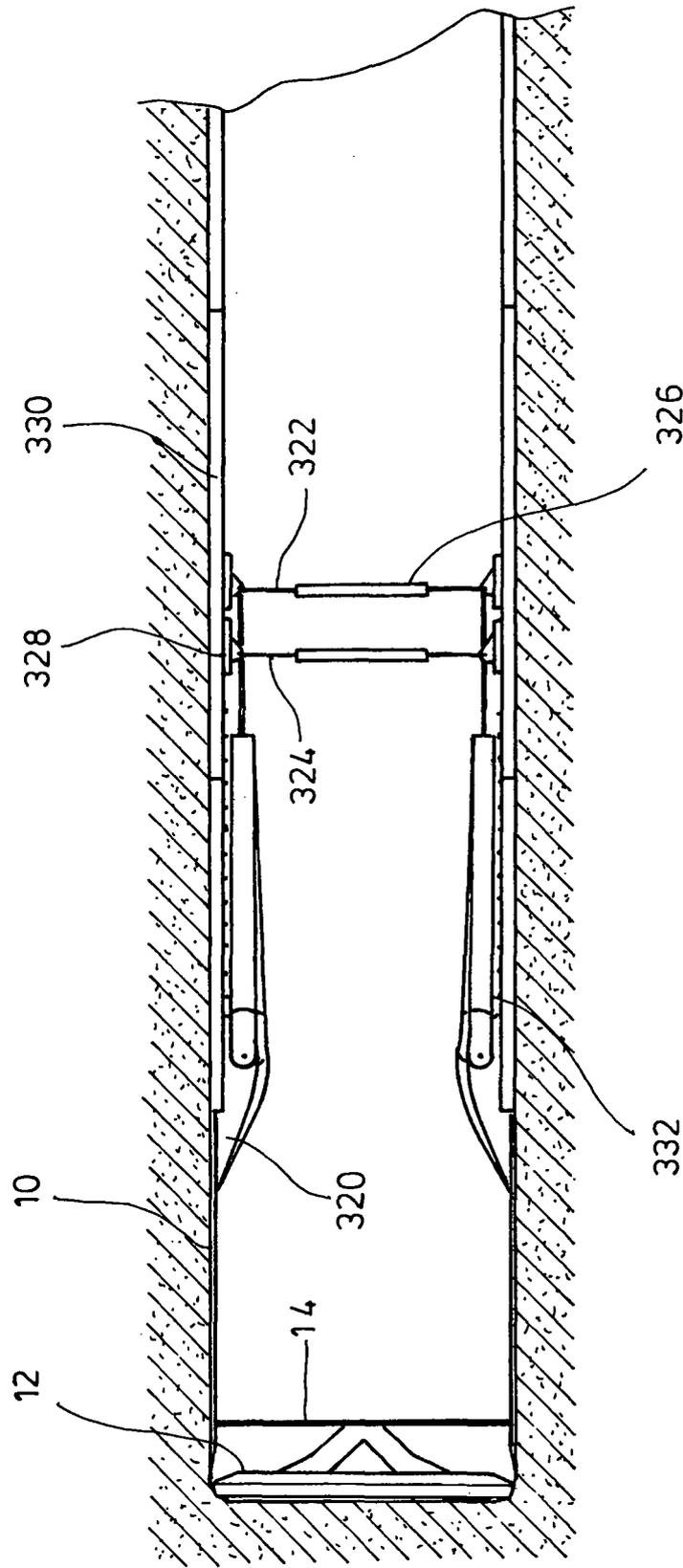
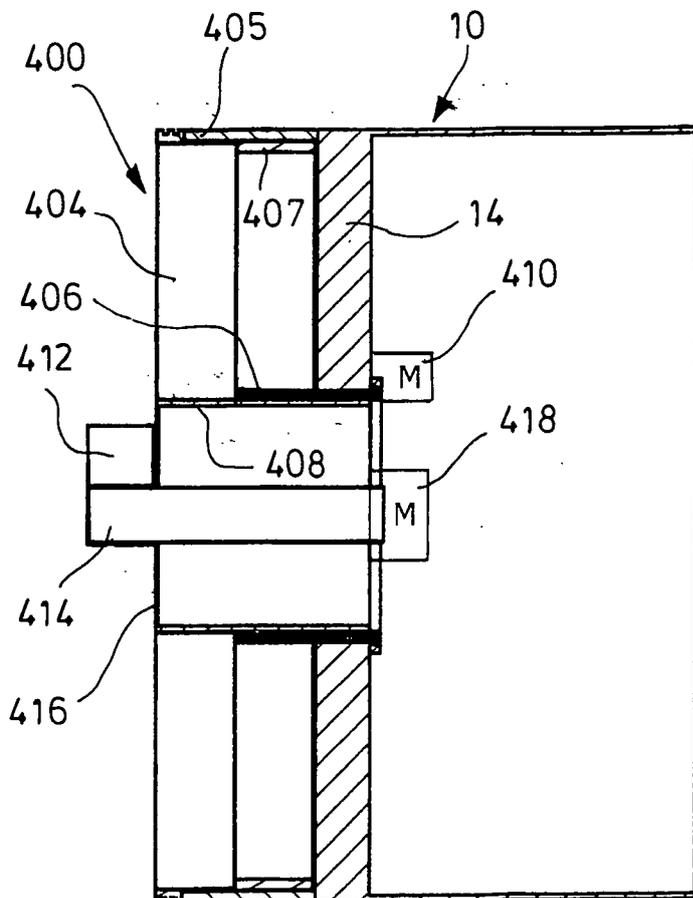
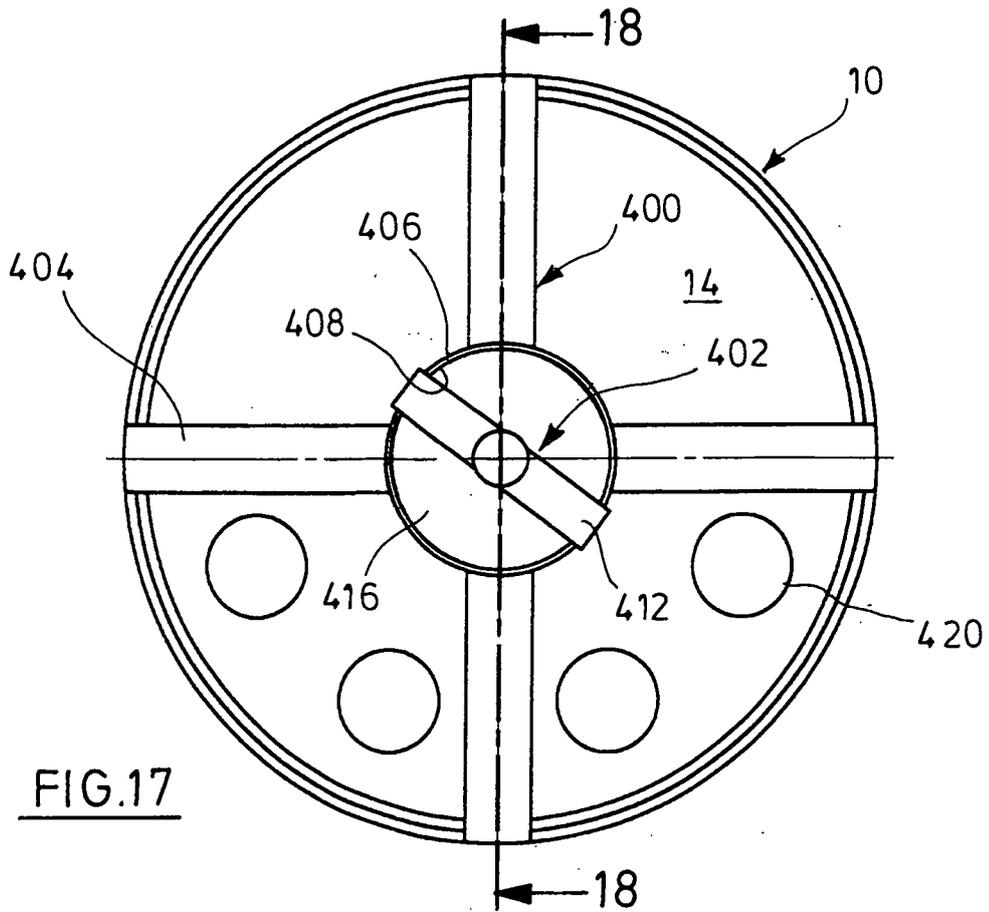


FIG. 16



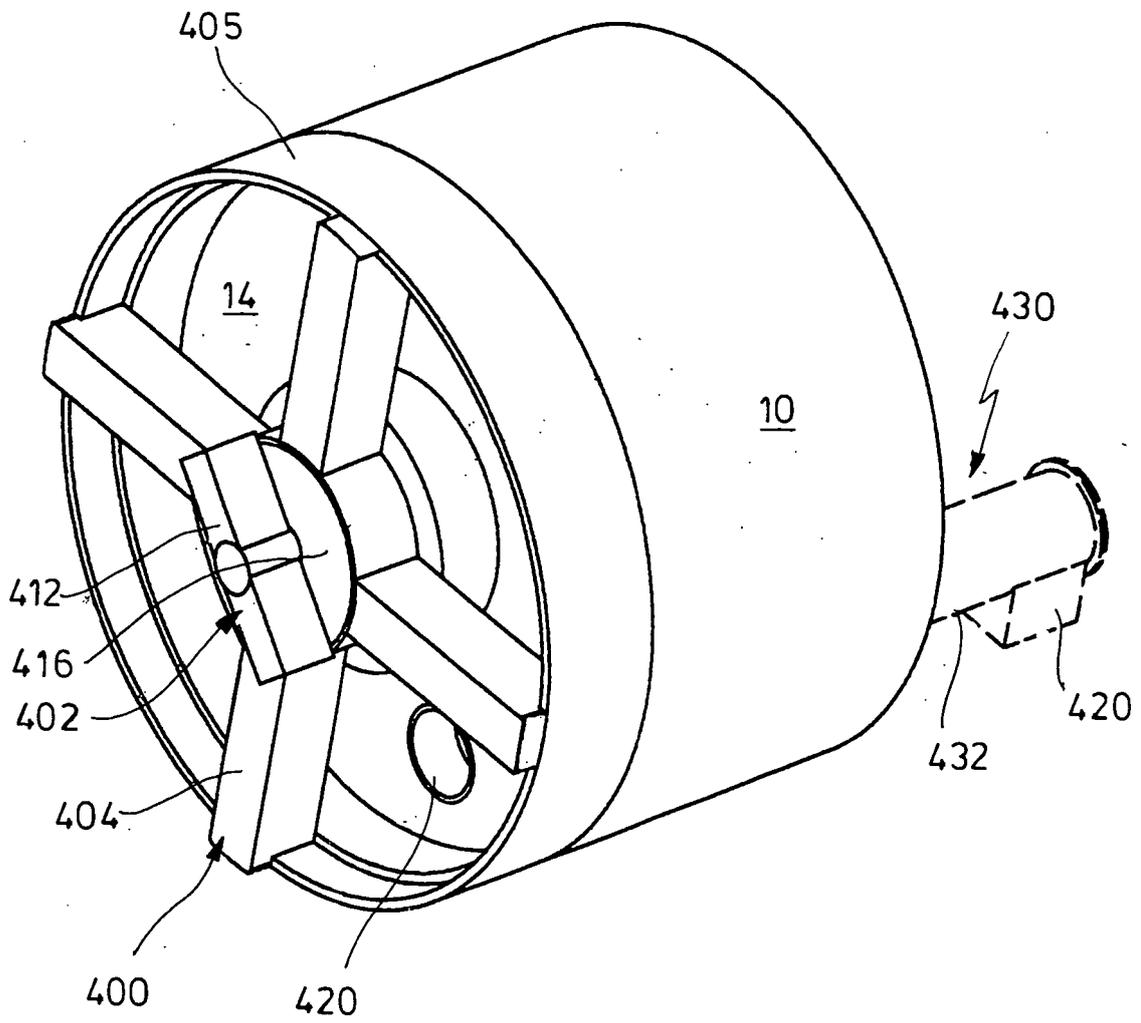


FIG.19

