



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 092 836 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.04.2001 Patentblatt 2001/16

(51) Int Cl.7: **E21D 9/10, E21D 9/08**

(21) Anmeldenummer: **00810926.6**

(22) Anmeldetag: **06.10.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Herrenknecht, Martin, Dr.Ing.-E.h.**
77963 Schwanau (DE)
• **Melis, Maynar Manuel**
28023 Pozuelo (Madrid) (ES)

(30) Priorität: **11.10.1999 CH 184799**

(74) Vertreter: **Bollhalder, Renato et al**
A. Braun
Braun Héritier Eschmann AG
Patentanwälte VSP
Holbeinstrasse 36-38
4051 Basel (CH)

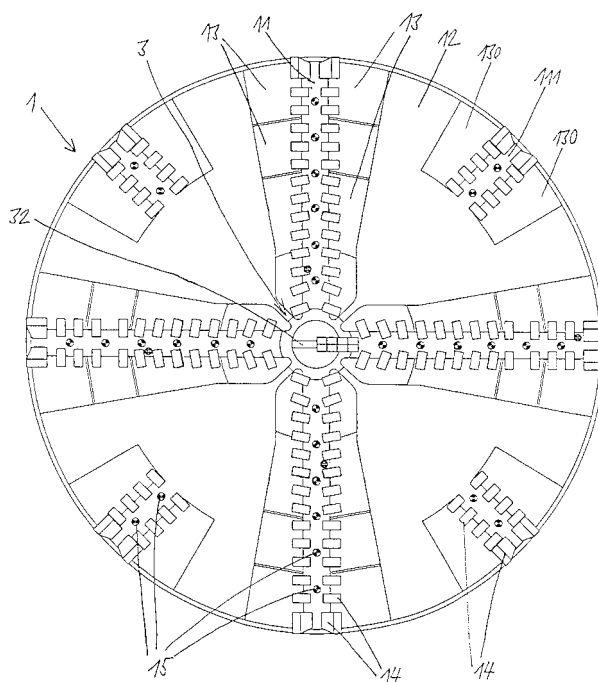
(71) Anmelder: **HERRENKNECHT
AKTIENGESELLSCHAFT**
77963 Schwanau (DE)

(54) **Bohrvorrichtung mit einem Schneidrad mit Hochdruckdüsen**

(57) Eine Bohrvorrichtung umfasst ein Schneidrad (1), das eine während des Bohrbetriebs der Ortsbrust des abzubauenen Materials zugewandte Stirnseite aufweist. An der Stirnseite des Schneidrads (1) sind an

Schneidradarmen (11, 111) eine Vielzahl von Schälmessern (14) angebracht. Zwischen den Schälmessern (14) sind Hochdruckdüsen (15) angeordnet, die während des Bohrbetriebs jeweils einen Flüssigkeitsstrahl mit Hochdruck auf die Ortsbrust richten.

Fig. 2



EP 1 092 836 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Bohrvorrichtung mit einem Schneidrad, wie sie im Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 1 definiert ist.

[0002] Zum Abbauen von Bodenmaterial in zu bohrenden Tunnels werden heutzutage oft Bohrvorrichtungen mit einem im wesentlichen hohlzylindrischen Schild und einem davor angeordneten, sich während des Bohrens drehenden Schneidrad verwendet. Mittels Vortriebspresen werden das Schild und das Schneidrad nach vorne gestossen. Beim mechanischen Tunnelvortrieb in Lockergestein wird das Material an der Ortsbrust mittels Abbaupressen, z.B. Schälmessern, abgebaut, die an der Stirnseite des Schneidrads angebracht sind. Dabei wird das Material durch die Stirnseite, die Oberkante und die beiden Flanken der Schälmesser abgespannt. Durch die Drehbewegung des Schneidrads wird das kohäsive Bodenmaterial abgeschält und in Form von Schollen in eine sich hinter dem Schneidrad befindliche Abbaukammer befördert.

[0003] Beim Schälvorgang kommt das bodenmechanische Prinzip der Überwindung der Scherfestigkeit des Bodens in Anwendung, welche als Schubspannung mit den Kenngrößen Reibungswinkel und Kohäsion definiert ist. Das Schälmesser erzeugt durch seine das Bodenmaterial berührenden Stellen im Zusammenspiel mit dem Anpressdruck und der Schneidradbewegung eine Schub-Scherspannung, die über der des Bodens liegt, wodurch es nach Überschreiten des Grenzzustands im Boden zum Versagen der Bodenmatrix kommt. Die erforderliche Gesamtschubspannung, die ein Mass für die maschinentechnische Leistung sowie den baustoffspezifischen Verschleiss darstellt, ergibt sich aus der Summe der Schubspannungen an allen den Boden berührenden Stellen des Schälmessers.

[0004] Im Zwischenraum zweier benachbarter Schälmesser kann das Bodenmaterial erfahrungsgemäss nicht gänzlich von dem dafür vorgesehenen Schälmesser der Zwischenspur abgebaut werden, wodurch es zu dem typischen Erscheinungsbild von konzentrischen Kreisen an der Ortsbrust kommen kann, die aus nicht abgebautem kohäsivem Bodenmaterial bestehen.

[0005] In der DE-C-42 06 831 ist eine derartige Bohrvorrichtung beschrieben, bei der mittels Schaum einspritzrohren in den Bereich zwischen Schneidrad und Ortsbrust und in die Abbaukammer ein Schaum eingespritzt wird, der einerseits eine Verringerung des Reibungswiderstands zwischen dem Schneidrad und der Ortsbrust bewirkt und andererseits eine Stauung des abgebauten Materials in der Abbaukammer und eine Zusetzung der letzteren verunmöglichen soll. Diese Schaum einspritzung verhindert aber die Bildung von konzentrischen Kreisen an der Ortsbrust im allgemeinen nicht.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ausgehend von dem oben beschriebenen Stand der

Technik eine Bohrvorrichtung und ein Verfahren zum Abbauen von Material mittels einer solchen Bohrvorrichtung zu schaffen, die eine Reduktion der erforderlichen Gesamtleistung zum Abbau des Bodenmaterials sowie eine Verminderung der Verschleisserscheinungen an den Abbaupressen zur Folge haben.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die erfindungsgemässe Vorrichtung und das erfindungsgemässe Verfahren gelöst, wie sie in den unabhängigen Patentansprüchen 1 und 8 definiert sind. Bevorzugte Ausführungsvarianten ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

[0008] Das Wesen der Erfindung besteht darin, dass bei einer Bohrvorrichtung mit einem Schneidrad, das eine während des Bohrbetriebs der Ortsbrust des abzubauenden Materials zugewandte Stirnseite aufweist, an der eine Vielzahl von Abbaupressen angeordnet ist, zwischen den Abbaupressen Hochdruckdüsen angeordnet sind, die während des Bohrbetriebs jeweils einen Flüssigkeitsstrahl mit Hochdruck auf die Ortsbrust richten.

[0009] Die Hochdruck-Flüssigkeitsstrahlen schneiden das kohäsive Bodenmaterial an der Ortsbrust im Zwischenraum zweier Abbaupressen hydromechanisch vor, wodurch der Materialabbau optimiert wird. Durch das Aufbrechen des Bodens mittels der scharfen Flüssigkeitsstrahlen wird die erforderliche Schubspannung zum Lösen des anstehenden Bodenmaterials an den Flanken der Abbaupressen stark reduziert, unter anderem auch dadurch, dass durch die eingebrachte Flüssigkeit ein zusätzlicher Schmiereffekt auftritt. Das hydromechanische Vorschneiden des Bodenmaterials bewirkt zudem auch eine Reduzierung der Schubspannungen an der Stirn- und Unterseite der in Zwischenspur nachfolgenden Abbaupressen, falls solche vorhanden sind.

[0010] Im folgenden werden die erfindungsgemässe Bohrvorrichtung und das erfindungsgemässe Verfahren zum Abbauen von Material unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen anhand zweier Ausführungsbeispiels detaillierter beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 - einen Vertikalschnitt durch den Bohrkopf eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemässen Bohrvorrichtung;

Fig. 2 - den Bohrkopf von Fig. 1 in einer Ansicht von vorne;

Fig. 3 - eine Ansicht von vorne eines Teils eines Schneidradarms mit darauf angeordneten Schälmessern und Hochdruckdüsen gemäss einem zweiten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Bohrvorrichtung;

Fig. 4 - einen Schnitt gemäss der Linie I-I in Fig. 3 durch den Schneidradarm mit Schälmessern und Hochdruckdüsen während des

Bohrbetriebs; und

Fig. 5 - eine Seitenansicht des Schneidradarmteils mit Schälmessern und Hochdruckdüsen von Fig. 3 während des Bohrbetriebs.

Figuren 1 und 2

[0011] Das dargestellte erste Ausführungsbeispiel eines Bohrkopfs einer erfindungsgemässen Bohrvorrichtung weist einen im wesentlichen hohlzylindrischen Schild 5 und ein davor angeordnetes, sich während des Bohrens drehendes Schneidrad 1 auf. Das Schneidrad 1 wird von einem Schneidradantrieb 2 mit einem Gehäuse 21 und einer hohlzylindrischen Antriebswelle 22 angetrieben und umfasst eine Schneidradfrontplatte 12, vier sich radial erstreckende Schneidradarme 11 und vier sich radial erstreckende Schneidradarme 111. Die Anzahl der Schneidradarme ist selbstverständlich nicht erfindungswesentlich und kann je nach Projekt verschieden sein. An der Stirnseite des Schneidrads 1 sind jeweils zwei radiale Reihen Schälmesser 14 als Abbaupressen 6 an den Schneidradarmen 11, 111 angebracht, so dass beim Drehen des Schneidrads 1 in beiden Richtungen Material abgebaut wird. Die Schälmesser 14 der Schneidradarme 11 und die Schälmesser 14 der Schneidradarme 111 sind zueinander radial versetzt, so dass ein Schälmesser eines Schneidradarms 11, 111 während des Bohrbetriebs in der Spur zwischen zwei Schälmessern 14 des benachbarten Schneidradarms 11, 111 umläuft.

[0012] Beidseits neben den Schneidradarmen 11, 111 sind Materialeinläufe 13, 130 angeordnet, d.h. Ladeöffnungen, durch die abgebautes Material in eine hinter dem Schneidrad 1 vorhandene Abbaukammer 8 gelangt. Zur Entfernung des in die Abbaukammer 8 gelangenden Materials ist eine Schneckenfördereinrichtung 4 vorhanden, die das Material aus der Abbaukammer 8 nach hinten in Richtung einer Startbaugrube zum Weitertransport zur Startbaugrube mit z.B. einem Förderband oder Schutterwagen fördert. Zur Ermöglichung von Wartungsarbeiten ist hinter der Abbaukammer 8 eine Personenschleuse 80 vorgesehen, die den Zutritt zur Abbaukammer 8 gewährleistet.

[0013] Der Vortrieb des Bohrkopfs erfolgt mittels Vortriebspresen 6, die am Schild 5 ansetzen. Mittels eines Erektors 70 werden laufend neue Ringsegmente 7, sogenannte Tübbinge, an die bereits gebildete Tunnelröhre angesetzt, so dass diese nach vorne wächst.

[0014] Insoweit unterscheidet sich die erfindungsgemässe Bohrvorrichtung nicht wesentlich von ähnlichen Bohrvorrichtungen des Standes der Technik, und was die Details der erwähnten Vorrichtungsteile und die sonst noch vorhandenen, aber nicht gezeichneten Teile der Bohrvorrichtung betrifft, wird auf diesen verwiesen.

[0015] Was bei der erfindungsgemässen Bohrvorrichtung als Neuheit hinzukommt, sind Hochdruckdüsen 15, die jeweils zwischen den beiden Reihen von Schälmes-

sern 14 an den Schneidradarmen 11, 111 angeordnet sind. Über weite Strecken ist jeweils vier Schälmessern 14 eine Hochdruckdüse 15 zugeordnet. Die Hochdruckdüsen 15 richten während des Bohrbetriebs jeweils einen Flüssigkeitsstrahl mit Hochdruck gegen die Ortsbrust des abzubauenden Materials. Die Alimentierung der Hochdruckdüsen 15 mit Flüssigkeit erfolgt über eine Drehdurchführung 3, deren sich nicht drehendes Gehäuse 31 fest mit dem Gehäuse 21 des Schneidradantriebs 2 verbunden ist. Durch ein an der Antriebswelle 22 des Schneidradantriebs 2 angekoppeltes und sich somit mit dieser mitdrehendes Innenrohr 32 und durch die Schneidradfrontplatte 12 und die Schneidradarme 11, 111 hindurch wird den Hochdruckdüsen 15 Flüssigkeit zugeführt. Als Hochdruckdüsen 15 werden handelsübliche Düsen verwendet, die einen Flüssigkeitsstrahl- druck von mindestens 100 bar, vorzugsweise mehr als 250 bar, erzeugen können.

[0016] Mindestens einige der Hochdruckdüsen 15 werden vorzugsweise in den Zwischenräumen zwischen den sich beim Drehen des Schneidrads 1 ergebenden Kreisbahnen radial beabstandeter Schälmesser 14 angeordnet. Diese Hochdruckdüsen 15 schneiden dann während des Bohrbetriebs das Material in der Zwischenspur zwischen zwei Schälmessern 14 vor und erleichtern so nicht nur den Materialabbau dieser beiden Schälmesser 14, sondern auch des nachfolgenden Schälmessers 14 der Zwischenspur, insbesondere da durch die eingebrachte Flüssigkeit noch ein zusätzlicher Schmiereffekt auftritt.

[0017] Die von den Hochdruckdüsen 15 vorzugsweise senkrecht auf die Ortsbrust 9 gerichtete Flüssigkeit ist beispielsweise Wasser oder Bentonit, kann aber auch ein Schaum sein, wie er z.B. in der DE-C-42 06 831 beschrieben ist.

[0018] Für die gesamte weitere Beschreibung gilt folgende Festlegung. Sind in einer Figur zum Zweck zeichnerischer Eindeutigkeit Bezugszeichen enthalten, aber im unmittelbar zugehörigen Beschreibungstext nicht erläutert, oder umgekehrt, so wird auf deren Erwähnung in vorangehenden Figurenbeschreibungen Bezug genommen.

Figuren 3 bis 5

[0019] Dieses zweite Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom ersten dadurch, dass jeweils zwei Schälmessern 14 eine Hochdruckdüse 15 zugeordnet ist. Jede Hochdruckdüse 15 ist etwa in der Mitte zwischen vier Schälmessern 14 angeordnet. Die Hochdruckdüsen 15 und die Schälmesser 14 sind in den Schneidradarmen 11, 111 verankert, wobei hier nur ein Schneidradarm 11 dargestellt ist. Die Schälmesser 14 haben einen rechteckigen Grundriss, senkrechte Flanken 141, 142 und sind nach aussen zum abzubauenden Material hin keilartig ausgebildet, so dass während des Bohrbetriebs durch das Drehen des Schneidrads 1 mit den Schälmessern 14 Material von der Ortsbrust 9 ab-

gespalten wird.

[0020] Die Hochdruckdüsen 15 richten auf die abzubauenende Ortsbrust 9 jeweils einen senkrechten, zu den Flanken 141, 142 der Schälmesser 14 parallelen Flüssigkeitsstrahl 150, der das Bodenmaterial hydromechanisch aufbricht und vorschneidet, so dass die Abbauwirkung der Schälmesser 14 unterstützt wird.

[0021] Zu den vorbeschriebenen Bohrvorrichtungen und Materialabbauverfahren sind weitere Variationen realisierbar. Hier ausdrücklich erwähnt seien noch:

- Die Flüssigkeitsstrahlen 150 der Hochdruckdüsen 15 müssen nicht unbedingt senkrecht auf die Ortsbrust 9 gerichtet sein. Denkbar sind auch schräg auf die Ortsbrust 9 auftreffende Flüssigkeitsstrahlen 150, beispielsweise wenn Schälmesser 14 mit schrägen Flanken 141, 142 verwendet werden.
- Die Anzahl und Anordnung der Hochdruckdüsen 15 und Schälmesser 14 kann in mannigfaltiger Weise variieren.

Patentansprüche

1. Bohrvorrichtung mit einem Schneidrad (1), das eine während des Bohrbetriebs der Ortsbrust (9) des abzubauenenden Materials zugewandte Stirnseite aufweist, an der eine Vielzahl von Abbauwerkzeugen (14) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Abbauwerkzeugen (14) Hochdruckdüsen (15) angeordnet sind, die während des Bohrbetriebs jeweils einen Flüssigkeitsstrahl (150) mit Hochdruck auf die Ortsbrust (9) richten. 30
2. Bohrvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der mit den Hochdruckdüsen (15) erzeugbare Flüssigkeitsstrahldruck mindestens 100 bar, vorzugsweise mindestens 250 bar, beträgt. 40
3. Bohrvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einige der Hochdruckdüsen in den Zwischenräumen zwischen den sich beim Drehen des Schneidrads (1) ergebenden Kreisbahnen radial beabstandeter Abbauwerkzeuge (14) angeordnet sind. 45
4. Bohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckdüsen (15) so ausgerichtet sind, dass die Flüssigkeitsstrahlen (150) während des Bohrbetriebs jeweils senkrecht auf die Ortsbrust (9) auftreffen. 50
5. Bohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass an mehreren sich radial erstreckenden Schneidradarmen (11, 111) jeweils zwei radiale Reihen der Abbauwerkzeuge 55

(14) angeordnet sind und die Hochdruckdüsen (15) jeweils zwischen den beiden Reihen angeordnet sind.

- 5 6. Bohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Hochdruckdüse (15) jeweils zwischen vier Abbauwerkzeugen (14) angeordnet ist.
- 10 7. Bohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Abbauwerkzeuge Schälmesser (14) sind.
- 15 8. Verfahren zum Abbauen von Material mittels einer Bohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem während des Bohrbetriebs ein Schneidrad (1) gedreht wird, das eine der Ortsbrust (9) des abzubauenenden Materials zugewandte Stirnseite aufweist, an der eine Vielzahl von Abbauwerkzeugen (14) angeordnet sind, die an der Ortsbrust (9) Material abbauen, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Abbauwerkzeugen (14) angeordnete Hochdruckdüsen (15) während des Bohrbetriebs jeweils einen Flüssigkeitsstrahl (150) mit Hochdruck auf die Ortsbrust (9) richten und so das Material vorschneiden. 20
- 25 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckdüsen (15) Flüssigkeit mit einem Druck von mindestens 100 bar, vorzugsweise mindestens 250 bar, auf die Ortsbrust (9) richten. 30
- 35 10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die von den Hochdruckdüsen (15) auf die Ortsbrust (9) gerichtete Flüssigkeit Wasser, Bentonit oder ein Schaum ist. 40

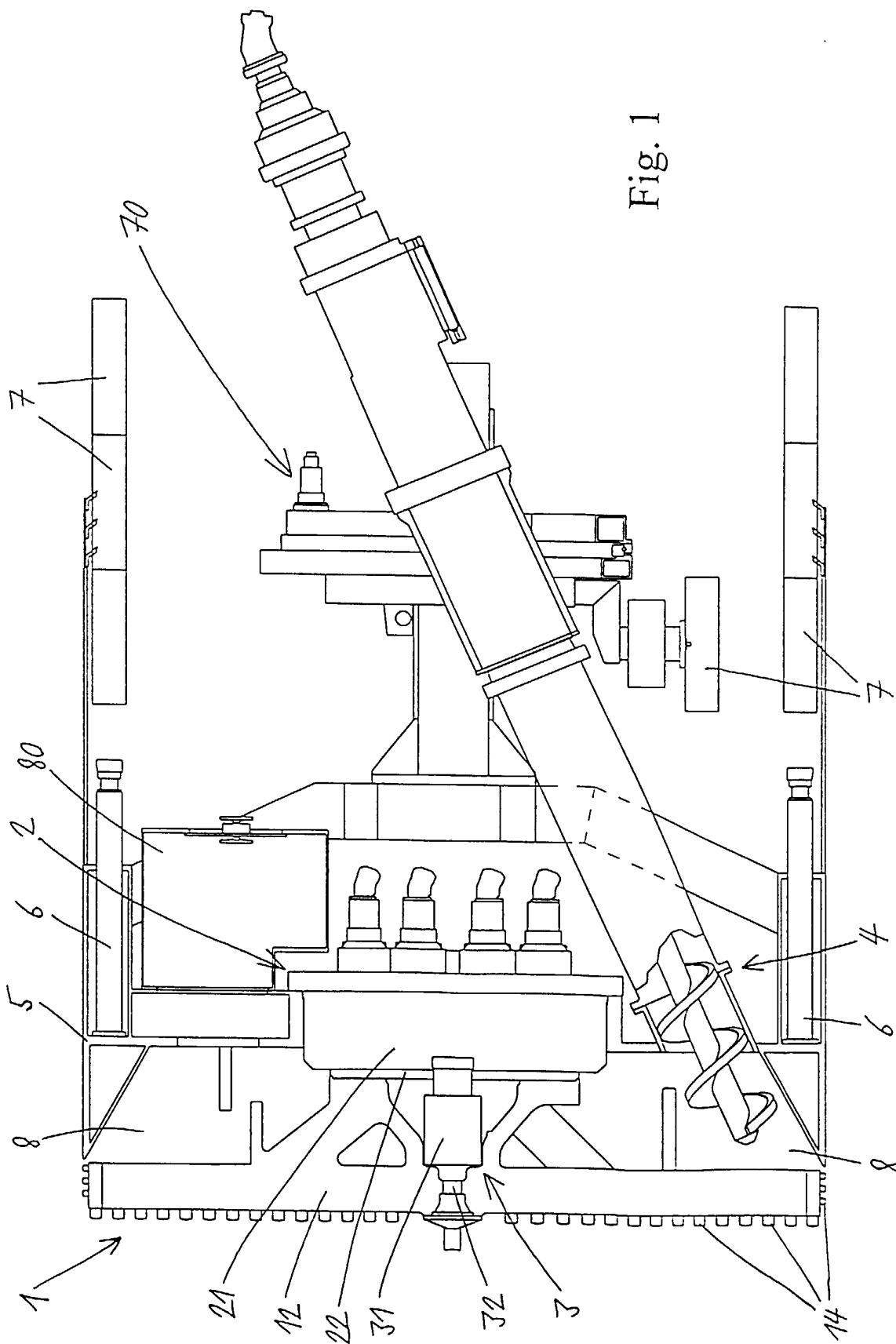


Fig. 1

Fig. 2

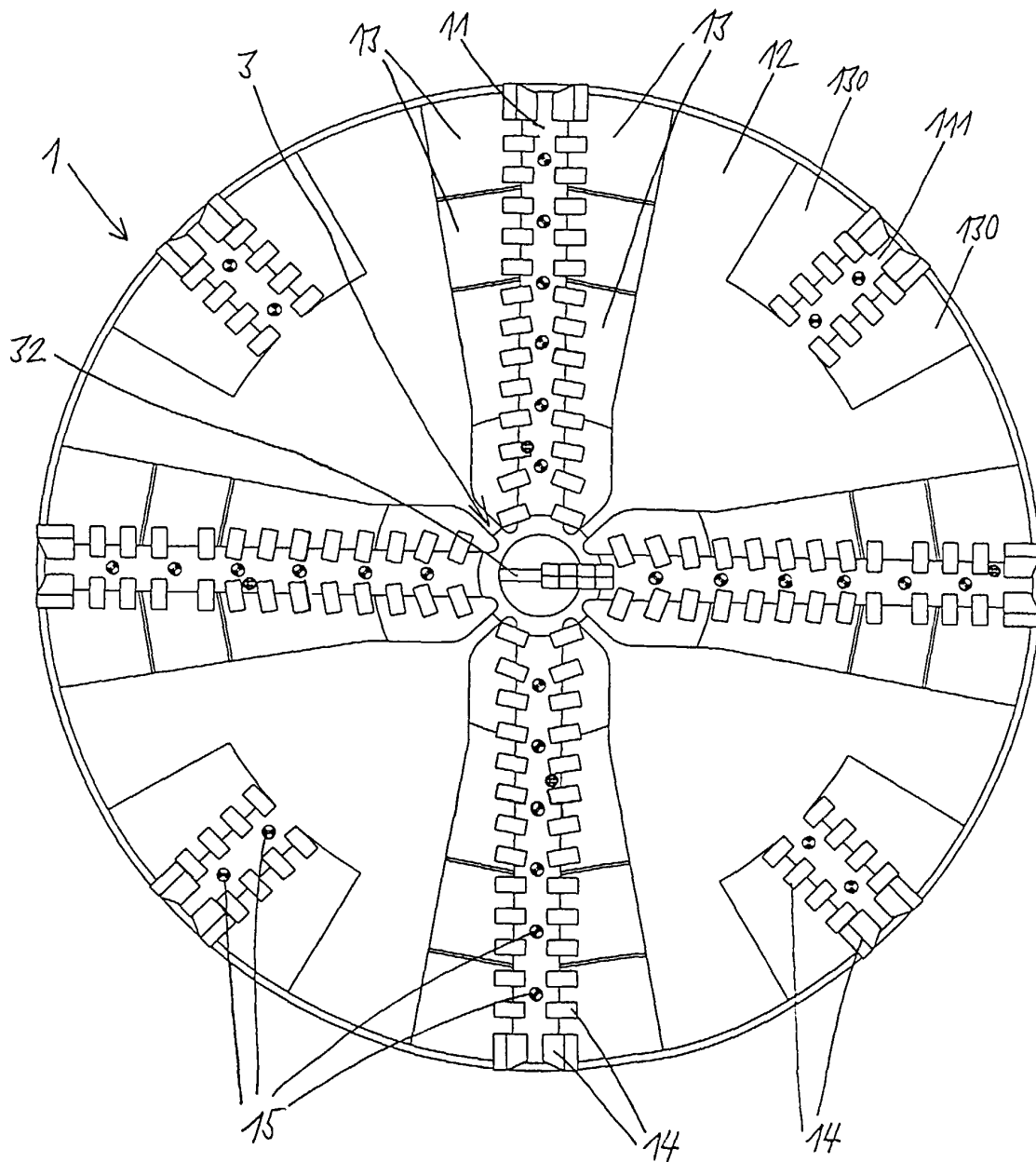


Fig. 3

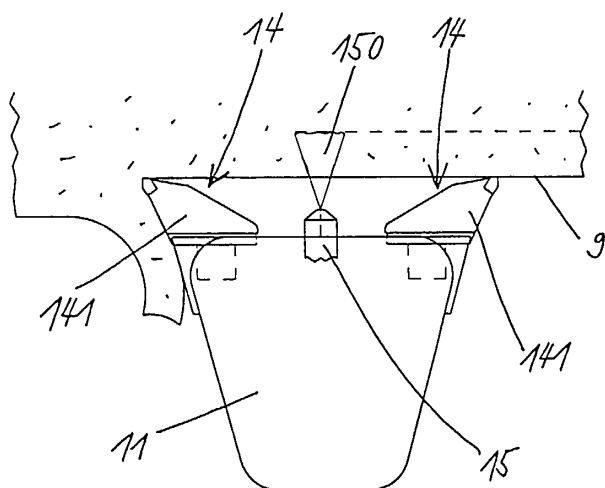
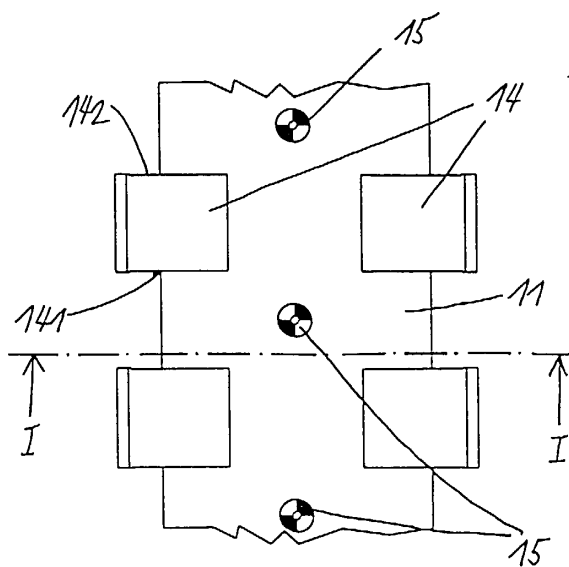


Fig. 4

Fig. 5

