

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 764 761 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
04.04.2001 Patentblatt 2001/14

(51) Int Cl.7: **E21D 9/12, E21D 9/08**

(21) Anmeldenummer: **96114882.2**

(22) Anmeldetag: **17.09.1996**

(54) **Tunnelbohrmaschine**

Tunnel boring machine

Machine de forage de tunnels

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK FR GR IT LI NL

(30) Priorität: **20.09.1995 DE 19534814**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.03.1997 Patentblatt 1997/13

(73) Patentinhaber: **Wirth Maschinen- und
Bohrgeräte-Fabrik GmbH
41812 Erkelenz (DE)**

(72) Erfinder: **Leipe, Werner
41836 Hückelhoven (DE)**

(74) Vertreter: **Palgen, Peter, Dr. Dipl.-Phys. et al
König-Palgen-Schumacher-Kluin
Patentanwälte
Mulvanystasse 2
40239 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**WO-A-92/22732 DE-A- 3 418 180
DE-A- 3 445 578 DE-A- 3 514 563
DE-A- 4 439 865 FR-A- 2 607 549**

EP 0 764 761 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Tunnelbohrmaschine der dem Oberbegriff des Anspruchs 1 entsprechenden Art.

[0002] Nächstliegender Stand der Technik wird in der WO-A-9222732 gesehen.

[0003] Derartige Tunnelbohrmaschinen sind bekannt. Das Prinzip, das andringende Grundwasser im Arbeitsbereich einer Tunnelbohrmaschine durch Druckluft zurückzudrücken, ist auch in dem Buch von Günter Kühn "Der maschinelle Tiefbau" Verlag B.G. Teubner Stuttgart (1992), Seite 355 beschrieben.

[0004] Bei den bekannten Tunnelbohrmaschinen der in Rede stehenden Art läßt es sich insbesondere bei stärkerem Grundwasserandrang nicht vermeiden, daß das ausgeschleuste Material eine Mischung aus Grundwasser und Bohrgut, also eine Art Schlempe oder Schlamm bildet, die auf den ausfördernden Förderbändern zu starken, den Betrieb behindernden Verschmutzungen führt.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, auch in Fällen andringenden Grundwassers das Bohrgut mit nur einem geringen Wasseranteil ausschleusen zu können.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die in Anspruch 1 wiedergegebene Erfindung gelöst.

[0007] Wenn viel Grundwasser andringt, ist die Fördereinrichtung normalerweise bis zu der Einrichtung zum Ausschleusen des Bohrguts mit Wasser gefüllt. Bei der Erfindung bietet der ansteigende Endabschnitt der Fördereinrichtung die Möglichkeit, innerhalb der Fördereinrichtung einen Wasserspiegel aufrechtzuerhalten, oberhalb dessen sich nur Druckluft befindet. Das Bohrgut auf oder in der Fördereinrichtung taucht an dem Wasserspiegel aus dem Wasser auf und verliert das mit ihm transportierte Wasser, welches in den Wasserspiegel zurückströmt. Das in die Schleuse gelangende Bohrgut ist zwar noch naß, schleppt aber keine großen Mengen Wasser mehr mit, so daß die Verschmutzung der nachfolgenden Fördereinrichtungen durch schlempe- oder schlammartige Bohrgutmasse wesentlich vermindert ist.

[0008] Es muß dafür gesorgt sein, daß der ansteigende Endabschnitt einen Siphon bildet. Damit soll gemeint sein, daß die über dem Wasserspiegel in dem Endabschnitt anstehende Druckluft keine Gelegenheit haben darf, unmittelbar auf einem steigenden Weg zu entweichen, sei dieser nun mit Wasser gefüllt oder nicht. Es muß vielmehr für das in dem ansteigenden Endabschnitt befindliche Wasser eine tiefste Stelle vorhanden sein, die von der Luft überwunden werden müßte, wenn sie zum Bereich des Bohrkopfes hin entweichen wollte. Die Luftblasen bewegen sich aber im Wasser nicht nach unten, so daß die Druckluft in dem Bereich oberhalb des Wasserspiegels verbleibt. Ein Vorteil besteht auch darin, daß die benötigte Druckluftmenge auf diese Weise in Grenzen bleibt.

[0009] Der "ansteigende Endabschnitt" der Fördereinrichtung kann insbesondere in der in Anspruch 2 wiedergegebenen Weise verwirklicht werden, wonach also die Fördereinrichtung zwei hintereinandergeschaltete einzelne Förderer umfaßt, von denen der zweite unterhalb des ersten anfängt. Dadurch werden die konstruktiven Voraussetzungen der Ausbildung eines Siphons und der Ausbildung einer ausreichenden Gehäusehöhe des zweiten Förderers in dem relativ engen Tunnelprofil verbessert.

[0010] Als Förderer kommen die für die Förderung eines Materials wie Bohrgut aus dem Tunnelbau bekannten Konstruktionen in Betracht, insbesondere jedoch ein Bandförderer für den ersten Förderer und ein Kratzförderer für den ansteigenden zweiten Förderer.

[0011] Zur Bildung des Siphons ist die Ausgestaltung nach Anspruch 3 zweckmäßig. Die Oberseite des Gehäuses des zweiten Förderers verläuft relativ dicht über dem zweiten Förderer, so daß am Übergang zu dem Gehäuseteil des ersten Förderers die Siphonstelle leicht gebildet werden kann.

[0012] Die Einrichtung zum Ausschleusen des Bohrguts kann gemäß Anspruch 4 eine Doppelschleuse umfassen.

[0013] Anspruch 5 gibt eine empfehlenswerte Bemessung der Gehäusehöhe an, d.h. der Differenz zwischen der Siphonstelle und der höchsten Stelle der Unterseite des Gehäuses im Bereich der Schleuse. Der Wasserspiegel muß im Bereich dieser Gehäusehöhe verbleiben. Fällt er unter den Siphonspiegel, kann die Druckluft direkt einen steigenden Weg nehmen und bläst durch das Gehäuse des ersten Förderers in den Bereich des Bohrkopfes ab. Steigt der Wasserspiegel bis oberhalb der höchsten Stelle der Unterseite des Gehäuses des zweiten Förderers, so strömt das Wasser in die Schleuse und gelangt auf die weiterfördernde Fördereinrichtung, was gerade vermieden werden soll. Größere Druckluftmengen können ohne größeren Aufwand mit einer Toleranz von etwa 0,1 bar gesteuert werden. 0,1 bar entspricht einer Höhe einer Wassersäule von 1 m. Mindestens eine Höhe von 2 m muß also in dem Bereich des ansteigenden Endabschnitts der Fördereinrichtung als Spielraum für den Wasserspiegel zur Verfügung stehen.

[0014] Die Erfindung verkörpert sich auch in einem Betriebsverfahren nach Anspruch 6, bei welchem also der Wasserspiegel in dem erwähnten ansteigenden Endbereich gehalten wird.

[0015] Die erfindungsgemäße Tunnelbohrmaschine ermöglicht aber ohne Änderungen auch noch eine weitere Betriebsweise, die in Anspruch 7 festgehalten ist. Wenn nämlich in Gebirgsbereichen mit nicht zu großem Grundwasserandrang und relativ dichten Gesteinsformationen der Druck in dem ansteigenden Endbereich stärker erhöht wird, so kann auf diese Weise das Grundwasser aus dem Bereich des ersten Förderers und des Bohrkopfes ganz verdrängt und in das Gebirge ausreichend weit zurückgedrängt werden, so daß der Bohr-

kopf nicht unter Wasser, sondern nur unter einem gewissen Luftüberdruck arbeiten kann, was Vorteile bietet.

[0016] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt.

[0017] Sie zeigt einen durch die Tunnelachse gehenden Längsschnitt durch den vorderen Teil einer im Tunnel arbeitenden Tunnelbohrmaschine.

[0018] Die als Ganzes mit 100 bezeichnete Tunnelbohrmaschine dient zum Auffahren eines Tunnels 1 in einem Gebirge 2. Von der Tunnelbohrmaschine 100 sind nur die für die Erfindung wichtigen Komponenten wiedergegeben. Der der Ortsbrust 3 benachbarte vordere Teil der Tunnelbohrmaschine 100 hat eine Achse A, die im wesentlichen mit der Mittellinie M des Tunnels 1 übereinstimmt, wobei die letztere nicht gerade sein muß, sondern auch im Bogen verlaufen kann.

[0019] In dem Maschinenkörper 20 der Tunnelbohrmaschine 100 ist ein das Tunnelprofil senkrecht zu der Achse M bestimmender scheibenförmiger Bohrkopf 10 um die Achse A drehbar gelagert, der auf seiner der Ortsbrust 3 zugewandten Seite mit Bohrwerkzeugen 11, 12, 13, 14, 15 geeigneter Art und Anordnung bestückt ist, die das Gebirge zerkleinern. Der Bohrkopf 10 weist einen nach hinten, d.h. von der Ortsbrust 3 hinweg entgegen der Vortriebsrichtung sich erstreckenden Lageransatz 16 auf, an welchem er in dem Maschinengehäuse 20 gelagert ist. Unmittelbar hinter dem eigentlichen Bohrkopf 10 ist eine Auffangeinrichtung 17 für das Bohrgut vorgesehen, in die das gelöste Bohrgut entweder unmittelbar hineinfällt oder die es mit einer Art Schaufel 18 vom Boden des Tunnels 1 aufnimmt. Die Sammel-einrichtung 17 gibt das Bohrgut in einen Trichter 19 ab, aus dem das Bohrgut 3 in der durch die Punkte angedeuteten Weise auf den Aufgabebereich 31 eines ersten Förderers 30 in Gestalt eines horizontalen Förderbandes herabfällt.

[0020] Das Maschinengehäuse 20 ist über eine als Ganzes mit 6 bezeichnete Schildanordnung am Innenumfang des Tunnels 1 abgestützt. In dieser Schildanordnung ist durch eine Querwandung 27 ein Druckschott 21 gebildet, welches von dem Lageransatz 16 entgegen der Vortriebsrichtung durchgriffen ist. Durch Dichtungen 22 erfolgt eine Abdichtung des Aussenumfangs des Lageransatzes 16 gegenüber der für den Durchgriff des Lageransatzes 16 in der Querwandung 27 belassenen Öffnung. Der Antrieb des Bohrkopfes 10 um die Achse A geschieht mittels eines Hydromotors 23. Ein Zugang zu dem ortsbrustseitigen Bereich hinter der Querwand 27 ist über Schleusen 24, 25, 26 möglich.

[0021] Unmittelbar hinter dem vorderen Teil der Tunnelbohrmaschine ist eine Tübbing-Setzeinrichtung 4 vorgesehen, die die durch längliche Rechtecke angedeuteten Tübbinge 5 zur Abstützung der zuvor gebohrten Tunnelwandung setzt.

[0022] Der erste Förderer 30 wirft das Bohrgut B an seinem Abgabeende 32 auf den Aufgabebereich 41 eines zweiten Förderers 40 ab. Der Aufgabebereich 41 liegt dementsprechend mit einem Abstand unterhalb

des Abgabeendes 32. Der zweite Förderer 40 ist ein im wesentlichen geradlinig schräg nach oben durch einen Durchlaß der Tübbing-Setzeinrichtung 4 hindurchführender Kratzförderer, der das Bohrgut B an seinem oben gelegenen Abgabeende 42 in eine als Ganzes mit 50 bezeichnete Doppelschleuse abwirft.

[0023] Die Doppelschleuse 50 umfaßt eine erste Schleuse 51 mit einem vertikalen, unterhalb des Abgabeendes 42 gelegenen Speicherschacht 52, der am unteren Ende durch einen hängend gelagerten teilzylindrischen Verschlussschieber 53 verschließbar ist. Das Bohrgut B sammelt sich in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise auf dem Verschlussschieber 53 bis zu einer bestimmten Menge in einer Art Zwischenspeicherung an. Der Verschlussschieber 53 kann um seine Schwenkachse 54 in eine Stellung 53' verlagert werden, in der er den Querschnitt des Speicherschachtes 52 freigibt, so daß das darin angesammelte Bohrgut B in einen Speicherschacht 56 einer darunterliegenden zweiten Schleuse 55 herabfällt, die ihrerseits durch einen Verschlussschieber 57 verschlossen ist, der hängend um eine Achse 58 schwenkbar gelagert ist und aus der ausgezogen wiedergegebenen Verschlussstellung 57 in die gestrichelt angedeutete Öffnungsstellung 57' gebracht werden kann. Das auf den Verschlussschieber 57 herabgefallene Bohrgut fällt bei geöffnetem Verschlussschieber 57 auf den Aufgabebereich 71 eines anschließenden Förderers 70, der das Bohrgut B aus der Tunnelbohrmaschine 100 nach hinten heraus zum Abtransport durch den bereits aufgefahrenen Tunnel weiterfördert.

[0024] Die gesamte Förderstrecke von der Sammel-einrichtung 17 bis zu der Schleuse 50 ist von einem druckdichten Gehäuse 60 umgeben, welches einen ersten, den ersten Förderer 30 umhausenden Gehäuseteil 61, einen von dessen in der Zeichnung rechtem Ende ausgehenden vertikal nach unten ausgehenden Schacht 62 sowie einen den zweiten Förderer 40 umgebenden ansteigenden Gehäuseteil 63 umfaßt, der in die Doppelschleuse 50 übergeht. Der Gehäuseteil 61 durchgreift die Querwandung 27 und reicht bis unter den Trichter 19, wobei der Gehäuseteil 61 und die Querwandung 21 druckdicht miteinander verbunden sind.

[0025] Auch die Doppelschleuse 50 ist druckdicht ausgebildet. Der Verschlussschieber 53 verlagert sich innerhalb eines druckdichten Gehäuseteils 59 und kann innerhalb desselben geöffnet werden, ohne daß der in dem Gehäuseteil 63 herrschende Druck nach außen abbläst, sofern der Verschlussschieber 57 geschlossen ist.

[0026] Das Gehäuseteil 63 bildet an seiner Oberseite eine tiefste Stelle 64 mit einem Niveau 65. Ferner bildet das Gehäuseteil 63 an seiner Unterseite eine höchste Stelle 66 mit einem Niveau 67. Der Niveauunterschied ist mit h bezeichnet.

[0027] Wenn in dem Tunnel 1 im Bereich der Ortsbrust Grundwasser andrängt, füllt sich der durch die Querwandung 27 abgeteilte Bereich des Tunnels 1 mit

Wasser, welches durch die Wellenlinien W angedeutet sein soll. Ebenso füllt sich das gesamte Gehäuse 60 bis hin zu der ersten Schleuse 51.

[0028] Es kann nun durch einen Anschluß 68 im oberen Bereich des Gehäuseteils 63 Druckluft eingepreßt werden, die den Wasserspiegel S_p durch den Gehäuseteil 63 zurückdrückt, wie es aus der Zeichnung ersichtlich ist. Wie weit der Wasserspiegel S_p bei einem bestimmten Druck der Druckluft zurückgedrückt wird, hängt von dem Gegendruck des Grundwassers in dem Bereich 0 ab. Bei einem bestimmten Luftdruck stellt sich ein Gleichgewicht ein.

[0029] Der zweite Förderer 40 bildet einen Siphon, dessen tiefste Stelle 64 auf dem Niveau 65 gelegen ist. Fällt der Wasserspiegel S_p unter das Niveau 65, so kann die Druckluft oberhalb des Wasserspiegels direkt nach oben in den Bereich 0 entweichen und ungenutzt und unerwünscht abblasen. 65 ist also die untere Grenze der im ordnungsgemäßen Betrieb zulässigen Höhe des Wasserspiegels S_p .

[0030] Steigt der Wasserspiegel S_p über das Niveau 67, so strömt Wasser in die erste Schleuse 51 ein und gelangt auf den weiteren Förderer 70, was gerade vermieden werden soll, damit dieser kein schlempen- oder schlammartiges Material transportieren muß. Die zulässige Lage des Wasserspiegels S_p ist also andererseits durch die obere Grenze 67 gekennzeichnet.

[0031] Große Druckluftmengen lassen sich mit praktikablem Aufwand etwa mit einer Toleranz von 0,1 bar entsprechend 1 m Wassersäule steuern. Wenn also bei einer solchen Genauigkeit der Steuerung ein sicherer Betrieb der Tunnelbohrmaschine 100 möglich sein soll, muß die Niveaudifferenz h mindestens 2 m betragen, denn es muß ja davon ausgegangen werden, daß der Sollwert des Drucks um 0,1 bar nach oben oder unten von dem eingestellten Wert abweicht. Aus diesem Grund ist die relativ steile Anordnung des zweiten Förderers 40 notwendig.

[0032] Wenn nun im Betrieb das Bohrgut B auf dem zweiten Förderer 40 gefördert wird, taucht dessen oberes, das Bohrgut B tragende Trum aus dem Wasserspiegel S_p auf und verliert das mitgeschleppte Wasser, welches in die Wassermenge unter dem Spiegel S_p zurückströmt. Das auf diese Weise von den großen Wasseranteilen befreite Bohrgut B wird an dem Abgabeende 52 in der angedeuteten Weise in die erste Schleuse 51 auf den Verschlußschieber 53 abgegeben. Wenn sich dort eine ausreichende Menge angesammelt hat, wird bei geschlossenem Verschlußschieber 57 die Bohrgutmenge auf diesen herabfallen, wenn der Verschlußschieber 53 in die Stellung 53' gebracht wird. Da der Verschlußschieber 57 dicht ist, entweicht keine wesentliche Luftmenge nach außen. Nach der Abgabe der gespeicherten Bohrgutmenge wird der Verschlußschieber 53 wieder geschlossen und dann der Verschlußschieber 57 geöffnet, der die Bohrgutmenge auf den weiteren Förderer 70 ausläßt. Auf diese Weise gelangt ein Bohrgut ohne übermäßige Wasserbeimengung

auf diesen weiteren Förderer 70. Voraussetzung dafür ist, daß der Wasserspiegel S_p innerhalb der Gehäusehöhe h gehalten wird. Dies geschieht durch entsprechende Bemessung des Drucks an dem Anschluß 68.

[0033] Wird dieser Druck erhöht, so kann auch das Wasser ganz aus dem Gehäuse 63 und dem Bereich 0 verdrängt werden. In dem Bereich 0 herrscht dann ein solcher Luftdruck, daß das Grundwasser in dem umgebenden Gestein zurückgehalten wird und in dem Bereich 0 im wesentlichen wasserfrei gearbeitet werden kann. Dies hängt aber von der Menge des andrängenden Grundwassers und auch von der Qualität des anstehenden Gebirges ab.

Patentansprüche

1. Tunnelbohrmaschine (100),

mit einem Maschinenkörper (20),
mit einem an dem Maschinenkörper (20) um eine im wesentlichen in der Tunnelachse (M) gelegene Achse (A) drehbaren Bohrkopf (10), dessen Arbeitsquerschnitt dem Tunnelprofil entspricht,
mit Mitteln zum Andrücken des Bohrkopfs (10) in Vortriebsrichtung gegen die Ortsbrust,
mit einem hinter dem Bohrkopf (10) gelegenen, gegen diesen durch eine Drehdichtung (22) abgedichteten Druckschott (21) zum Zurückhalten von von der Ortsbrust (3) herandringendem Grundwasser durch Druckluftbeaufschlagung, mit einer das Druckschott (21) durchgreifenden, bis in den Bereich des Bohrkopfes (10) reichenden Fördereinrichtung zum Abtransport des am Bohrkopf (10) aufgenommenen Bohrguts (B) durch das Druckschott (21) nach hinten,
mit einem die Fördereinrichtung druckdicht umschließenden Gehäuse (60)
und mit einer am Abgabeende (42) der Fördereinrichtung vorgesehenen Einrichtung (50) zum Ausschleusen des Bohrguts (B) in den drucklosen Raum hinter dem Druckschott (21),

dadurch gekennzeichnet,

daß die Fördereinrichtung einen gegen das Abgabeende (42) ansteigenden, einen Siphon bildenden Endabschnitt (40) aufweist, der mit Druckluft unter einem auf den Druck des andringenden Grundwassers abgestimmtem Druck füllbar ist.

2. Tunnelbohrmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Fördereinrichtung in zwei in einem gemeinsamen druckdichten Gehäuse (60) untergebrachte Förderer (30,40) unterteilt ist und der zweite Förderer (40) seinen Aufgabebereich

reich (41) mit Abstand unterhalb des Abgabeendes (32) des ersten Förderers (30) hat sowie den ansteigenden Endabschnitt der Fördereinrichtung bildet.

3. Tunnelbohrmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das gemeinsame druckdichte Gehäuse (60) an seiner Oberseite im Bereich des Übergangs zwischen den Förderern (30,40) eine ausgeprägte tiefste Stelle (64) aufweist. 10
4. Tunnelbohrmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einrichtung (50) zum Ausschleusen des Bohrguts (B) eine unterhalb des Abgabeendes (42) des zweiten Förderers (40) angeordnete Doppelschleuse (51,55) umfaßt. 15
5. Tunnelbohrmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gehäusehöhe (h) im Bereich des ansteigenden Endabschnitts mindestens der im Bereich des zweiten Förderers (40) als Wassersäule mindestens dem im Bereich des zweiten Förderers (40) einhaltbaren Drucktoleranzbereichs der Druckluft entspricht. 20 25
6. Verfahren zum Betrieb einer Tunnelbohrmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Druck der Druckluft so gewählt wird, daß der Wasserspiegel (S_p) in dem Bereich des ansteigenden Endabschnitts (40) der Fördereinrichtung verbleibt. 30
7. Verfahren zum Betrieb einer Tunnelbohrmaschine (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Druck der Druckluft so gewählt wird, daß das Grundwasser im Bereich der Ortsbrust (3) zurückgedrängt wird und der Arbeitsbereich des Bohrkopfs (10) weitgehend wasserfrei bleibt. 35 40

Claims

1. Tunnel boring machine (100),
with a machine body (20),
with a boring head (10) rotatable on the machine body (20) about an axis (A) lying substantially on the axis (M) of the tunnel, the working cross section of the boring head corresponding to the profile of the tunnel,
with means for the urging the boring head (10) against the working face in the direction of advance,
with a pressure bulkhead (21) lying behind the boring head (10) and sealed against the latter 50

by a rotary seal (22), the bulkhead acting to hold back by the action of compressed air the ground water entering from the working face (3),

with a conveyor device passing through the bulkhead (21) and extending as far as the region of the boring head (10) for carrying the bored material (B) received at the boring head (10) away to the rear through the pressure bulkhead (21),

with a housing (60) surrounding the conveyor device in a pressure-tight manner

and with a device (50) provided at the delivery end (42) of the conveyor device for expelling the bored material (B) through a pressure lock arrangement into the unpressurised space behind the pressure bulkhead (21),

characterised in that

the conveyor device has an end portion (40) rising towards the delivery end (42) and forming a siphon, which is capable of being filled with compressed air under a pressure matched to the pressure of the incoming ground water.

2. Tunnel boring machine according to Claim 1, characterised in that the conveyor device is split into two conveyors (30, 40) mounted in a common pressure-tight housing (60) and the second conveyor (40) has its delivery region (41) spaced away below the delivery end (32) of the first conveyor (30) as well as forming the rising end portion of the conveyor device.
3. Tunnel boring machine according to Claim 1 or 2, characterised in that the common pressure-tight housing (60) has a pressed-out deepest point (64) on its upper face in the region of the transition between the conveyors (30, 40).
4. Tunnel boring machine according to one of Claims 1 to 3, characterised in that the device (50) for expelling the bored material (B) incorporates a double lock arrangement (51, 55) arranged under the delivery end (42) of the second conveyor (40). 45
5. Tunnel boring machine according to one of Claims 1 to 4, characterised in that the height (h) of the housing in the region of the rising conveyor portion corresponds at least to the pressure tolerance range of the compressed air to be maintained in the region of the second conveyor (40) as a water column in the region of the second conveyor (40).
6. Method of operating a tunnel boring machine according to one of Claims 1 to 5, characterised in that the pressure of the compressed air is chosen so that the water level (S_p) is maintained in the region of 55

the rising end portion (40) of the conveyor device.

7. Method of operating a tunnel boring machine (100) according to one of Claims 1 to 5, characterised in that the pressure of the compressed air is chosen so that the ground water is forced back in the region of the working face (3) and the area of working of the boring head (10) remains largely free of water.

Revendications

1. Machine de forage de tunnels (100), comprenant :

- un corps de machine (20),
- une tête de forage (10) rotative, dont la section efficace correspond au profil du tunnel et montée dans le corps (20), autour d'un axe (A) correspondant sensiblement à l'axe médian (M) du tunnel,
- des moyens pour appliquer la tête de forage (10) sur le front de taille, dans la direction d'avancement,
- derrière la tête de forage (10) et appliquée sur celle-ci de manière étanche par l'intermédiaire d'un joint d'étanchéité (22), une cloison (21) étanche à la pression, destinée à retenir par l'action d'air comprimé, l'eau profonde affluant du front de taille (3),
- une installation de transport traversant la cloison de pression (21) jusqu'à atteindre la zone de la tête de forage (10), et destinée à évacuer vers l'arrière les produits du forage (B) à travers la cloison (21),
- un boîtier (60) enveloppant l'installation de transport avec étanchéité à la pression, et
- un dispositif (50) situé à l'extrémité de sortie (42) l'installation de transport pour écluser les produits de forage (B) dans l'espace sans pression situé derrière la cloison (21),

caractérisée en ce que

l'installation de transport comporte à l'opposé de l'extrémité de sortie (42) une partie terminale (40) ascendante formant siphon, et qui peut être remplie par de l'air comprimé à une pression adaptée à celle de l'eau profonde affleurante.

2. Machine de forage selon la revendication 1,

caractérisée en ce que

l'installation de transport est divisée en deux transporteurs (30, 40) logés dans un boîtier commun (60) étanche à la pression, le second transporteur (40) ayant sa zone de réception (41) placée à une certaine distance en dessous de l'extrémité de sortie (32) du premier transporteur (30), et constituant la partie terminale de l'installation de transport.

3. Machine de forage selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que le boîtier commun (60) étanche à la pression présent, sur sa surface supérieure, dans la zone de transition entre les transporteurs (30, 40) un point (64) considère comme étant le plus bas.

4. Machine de forage selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le dispositif (50) servant à écluser les produits du forage (B) comprend une écluse double (51, 55) disposée en dessous de l'extrémité de sortie (42) du second transporteur (40).

5. Machine selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que la hauteur (h) du boîtier dans sa partie terminale ascendante au moins dans la zone du second transporteur 40 est au moins celle de la colonne d'eau correspondant à la plage de tolérance de la pression de l'air comprimé qui peut être maintenue dans la zone du second transporteur (40).

6. Procédé pour faire fonctionner une machine de forage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la pression de l'air comprimé est choisie de manière que le niveau (S_p) de l'eau soit maintenu dans la zone de la partie terminale ascendante (40) de l'installation de transport.

7. Procédé pour faire fonctionner une machine de forage (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la pression de l'air comprimé est choisie de manière à refouler l'eau profonde dans la zone du front de taille (3) et à maintenir largement sans eau la zone de travail de la tête de forage (10).

