



(11) **EP 2 201 217 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
19.10.2011 Patentblatt 2011/42

(51) Int Cl.:
E21D 11/08^(2006.01) E21D 11/12^(2006.01)
E21D 11/40^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07703077.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/000699

(22) Anmeldetag: **26.01.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/085479 (02.08.2007 Gazette 2007/31)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR LAGESTABILISIERUNG VON
TUNNELAUSBAUELEMENTEN**

METHOD AND DEVICE FOR POSITIONAL STABILISING OF TUNNEL LINING ELEMENTS

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF PERMETTANT DE STABILISER LA POSITION D'ÉLÉMENTS DE
SOUTÈNEMENT D'UN TUNNEL

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

(30) Priorität: **26.01.2006 AT 572006**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.06.2010 Patentblatt 2010/26

(73) Patentinhaber: **Florianer Bahn Forschungs- und
Errichtungsgesellschaft mbH**
4490 St. Florian (AT)

(72) Erfinder: **HILLBRAND, Georg**
A-4490 St. Florian (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 142 227 DE-A1- 1 658 770
FR-A1- 2 502 687 JP-A- 52 045 137
JP-A- 59 085 100 US-A- 3 812 679

EP 2 201 217 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Lagestabilisierung von zu einer Tunnelröhre versetzten Tunnelausbauelementen, insbesondere Tübbingen, nach dem Versetzen und die Vorrichtung dazu mit einer Halterungskonstruktion, nach dem Oberbegriff des ersten Verfahrensanspruches und des ersten Vorrichtungsanspruches.

[0002] Tunnelbohrmaschinen erleichtern den Vortrieb auch in schlechten, brüchigen Böden und ermöglichen einen hohen Mechanisierungsgrad im Tunnelbau. Die Bauweise und die Einzelheiten der Bauausführung der Maschinen werden für jede Baustelle an die Bodenaufschluß-Ergebnisse der Geologen und Hydrologen, nach den Erfahrungswerten der Hersteller von Fräsen, Nachlaufeinrichtungen, Tübbingen, sowie der Bauunternehmungen angepasst, hergestellt. Dennoch sind bei diesem hunderttausende oder Millionen Tonnen an Ausbruchmaterial umfassenden Bauvorhaben über-raschend auftretende Probleme, die als Baugrundrisiko bezeichnet werden, nicht auszuschließen.

[0003] Bei Tunnelbohrmaschinen mit Schild, für den Tunnelausbau mit Tübbingen, befindet sich hinter dem Schneidrad der zylindrische Schild, in dem die Antriebe des Schneidrades, die Übergabeeinrichtungen für den abgebauten Schutt und die Presszylinder für den Vortrieb angeordnet sind. Der hintere Teil des Schildes, der Schildschwanz, besteht aus einem zylindrischen Rohrmantel mit einer Länge, größer als die maximale Abmessung der Tübbinge, in dem ein hydraulischer Manipulator, Erektor genannt, mit dem die Tübbinge zu einem vollständigen Ring, mit dem Schlusstein von 360° zusammengesetzt und an den bereits vorher eingebauten hinterfüllten Ring aus Tübbingen angeschlossen wird.

[0004] Bei bestimmten geologischen Formationen oder bei der Notwendigkeit zur Abdichtung wird häufig eine Diagonalverschraubung der Tübbinge eines Ringes und der benachbarten Ringe vorgenommen oder eine Verbolzung, Verzapfung oder dergleichen, um beim folgenden Austritt aus dem Schildschwanz die hergestellte, stabile Kreisposition sicherzustellen.

[0005] Nach erfolgter Verfestigung der Umgebung und der Verfüllung von Hohlräumen, kann zumeist bereits mehrere Meter dahinter der Rückbau erfolgen und die verbauten Sicherungsteile abgenommen und wiederverwendet werden.

[0006] Diese Arbeitsweise ist jedoch mit erheblichem Arbeits- und Zeitaufwand verbunden.

[0007] Es müssen nachträglich alle Schraubenlöcher verschlossen werden, wegen der zahlreichen Flansche, Hülsen, Platten Bewehrungsanbindungen usf. sind damit Mehrkosten für die Herstellung der Tübbinge und für den zusätzlichen Zeitaufwand der Bearbeitung verbunden.

[0008] Bei großen Tunnelbauten und vor allem mit großen Röhrendurchmessern werden große, breite Tübbinge mit balligen Fugen verwendet, die als Drehgelenke wirken, wodurch bei lokalen Abweichungen von der

Kreisform der Tunnelröhre keine Abplatzungen oder Überbeanspruchungen erfolgen. Erkauft wird dies mit einer geringeren Formschlüssigkeit der Tübbinge untereinander.

[0009] Sobald sich die Tunnelbohrmaschine an dem jüngsten montierten Tübbingring in Vortriebsrichtung abstützt und den nächsten Vortriebshub mit Schneidrad und Schild samt Nachlauf durchführt, verlässt der neu angebrachte Tübbingring den Schildschwanz, von dem er stabilisiert wird. Dabei der Ringraum zwischen der Innenkontur des ausgefrästen Gebirges und dem Außendurchmesser des Tübbingringes freigegeben und es können sich je nach dem gefrästen Material zusätzlich Ausbrüche oder Kavernen rund um das Schild der Maschine bilden oder gebildet haben.

[0010] Es wird deshalb zeitgleich gut fließfähiger Perlkies zur Verfüllung durch Bohrungen in den Tübbingen eingeblasen oder ein Gemisch aus Perlkies, Zement, Betonsuspension, Schäumen, Tensiden, Kunststoffen oder Mörtel usf. eingepresst. Dadurch wird das kreisrunde Tübbinggewölbe von außen am umgebenden Berg form-schlüssig durch Kämpferbildung abgestützt und stabil gehalten.

[0011] Kommt nun der unmittelbaren Hinterfüllung ein Verbruch oder das Nachbröckeln von nicht rieselfähigen, schiefrigen, plattigen, sperrigen zuvor, werden die Fließwege für den Perlkies verkaut und verstopfen sich, aber auch Klüfte zum Einströmen von Verpressmaterial.

[0012] Bei plattenförmigen Felsformationen werden entstandene Hohlräume und Seigerungen im Kämpferbereich der Ulme und rund um das Tunnelgewölbe abgedichtet und sind nur mittels aufwendiger Bohrinjektionen zu verfüllen, was viel Zeit erfordert, in der das Gebirge seine Hinterfüllungsarbeit mittels Schwerkraft und Wasser fortsetzt.

[0013] Währenddessen müssen die Tübbinge, auch außerhalb des Schildschwanzes, in der Sollage stabil gehalten werden müssen, damit die Kreisform nicht verloren geht; wendet man Einpressen von Mörtel durch Bohrungen im Schildschwanz an, dann tritt das Problem der notwendigen Verzögerung der Abbindezeit und des damit verzögertem Vortriebes auf.

[0014] Tritt im ungünstigen Fall weiterer Verbruch nach bereits erfolgter, meterhoher Kavernenbildung mit entsprechend dynamischer Beaufschlagung der Firststeine durch das herabbrechende Gebirge auf, können bei ungenügend hinterfüllte Ulmsteinen oder Hohlräumen im Gebirge, die Tübbingringe eider polygonförmig verformt werden, die Tübbingringe verrutschen und auch Sohl- oder Schlussteine oder die Tunnelröhre um mehrere cm absinken. Es kann auch, bei seitlicher Aufweitung der Ulme, der Tübbingbogen kollabieren.

[0015] Eine Milderung kann bei manchen Gebirgsarten dadurch erreicht werden, indem durch Voraus-Injizieren durch Bohrungen durch flachwinklge Öffnungen im Schild der Tunnelbohrmaschine ein Schutzschirm erzeugt wird. Dies erfordert aber Injizierbarkeit und eine notwendige Abbindezeit. Radiales Verankern kann dort

wo diese Maßnahme nicht möglich ist Abhilfe schaffen, löst aber nicht das Problem ungleichmäßiger Hinterfüllung und Abstützung der Tübbinge und erfordert Zeit und ist teuer.

[0016] Die stabile Halterung der Tübbinge kann bei solchen, die nicht zur Verschraubung vorgesehen sind nur durch zusätzliche, innen an die Tübbinge angedübte Stahlträgerringe, mehrere pro Meter, und Zuganker und Verlaschung und Verschienung erreicht werden, deren nachträgliche Demontage, nach Stabilisierung jedes Tübbingringes, wegen des für den Nachlauf der Tunnelbohrmaschine notwendig ist und viel Zeit beanspruchend, den Vortrieb verlangsamt.

[0017] Aufgabe der Erfindung ist es, zur Erhöhung der Vortriebsleistung einer Tunnelbohrmaschine in schwierigen oder unerwartet klüftig beschaffenen Felsformationen mit Störzonen, das Verfahren zur Lagestabilisierung durch eine quasi virtuelle Verlängerung des Schildschwanzes der Tunnelbohrmaschine und eine Vorrichtung zur Ausübung dieses neuen Verfahrens zu schaffen, mit der die vorbeschriebenen Nachteile beseitigt werden.

[0018] Diese Aufgabe wird beim Verfahren und der Vorrichtung zu dessen Durchführung mit den Merkmalen des kennzeichnenden Teiles des Verfahrensanspruches und des ersten Vorrichtungsanspruches gelöst.

[0019] Verfahrensanspruch und erster Vorrichtungsanspruch, sowie die Unteransprüche bilden gleichzeitig einen Teil der Beschreibung der Erfindung.

[0020] Bei Gewölben ist es bekannt und üblich, von außen Druck zur Herstellung der Stabilität auszuüben. Beim Tunnel-Vollausbau geschieht dies von Natur aus durch den Bergdruck und das Wasser oder falls erforderlich künstlich durch Hinterfüllungen oder/und Injektionen.

[0021] Gelingt es wegen des fehlenden Gebirgs- und/oder Wasserdruckes nicht einen Überdruck von außen aufzubauen, wodurch sich das Gewölbe lockern würde, dann greift das erfinderische Verfahren ein, vermittels eines, auf die Bausteine der Tunnelwand von innen wirkenden Luftunterdruckes durch Vakuum, mit dem eine Zugkraft übertragen wird, die sich gleichmäßig auf die Tübbinge jeweils einer Ringreihe verteilt und von Zuglementen ausgeübt wird. Dieser Unterdruck wirkt dabei auf die Innenflächen der Tübbinge mittels geeigneter Vakuumplatten, solange der neu hergestellte Tunnelabschnitt noch instabil ist und bildet eine scheinbare Verlängerung des Schildschwanzes, die dementsprechend auch keine Wandstärke aufweist.

[0022] Für den Einbau von Tübbing in jeder Raumlage haben sich bisher Vakuumheber und -greifer bewährt, die an Kränen oder dem Erektor Tübbing von mehr als 10t bewegen und halten. Das erfinderische Verfahren zur Lagestabilisierung von zu einer Tunnelröhre versetzten Tunnelausbauelementen über die an den Schildschwanz des Vortriebschildes einer Tunnelbohrmaschine, anschließende Strecke, in der die Hinterfüllung und Stabilisierung erfolgt, verwendet eine mit den

Tunnelausbauelementen an deren Innenflächen lösbar verbindbare Halterungskonstruktion zur Ausübung einer Zugkraft.

[0023] Diese Zugkraft ist im wesentlichen radialsymmetrisch in die Tunnelröhre gerichtet und wird von Zuglementen ausgeübt.

[0024] Durch den Schildschwanz werden die Tunnelausbauelemente eines Ringes in der vorbestimmten Lage gehalten, bis zur Stabilisierung des jeweiligen Ringes die lösbare Verbindung zwischen den Tunnelausbauelementen und der mehrgliedrigen Halterungskonstruktion, durch Unterdruck gegenüber dem äußeren Luftdruck oder durch ein, auf die Bewehrung der Tunnelausbauelemente wirkendes, Magnetfeld hergestellt wird, der die Sollage frei tragend ermöglicht.

[0025] Dabei ist es wesentlich, dass die Zugkraft zur Stabilisierung der Tunnelausbauelemente von Zugkräften mehrerer an der Halterungskonstruktion angreifender Halteelemente, als Zugelemente und damit stabilisierend, ausgeübt wird.

[0026] Von Bedeutung ist, dass die Zugkraft, in Form von mehreren Zugkräften, auf die einzelnen Tunnelausbauelemente der Tunnelröhre möglichst gleichmäßig verteilt wirkend ausgeübt wird, wobei die Größen der Zugkräfte jeweils an jene Bereiche angepasst werden, in denen die Hinterfüllung zur Stabilisierung der Tunnelröhre erfolgen muss und nach deren Stabilisierung die Einwirkung dieser Zugkräfte beendet werden kann.

[0027] Dabei ist für die Herstellung und für die Lösung der Verbindung zwischen den Tunnelausbauelementen und der

[0028] Halterungskonstruktion (5), mit dem Unterdruck der, an der Halterungskonstruktion (5) angebrachten schaltbaren Saugplatten/Vakuumheber (9) oder vom Magnetfeld schaltbarer Magneten, an der Halterungskonstruktion (5), erzeugt wird, diese ihrerseits von Halteelementen (6) gehalten und abgestützt ist, weil dadurch der fortschreitende Ausbau ohne Verzögerung durch Aus- und Einbauten möglich wird.

[0029] Wenn die an der Halterungskonstruktion angreifenden Halteelemente aus Hydraulikzylindern bestehen, ist deren Bedienung mit dem an Großmaschinen stets vorhandenen Hydrauliksystem möglich und deren Einstellung kann rasch und sehr genau erfolgen.

[0030] Die Halterungskonstruktion zur Lagestabilisierung von Tunnelausbauelementen als Zugverband für die rasche und teilautomatisierbare Lagestabilisierung von Tunnelausbauelementen, insbesondere von Tübbing, die beim Auspressen aus dem Schildschwanz einer Tunnelbohrmaschine, zum Ausgleich für fehlende Abstützungen am frisch ausgefrästen oder ausgebrochenen Gebirge vorgesehen ist, besteht günstigerweise aus einer Stahlkonstruktion mit Versteifungsringen und Flanschplatten, wie sie üblicherweise zum Dübel- und Ankerabau verwendet wird, die dann mit wenigstens je einem oder mehreren Vakuumhebern, Vakuummatten, Saugfüßen oder bei ausreichenden ferromagnetischen Anteil in den Tunnelausbauelementen, etwa bei

Gusseisen- oder Schweißkonstruktionstübbingen, mit starken schaltbaren Magneten ausgestattet ist.

[0031] Damit erfolgt die Stabilisierung der Tübbinge oder sonstiger Ausbauelemente, durch Halterung des Ringes der Tunnelausbauelemente in der Sollage, während deren Hinterfüllung und Festlegung durch Ankerungen und Injektionen, erfolgt.

[0032] Um die Verbindung zwischen der Stahlkonstruktion zur Lagestabilisierung der Tunnelausbauelemente, die großflächig mit einer Vielzahl von schaltbaren Saugnäpfen oder permanent evakuierbaren Saugplatten versehen ist, erfolgreich einsetzen zu können, müssen diese auf die Abmessungen der Tübbinge angepasst angefertigt sein und sich gut an deren Kontur anschmiegend und demgemäß gut abdichtend geformt sein.

[0033] Zur Vermeidung einer zusätzlichen Belastung des Tunnels, wird die Vorrichtung zur Lagestabilisierung von Tunnelausbauelementen auf einer verstellbaren Tragekonstruktion gelagert, die vom Schild des Tunnelbohrmaschinen-Bohrkopfes oder vom vorderen Teil von dessen Nachlauf oder von einer Brücke zwischen diesen Teilen, getragen wird.

[0034] Ein besonders platzsparende selbstverfahrende oder absatzweise nachsetzbare Anordnung ist möglich, wenn die Halterungskonstruktion entweder auf Längsschienen in der Kalotte, vorzugsweise unter Mitbenutzung vorhandener Schienen, wie etwa des Lafettenwagens in Firstnähe oder des Erektors im Schildschwanz aufgesetzt ist.

[0035] Die günstigste Arbeitsanordnung wird erhalten, wenn die Halterungskonstruktion, während des Vortriebhubes des Tunnelbohrmaschinen-Bohrkopfes, gegenüber dem sich fortbewegenden Schild oder dem Nachlauf, beweglich gelagert ist und sich ausschließlich an der bereits stabilen Tunnelröhre orientiert, um zu vermeiden, dass Bewegungen der Tunnelausbauelemente auf die noch nicht stabilisierten Tübbinge zu übertragen werden.

[0036] Für ein schnelles Umsetzen und eine schnelle Anpassung der Halterungskonstruktion an den jeweiligen Ausbauzustand der Tunnelröhre werden hydraulisch betätigte Verstellmittel oder Aktuatoren bevorzugt, mit denen eine Schnellspannwirkung erzeugt und die überwachten, Vorspannkräfte rasch kontrolliert und angepasst werden können, sowie ein sehr rasches Umsetzen der Halterungskonstruktion ermöglichen machen.

[0037] Zur automatischen Messung und Korrektur ist die Halterungskonstruktion mit Sensorik und Proportionalsteuerungen ausgestattet, mit denen Abweichungen von der Idealform und Ideallage der Tunnelröhre oder Änderungen der Vorspannkräfte automatisch gemessen und erforderlichenfalls korrigiert werden können.

[0038] Bei Anwendung in schwierigen Bereichen des Tunnels kann die Haltekonstruktion zusätzlich mit ausfahrbaren und vorzugsweise aufspreizbaren, Zentrierzapfen insbesondere mit gesondert betätigbaren inneren Gegenkonus, zur schnellen, exakten und einfachen Positionierung und zur Verbesserung der Haftsicherheit,

der Verrutschungssicherheit bei schlagartig auftretenden Beanspruchungen, ausgestattet werden. Der Haltekonstruktion und den Tübbingringen wird damit ein zusätzlicher formschlüssigen Halt verliehen und etwa im Falle eines starken Kavernenverbruches wird ein Abrutschen der Haltekonstruktion durch Abscherung der Saugplatten oder der Magnete verhindert.

[0039] Von Vorteil wegen der verminderten Umbauarbeit ist es, wenn die Zentrierzapfen und die Konsolen für die Halteelemente der Haltekonstruktion, im Sohl- und Umbereich der Tunnelröhre, während der Vorbeifahrt der gesamten Tunnelbohrmaschine, montiert bleiben können und sogar als Nachlauf-Fahrbahnlagerböcke verwendet werden.

[0040] Zur Verbesserung der Haftsicherheit und Verrutschsicherheit der Halteelemente der Haltekonstruktion an den Tunnelausbauelementen ist es von Vorteil, wenn in kritischen Zonen der Belastung zusätzlich Sicherungsdübel angebracht werden.

[0041] Bei schwierigen Raumformen oder Lichtraumprofilen kann die Haltekonstruktion Halteelemente aus Seilen, Ketten oder Zugstäben umfassen oder die Umleitung der Zugkräfte kann mit einer Trägerkonstruktion erfolgen, mit der die Lage der direkten Kraftachsen, in der Mittelachse der Tunnelbohrmaschine, mitsamt deren Zusatzaggregaten umgangen wird.

[0042] Um die Haftung der Halteelemente der Haltekonstruktion durch Unterdruck an den Innenflächen der Tunnelausbauelemente zu verbessern kann eine temporäre Behandlung der Tunnelausbauelemente, insbesondere Tübbinge, mit einer hochviskosen Flüssigkeit vorgenommen werden, mit der diese abgedichtet werden, womit auch eine offenporige Oberfläche an der Innenfläche der Tunnelausbauelemente verschlossen werden kann.

[0043] Die im Vergleich zum Bergmassiv fragile Schale einer Tunnelröhre und im Einzelnen ein Ring von Tübbingen kann durch Krafteinwirkung von außen kaum kollabieren, solange der Kreisquerschnitt erhalten bleibt, denn der massiv bewehrte Beton hält enormen Drücken stand. Wenn bei Fehlen eines Druckes von außen das Ausbeulen des Tübbingringes, auch nur punktuell, ermöglicht wird, dann verringert sich durch eine Polygon- oder Eiforbildung des Tunnelrohrquerschnittes die Stabilität in allen Richtungen schlagartig und es kann keinem geringen Druck von innen oder von außen mehr Widerstand entgegengesetzt werden.

[0044] Zur Vermeidung des Eindrückens der Tunnelröhre nach innen dürfen die Tübbinge nie nach außen zu von der Sollage abweichen.

[0045] Mit der Anwendung einer Zugkraft-Vorspannung nach innen, gemäß dem Verfahren, wird somit eine gleichmäßige Vorpressung von außen, wenigstens während der Stabilisierungszeit des Mörtel- oder Perlkiesbettes der Hinterfüllung des neuen Tübbingringes, simuliert und dadurch das Standhalten gegen eine große und unstetige Kraftbeaufschlagung von außen, währenddessen erst möglich.

[0046] Der Erektor montiert im Schutz des Schildschwanzes den nächsten Tübbingring Stein für Stein, dann wird der Schlusstein unterfüttert und eingesetzt. Anschließend pressen die Vorschubzylinder diesen Tübbingring an den vorherigen Ring in Axialrichtung, bis zum Anschlag und stellen damit eine satte Auflage der Tübbinge.

[0047] Bei den unteren Ulm- oder Sohlsteinen können Auflageplatten mit Zapfen ausgeführt sein und als voreilend montierter Bauteil der Nachlauf-Fahrbahn, in Baukastenform ausgebildet sein und bis zur Überfahrt der Tunnelbaumaschine im jeweiligen Tübbing verbleiben. Die ohnedies erforderliche Fahrbahnmontage beiderseits am Ulm wird damit nur zeitlich vorverlegt.

[0048] In besonders kritischen Zonen, wenn gefährliche Hohlräume außerhalb der Maschine erkannt werden und deshalb starke Verbrüche hinter dem Schildschwanz erwartet werden oder die Innenfläche der Tübbinge keinen sicheren Saugplattenangriff ermöglicht, ist es notwendig, herkömmliche Sicherungsdübel an hiefür vorgesehenen Laschen zwischen den Halteplatten anzubringen; die sonst erforderliche großflächige Verdübelung kann jedoch unterbleiben.

[0049] Während die Haltekonstruktion zur Gewichtsverminderung aus Seilen, Ketten und Zugstäben als Zugkraftüberträger aufgebaut ist, müssen bei räumlichen Behinderungen etwa Krageträger Biegemomente abstützen und die Umleitung der Zugkräfte mit angepassten Trägerkonstruktionen vorgenommen werden.

[0050] Zwischen den Teilen der Haltekonstruktion bleibt stets genügend Freiraum für das radiale Einbringen von Injektionsoder Ankerbohrungen zur endgültigen Stabilisierung des Gebirges.

[0051] Die Erfindung wird an Hand der schematischen Zeichnung einer Ausführungsform der Vorrichtung beschrieben.

[0052] Es zeigt:

Fig. 1 Querschnitt durch einen Berg mit einem Tunnelausbau mit Tübbing und teilweiser Hinterfüllung in einem klüftigen, plattig schiefrigen, brüchigen Gestein;

Fig. 2 Querschnitt durch einen Berg mit einem Tunnelausbau mit Tübbing nach Fig.1, mit durch Verbruch ausgelöstem Nachgeben des rechten Ulmes des dadurch eingedrückten Tunnelrohres;

Fig. 3 Querschnitt durch einen Berg mit einem Tunnelausbau mit Tübbing, die sich noch im Schutz des Rohres des Schildschwanzes befinden, in einem klüftigen, plattig schiefrigen, brüchigen Gestein, mit an Dübeln verschraubt gesetzten Innenankern, als Ausbauträger, zur Erzeugung von Zugkraft im Gewölbe bis zur Stabilisierung des Ausbaues;

Fig. 4 Querschnitt durch ein Gebirge mit einem Tunnelausbau mit Tübbing, die sich noch im Schutz des Rohres des Schildschwanzes befinden in einem klüftigen, plattig schiefrigen, brüchigen Gestein, mit an den Tübbing festgesaugten Saugplatten zur Übertragung der Zugkraft, von Hydraulikzylindern, die als Zuganker oder Halteelemente dienen, einer Haltekonstruktion ausgeführt;

Fig. 5 Querschnitt durch ein Gebirge mit einem Tunnelausbau mit Tübbing, die sich noch im Schutz des Rohres des Schildschwanzes befinden, einem klüftigen, plattig schiefrigen, brüchigen Gestein, mit einer Haltekonstruktion nach Fig.4 mit von den Tübbing abgehobenen Saugplatten und dem angedeuteten Rahmen der Tunnelbohrmaschine samt Nachlauf, als Schienenfahrweg für die Haltekonstruktion.

[0053] In Fig.1 ist der Querschnitt durch eine Tunnelröhre (1) wiedergegeben, die aus Tunnelaufbauelementen (2) in Form von Tübbing besteht, die in einem Kreisring zusammengesetzt sind, mit einem unten in einer Bettung versetzten Keilstein (3). Die Tübbinge sind mit balligen Stirnseiten aneinandergereiht und schließen dicht an den bereits fertig hinterfüllten vorherliegenden Ring von Tübbing an.

[0054] Die Hinterfüllung 10 mit Kies erfolgte, wie auf der rechten Seite ersichtlich, durch Füllbohrungen 12, teilweise ungenügend.

[0055] Der Grund für die ungenügende Füllung liegt in der schiefrigen stark brüchigen Beschaffenheit des Gebirges, durch die es zu Einstürzen mit Kluftbildung kommt, während das Material den Weg für die Hinterfüllung gänzlich verlegt und dadurch den Aufbau eines gleichmäßigen Außendruckes auf die Tunnelröhre 1 verhindert.

[0056] Das Ergebnis ist in Fig.2 dargestellt, bei dem gezeigt wird, wie die Tunnelaufbauelemente 2 rechts infolge mangelndem Widerstand nach außen und dann oben nach innen einknicken, was bis zur Zerstörung führen kann, wenn nicht, wie in

[0057] Fig. 3 gezeigt wird, durch Einbau eine Haltekonstruktion 5, in Form eines Stahlgerüsts, das mit den Tübbing der Tunnelaufbauelemente 2 mit einer sehr großen Zahl von Dübeln 4 verbunden ist und mit wenigstens einem Halteelement 6 für einen Ring von Tübbing, als Zuganker oder Zugseil dargestellt, durch Zugkraft in der Kreisringlage gehalten werden.

[0058] Die erfinderische Halterungskonstruktion 5 besteht nun aus mehreren gelenkig verbundenen Teilen, deren Saugplatten 9 mit Halteelementen 6 positioniert und gehalten, durch Unterdruck an der Innenfläche 7 der Tübbinge befestigt sind, wobei Zentrierzapfen 14 in Bohrungen der Tübbinge einschiebbar sind und damit die genaue Lage der Saugplatten 9 der Halterungskonstruktion 5 sichern.

[0059] Die Zugkraft für die Sicherung der Lage der Tunnelausbauelemente 5 wird mit den Halteelementen 6, die als Hydraulikzylinder eine gleichmäßige und feinstufig und rasch regelbare Kraft ausüben können, erzeugt. Diese dienen auch zum Zusammenklappen der Halterungskonstruktion 5 beim Umsetzen nach Stabilisierung eines Abschnittes der Tunnelröhre 1.

[0060] Die Halterungskonstruktion 5 reicht über einen großen Bereich des Ringes der Tübbinge, wobei deren Bodenbereich beiderseits des Keilsteines 3 keiner Stützkraft bedarf, und stützt sich beiderseits an Stützkonsolen 11 ab, die in den Tübbingen verschraubt sind.

[0061] Fig. 5 zeigt die gleiche Anordnung einer Halterungskonstruktion 5, die noch nicht mit den Tunnelausbauelementen 2 verbunden ist. Diese ist von einem Rahmen 16 getragen, der mit Rädern auf einem Schienenweg 15 verfahrbar und im Firstbereich der Tunnelröhre 1 angeordnet ist, um darunter Raum für die Bauteile der Tunnelbohrmaschine frei zu haben und dennoch mit deren Vortrieb mit verfahrbar zu sein.

[0062] In den Zeichnungen ist mit 13 das zerklüftete Gebirge bezeichnet.

Bezugszeichenliste

[0063]

- | | | |
|----|---|--|
| 1 | Tunnelröhre | |
| 2 | Tunnelausbauelement | |
| 3 | Keilstein | |
| 4 | Dübel | |
| 5 | Halterungskonstruktion | |
| 6 | Halteelement (Hydraulikzylinder) | |
| 7 | Innenfläche des Tunnelausbauelementes 2 | |
| 8 | Schildschwanz | |
| 9 | Saugplatten | |
| 10 | Hinterfüllung | |
| 11 | Zentrierzapfen mit Konsole | |
| 12 | Füllbohrungen | |
| 13 | zerklüftetes Gebirge | |
| 14 | Zentrierzapfen der | |
| 15 | Schienenweg | |
| 16 | Rahmen der Halterungskonstruktion 5 | |

Patentansprüche

1. Verfahren zur Lagestabilisierung von zu einer Tunnelröhre (1) versetzten Tunnelausbauelementen (2) über die an den Schildschwanz (8) des Vortriebschil-
des einer Tunnelbohrmaschine, anschließende
Strecke, in der die Hinterfüllung (10) und Stabilisie-
rung erfolgt, wobei mit den Tunnelausbauelementen
(2) an deren Innenflächen (7) lösbar verbindbar eine
Halterungskonstruktion (5) zur Ausübung einer Zug-
kraft angeordnet ist, die im wesentlichen radialsym-
metrisch in die Tunnelröhre (1) gerichtet von Zuge-
lementen ausgeübt wird und die Tunnelausbauele-
mente (2) in der vorbestimmten Lage hält,
dadurch gekennzeichnet, dass die lösbare Ver-
bindung zwischen den Tunnelausbauelementen (2)
und der mehrgliedrigen Halterungskonstruktion (5),
im wesentlichen durch Unterdruck gegenüber dem
äußeren Luftdruck oder durch ein, auf die Beweh-
rung der Tunnelausbauelemente (2) wirkendes, Ma-
gnetfeld hergestellt wird.
2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **da-
durch gekennzeichnet, dass** die Zugkraft zur Sta-
bilisierung der Tunnelausbauelemente (2) von Zug-
kräften mehrerer an der Halterungskonstruktion (5)
angreifender Halteelemente (6) als Zugelemente
ausgeübt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** auf der an den Schildschwanz an-
schließenden Strecke zur Stabilisierung der Tunn-
elausbauelemente (2), eine Zugkraft, in Form von
mehreren Zugkräften, auf die einzelnen Tunnelaus-
bauelemente (2) der Tunnelröhre (1) gleichmäßig
verteilt ausgeübt wird, wobei die Größen der Zug-
kräfte jeweils an jene Bereiche angepasst sind, in
denen die Hinterfüllung zur Stabilisierung der Tun-
nelröhre (1) erfolgt und nach deren Stabilisierung die
Einwirkung dieser Zugkräfte beendet wird.
4. Vorrichtung zur Ausübung des Verfahrens nach ei-
nem der Ansprüche 1 bis 3 mit einer Halterungskon-
struktion (5), **dadurch gekennzeichnet, dass** die
lösbare Verbindung zwischen den Tunnelausbau-
elementen (2) und der Halterungskonstruktion (5),
mit dem Unterdruck der an der Halterungskonstruk-
tion (5) angebrachten schaltbaren Saugplatten/Va-
kuumheber (9) oder vom Magnetfeld schaltbarer
Magneten, an der Halterungskonstruktion (5) er-
zeugt wird, die von Halteelementen (6) gehalten und
abgestützt ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** die an der Halterungskonstruktion
(5) angreifende Halteelemente (6) aus Hydraulikzy-
lindern bestehen.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halterungskonstruktion (5) als Zugverband für die rasche Lagestabilisierung von Tunnelausbauelementen (2), insbesondere Tübbing, mit wenigstens je einem oder mit mehreren Vakuumhebern, Vakuummatten, Saugfüßen oder bei ausreichenden ferromagnetischen Anteil in den Tunnelausbauelementen (2), wie bei Gusseisen- oder Schweißkonstruktionstübbing, mit schaltbaren Magneten ausgestattet ist, mit denen die Stabilisierung der Tunnelausbauelemente (2), insbesondere Tübbinge oder dergleichen, durch Halterung in der Sollage, während deren Hinterfüllung und Festlegung durch Ankerungen und Injektionen, erfolgt.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halterungskonstruktion (5) zur Lagestabilisierung der Tunnelausbauelemente (2) großflächig mit einer Vielzahl von schaltbaren Saugnäpfen oder permanent evakuierbaren Saugplatten (9) versehen ist, die an die Abmessungen der Tübbinge angepasst angefertigt sind, sich gut an deren Kontur anschmiegen und demgemäß gut abdichten.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halterungskonstruktion (5) zur Lagestabilisierung von Tunnelausbauelementen (2) auf einer verstellbaren Tragekonstruktion, als Rahmen (16) gelagert ist, die vom Schild des Tunnelbohrmaschinen-Bohrkopfes oder vom vorderen Teil von dessen Nachlauf oder von einer Brücke zwischen diesen Teilen, zur Vermeidung einer zusätzlichen Belastung des Tunnels, getragen wird.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halterungskonstruktion (5) entweder auf Längsschienen (11) in der Kalotte, vorzugsweise unter Mitbenutzung vorhandener Schienen, etwa des Lafettenwagens in Firstnähe oder des Erektors im Schildschwanz (8), selbstverfahrend oder absatzweise nachsetzbar, ausgebildet ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halterungskonstruktion (5), während des Vortriebhubes des Tunnelbohrmaschinen-Bohrkopfes, gegenüber dem sich fortbewegenden Schild oder dem Nachlauf, beweglich gelagert ist und sich ausschließlich an der bereits stabilen Tunnelröhre (1) orientiert, um Bewegungen der Tunnelausbauelemente (2) nicht auf noch nicht stabilisierte Tübbinge zu übertragen.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halterungskonstruktion (5) mit, vorzugsweise hydraulisch, betätigten Halteelementen (6) als Verstellmittel oder Aktuatoren, versehen ist, mit denen die überwachten Vorspannkräfte kontrolliert an den jeweiligen Ausbauzustand und die Stabilisierung der Tunnelröhre (1) angepasst werden und die ein schnelles Umsetzen der Halterungskonstruktion (5) ermöglichen.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halterungskonstruktion (5) mit Sensorik und Proportionalsteuerungen ausgestattet ist, mit der Abweichungen der Tunnelröhre (1) von der Idealform und Ideallage oder Abweichungen der Vorspannkräfte automatisch zu erfassen und erforderlichenfalls, bei Überschreitung der Toleranzschwelle, durch Verstellung der Halteelemente (6) zu korrigieren.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halterungskonstruktion (5) mit ausfahrbaren und vorzugsweise aufspreizbaren, Zentrierzapfen (14), insbesondere mit gesondert betätigbaren inneren Gegenkonus versehen, zur Verbesserung der Haftsicherheit und der Verrutschungssicherheit der Halterungskonstruktion (5) bei schlagartig auftretenden Beanspruchungen, ausgestattet ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zentrierzapfen (14) und die Konsolen für die Halteelemente (9) der Halterungskonstruktion (5), im Sohl- und Ulmbereich der Tunnelröhre (1) außerhalb des Lichtraumprofils der Tunnelbohrmaschine liegen, bei der Vorbeifahrt derselben montiert bleiben und als Nachlauf-Fahrbahnlagereböcke vorgesehen sein können.
15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Verbesserung der Haftsicherheit und Verrutschsicherheit der Halterungskonstruktion (5), an den Tunnelausbauelementen (2) in kritischen Zonen der Belastung, für die Halteelemente (9) der Halterungskonstruktion (5), zusätzlich Sicherungsdübel (4) angebracht werden.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halterungskonstruktion (5), Halteelemente (9) aus Seilen, Ketten oder Zugstäben umfasst oder die Umleitung der Zugkräfte aus Raumgründen mit einer Trägerkonstruktion erfolgt, um dadurch die Lage der direkten Kraftachsen in der Mittelachse der Tunnelbohrmaschine, mitsamt deren Zusatzaggregaten, zu umgehen.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** Halteelemente (9) der Halterungskonstruktion (5), zur Verbesserung

der Haftung bei Unterdruck an der Innenfläche (7) der Ausbauelemente (2), durch die temporäre Behandlung der Tunnelausbauelemente (9), insbesondere Tübbinge, mit einer hochviskosen Flüssigkeit abgedichtet werden.

Claims

1. Procedure for stabilising the position of extension elements (2), shifted with respect to a tunnel tube (1), over the section following the shield tail (8) of the driving shield of a tunnel boring machine, in which backfilling (10) and stabilisation take place. For this purpose, a detachable bracing construction (5) is connected to the tunnel-lining elements (2), on which internal surfaces (7) a tensile force is exerted in an essentially radially symmetrical direction into the tunnel tube (1), holding the tunnel-lining elements (2) in the predetermined position, **characterised by** the fact that the removable connection between the tunnel extension elements (2) and the multi-member bracing construction (5) is essentially maintained by a vacuum pressure relative to the external air pressure, or by a magnetic field acting on the steel reinforcement of the tunnel-lining elements (2).
2. Procedure according to the above-mentioned claim, **characterised by** the fact that the tensile force for the stabilisation of the tunnel-lining elements (2) is exercised by the tensile forces of several bracing elements (8), gripping on the bracing construction (5) as tensile elements.
3. Procedure according to claim 1, **characterised by** the fact that on the section following the shield tail for the stabilisation of the tunnel extension elements (2) a tensile force consisting of several tensile forces is exercised, evenly distributed over the individual tunnel-lining elements (2) of the tunnel tube (1), whereby the magnitudes of the tensile forces are always adapted to the respective areas that are backfilled for the stabilisation of the tunnel tube (1). Once these areas are stabilised the action of these tensile forces is ended.
4. Device to exercise the procedure according to one of the claims 1 to 3 with a bracing construction (5), **characterised by** the fact that the removable connection between the tunnel-lining elements (2) and the bracing construction (5), with the vacuum pressure of the switchable suction plates/vacuum lifters (9) or the switchable magnetic field caused by the magnets, is exercised on the bracing construction (5) maintained and supported by the bracing elements (6).
5. Device according to claim 4, **characterised by** the

fact that the gripping bracing elements (6) on the bracing construction (5) consist of hydraulic cylinders.

6. Device according to one of the claims 4 or 5, **characterised by** the fact that the bracing construction (5) acts as a traction combination for quick positional stabilisation of tunnel extension elements (2), particularly tubbing segments, with at least one or more vacuum lifters, vacuum mats, suction cups or, if there is a sufficient ferro-magnetic content in the tunnel-lining elements, as with cast iron or welded tubbing segments, equipped with switchable magnets, by means of which the stabilisation of the tunnel lining elements (2), in particular tubbing segments or suchlike, is achieved by bracing them in the desired position, during which the backfilling and fastening occurs through anchorings and injections.
7. Device according to one of claims 4 to 6, **characterised by** the fact that the bracing construction (5) for position stabilisation of tunnel-lining elements (2) over a large area is to be provided, equipped with multiple switchable suction cups or permanently vacuum pumped suction plates (9), manufactured according to the tubbing segment dimensions, properly fitting within their contours and accordingly providing a strong seal.
8. Device according to claims 4 to 7, **characterised by** the fact that bracing construction (5) for position stabilisation of the tunnel-lining elements (2) are borne by an adjustable supporting construction, as a frame (18), supported by the shield of the tunnel drilling machine's drill bit or by the front part of its tail action, or by a bridge between these components in order to avoid an additional tunnel load.
9. Device according to claims 4 to 8, **characterised by** the fact that bracing construction (5) is designed either on lengthwise rails (11) in the calotte, preferably under joint use of the available rails, perhaps of the nearest carriage or the erector carriage in the shield tail (8), as a self-propelling unit or unit deployable in segments.
10. Devices according to one of the claims 4 to 9, **characterised by** the fact that the bracing construction (5), during the propelling stroke of the tunnel drilling machine's drill bit, is movable, orienting itself exclusively on the already stabilised tunnel tube (1) in order not to transfer the movements of the tunnel-lining elements (2) onto tubbing segments not yet stabilised.
11. Device according to one of the claims 4 to 10, **characterised by** the fact that the bracing construction (5) is to be provided, preferably, with hydraulically-

operated bracing elements (6) as a means of adjustment, or actuators, by means of which the monitored pre-tensioning forces are controlled and adjusted to the respective dismantling condition and the stabilisation of the tunnel tube (1) allowing for quick adjustment of the bracing construction (5).

12. Device according to one of the claims 4 to 11, **characterised by** the fact that the bracing construction (5) is equipped with sensor circuits and proportional controls, by means of which the tunnel tube's (1) deviations from the Ideal form and the ideal position or deviations of the pre-tensioning forces can be automatically detected and, if necessary, corrected by the adjustment of the bracing elements (6) in case of violation of the tolerance limit.
13. Device according to claims 4 to 12, **characterised by** the fact that the bracing construction (5) is equipped with a wheel-away and preferably expandable centring pin (14), particularly with a separately operable inner counter cone, for improvement of the anchoring security and slip-prevention of the bracing construction (6) protecting it against shock loads.
14. Device according to claim 13, **characterised by** the fact that the centring pins (14) and the consoles for the bracing elements (9) of the bracing construction (5), in the base and the side sections of the tunnel tube (1) are located outside the envelope of the tunnel boring machine, remaining in place during its passing and which may be provided as follow-up rail support blocks.
15. Device according to claim 13 or 14, **characterised by** the fact that for the enhancement of anchoring security and slip-prevention of the bracing construction (5), on the tunnel-lining elements (2) in critical zones of the load, additional securing pins (4) are attached to the bracing elements (9) of the bracing construction (5).
16. Device according to one of the claims 13 to 15, **characterised by** the fact that the bracing construction (5) consists of retaining elements (9) such as cables, chains or tension rods or that, based on considerations of space, a supporting construction deflects tensile forces to avoid the area of the direct power axis in the centre axis of the tunnel boring machine and its auxiliary devices.
17. Device according to one of the claims 4 to 16, **characterised by** the fact that the retaining elements (9) of the bracing construction (5) particularly tubing elements, be sealed with a temporary treatment of a highly viscose fluid for grip enhancement during exposure to vacuum pressure upon inner surfaces (7) of tunnel-lining elements (2),

Revendications

1. Procédé de stabilisation de la position d'éléments de cuvelage de tunnel (2) décalés pour former un tube de tunnel (1) au niveau du tronçon poursuivant le train suiveur (8) du bouclier d'un tunnelier, où se produit le remblayage (10) et la stabilisation, dans lequel une construction de maintien (5), destinée à exercer une force de traction, est montée de manière amovible sur les surfaces intérieures (7) des éléments de cuvelage de tunnel (2), est réalisée sous la forme d'éléments de traction qui sont orientés substantiellement de manière symétrique et radiale dans le tube du tunnel (1) et qui maintiennent les éléments de cuvelage de tunnel (2) dans la position prédéterminée, **caractérisé par le fait que** la liaison amovible entre les éléments de cuvelage de tunnel (2) et la construction de maintien (5) composée de plusieurs maillons est établie essentiellement par une dépression, vis-à-vis de la pression atmosphérique extérieure ou par un champ magnétique s'exerçant sur l'armature des éléments de cuvelage de tunnel (2).
2. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé par le fait que** la force de traction destinée à stabiliser les éléments de cuvelage de tunnel (2) est exercée par les forces de traction de plusieurs éléments de maintien (6) agissant sur la construction de maintien (5) sous la forme d'éléments de traction.
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé par le fait qu'**au niveau du tronçon poursuivant le train suiveur et destiné à stabiliser les éléments de cuvelage de tunnel (2), une force de traction, prenant la forme de plusieurs forces de traction, est exercée sur les différents éléments de cuvelage de tunnel (2) formant le tube du tunnel (1) avec une répartition régulière, l'amplitude des forces de traction étant adaptée aux différentes zones dans lesquelles a lieu le remblayage pour la stabilisation du tube du tunnel (1) et **par le fait que**, après la stabilisation, l'action de ces forces de traction prend fin.
4. Dispositif destiné à mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications 1 à 3, avec une construction de maintien (5), **caractérisé en ce que** l'assemblage amovible entre les éléments de cuvelage de tunnel (2) et la construction de maintien (5) est maintenu et soutenu par la dépression des plaques d'aspiration/ventouses à dépression (9) asservies placées sur la construction de maintien (5) ou par le champ magnétique exercé par des aimants asservis sur la construction de maintien (5).
5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé par le fait que** les éléments de maintien (6) agissant sur la construction de maintien (5) sont des vérins hy-

drauliques.

6. Dispositif selon une des revendications 4 et 5, **caractérisé par le fait que** la construction de maintien (5) prend la forme d'un mécanisme de traction pour la stabilisation rapide en position d'éléments de cuvelage de tunnel (2), en particulier de tubages, à l'aide d'au moins un ou plusieurs ventouses à dépression, tapis à dépression, pieds d'aspiration ou bien, en cas de proportion ferromagnétique suffisante dans les éléments de cuvelage de tunnel (2), par exemple tubages en fonte ou en construction mécanosoudée, à l'aide d'aimants asservis, grâce auxquels la stabilisation des éléments de cuvelage de tunnel (2), en particulier des tubages ou similaires, est réalisée par un maintien dans la position de consigne, pendant le remblayage et l'immobilisation par des ancrages et des injections. 5 10
7. Dispositif selon une des revendications 4 à 6, **caractérisé par le fait que** la construction de maintien (5), pour la stabilisation en position des éléments de cuvelage de tunnel (2), prend la forme d'une pluralité de ventouses d'aspiration asservies sur une grande surface ou de plaques d'aspiration (9) mises sous vide en permanence qui sont adaptées aux dimensions des tubages, s'adaptent bien à leur contour et en conséquence assurent une bonne étanchéité. 20 25
8. Dispositif selon une des revendications 4 à 7, **caractérisé par le fait que** la construction de maintien (5), pour la stabilisation en position des éléments de cuvelage de tunnel (2), est portée par une construction porteuse réglable, prenant la forme d'un cadre (16) qui est porté par le bouclier de la tête de forage du tunnelier ou par la partie antérieure du train suiveur ou par une passerelle entre ces deux parties, afin d'éviter une sollicitation supplémentaire du tunnel. 30 35 40
9. Dispositif selon une des revendications 4 à 8, **caractérisé par le fait que** la construction de maintien (5) est configurée de manière automotrice ou déplaçable tronçon par tronçon, soit sur des rails longitudinaux (11) au niveau de la calotte, de préférence en utilisant également des rails existants, par exemple ceux du bouclier au niveau de la taille ou de l'érecteur au niveau de l'extrémité du train suiveur (8). 45 50
10. Dispositif selon une des revendications 4 à 9, **caractérisé par le fait que** la construction de maintien (5) est montée mobile pendant la course d'avance du bouclier du tunnelier, par rapport au bouclier ou au train suiveur qui se déplace et s'oriente exclusivement sur le tube du tunnel (1) déjà stabilisé, afin de ne pas transférer des mouvements des éléments de cuvelage de tunnel (2) à des tubages qui ne sont pas encore stabilisés. 55
11. Dispositif selon une des revendications 4 à 10, **caractérisé par le fait que** la construction de maintien (5) est dotée d'éléments de maintien (6) actionnés, de préférence de manière hydraulique, qui jouent le rôle de moyen de positionnement ou d'actionneurs, grâce auxquels les forces de précontraintes surveillées sont adaptées de manière contrôlée à l'état du cuvelage et à la stabilisation du tube du tunnel (1) et qui permettent une adaptation rapide de la construction de maintien (5).
12. Dispositif selon une des revendications 4 à 11, **caractérisé par le fait que** la construction de maintien (5) est équipée de capteurs et de commandes proportionnelles permettant de détecter automatiquement les écarts entre le tube du tunnel (1) et sa forme ou sa position idéales, ou encore les écarts des forces de précontrainte, et si nécessaire de corriger par un déplacement des éléments de maintien (6) en cas de dépassement du seuil de tolérance.
13. Dispositif selon une des revendications 4 à 12, **caractérisé par le fait que** la construction de maintien (5) est dotée de tourillons de centrage (14) télescopiques et de préférence expansibles, en particulier avec des contre-cônes intérieurs actionnables individuellement, afin d'améliorer la sécurité du maintien et la sécurité contre le dérapage de la construction de maintien (5) dans le cas de sollicitation se produisant soudainement.
14. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé par le fait que** les tourillons de centrage (14) et les consoles de la construction de maintien (5) destinées aux éléments de maintien (9) se situent au niveau de la sole et de la voûte du tube du tunnel (1) en dehors du gabarit du tunnelier, restent montés lors du passage de celui-ci et peuvent être prévus comme supports de la voie du train suiveur.
15. Dispositif selon la revendication 13 ou 14, **caractérisé par le fait que**, afin d'améliorer la sécurité du maintien et la sécurité contre le dérapage de la construction de maintien (5), des chevilles de fixation (4) sont mises en place en plus sur les éléments de cuvelage de tunnel (2) dans des zones critiques de sollicitation pour les éléments de maintien (9) de la construction de maintien (5).
16. Dispositif selon une des revendications 13 à 15, **caractérisé par le fait que** la construction de maintien (5) comprend des éléments de maintien (9) faits de câbles, de chaînes ou de tiges de traction ou encore que le transfert des forces de traction, pour des raisons d'encombrement, s'opère à l'aide d'une construction porteuse afin de contourner ainsi la position des axes des forces directes dans l'axe central du

tunnelier et de ses groupes auxiliaires.

17. Dispositif selon une des revendications 4 à 16, **caractérisé par le fait que** des éléments de maintien (9) de la construction de maintien (5), afin d'améliorer l'adhérence sur la surface intérieure (7) des éléments de cuvelage (2) en présence d'une dépression, sont étanchés à l'aide d'un liquide à viscosité élevée grâce au traitement temporaire des éléments de cuvelage du tunnel (9), en particulier des tubages, 5 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

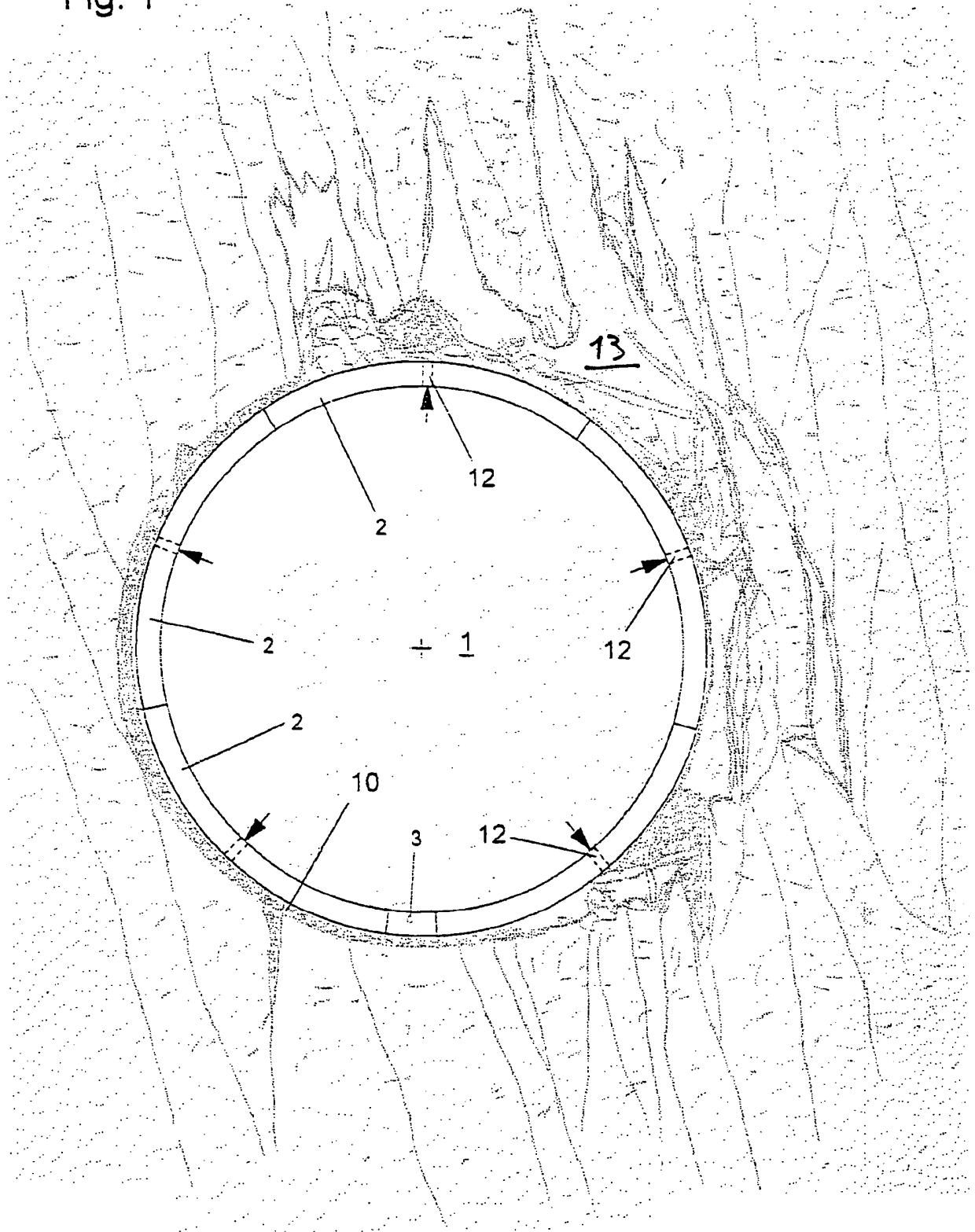


Fig. 2

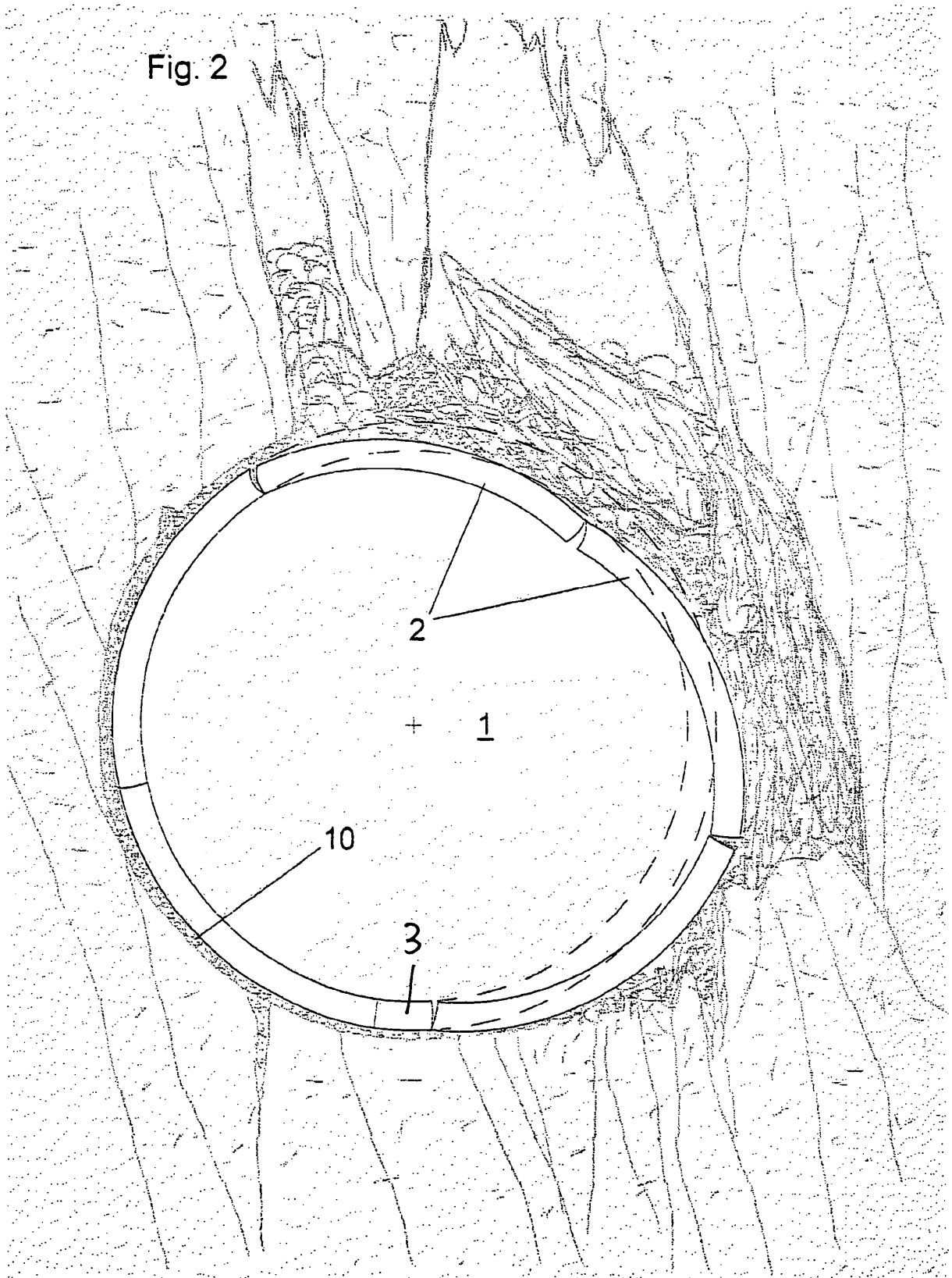


Fig. 3

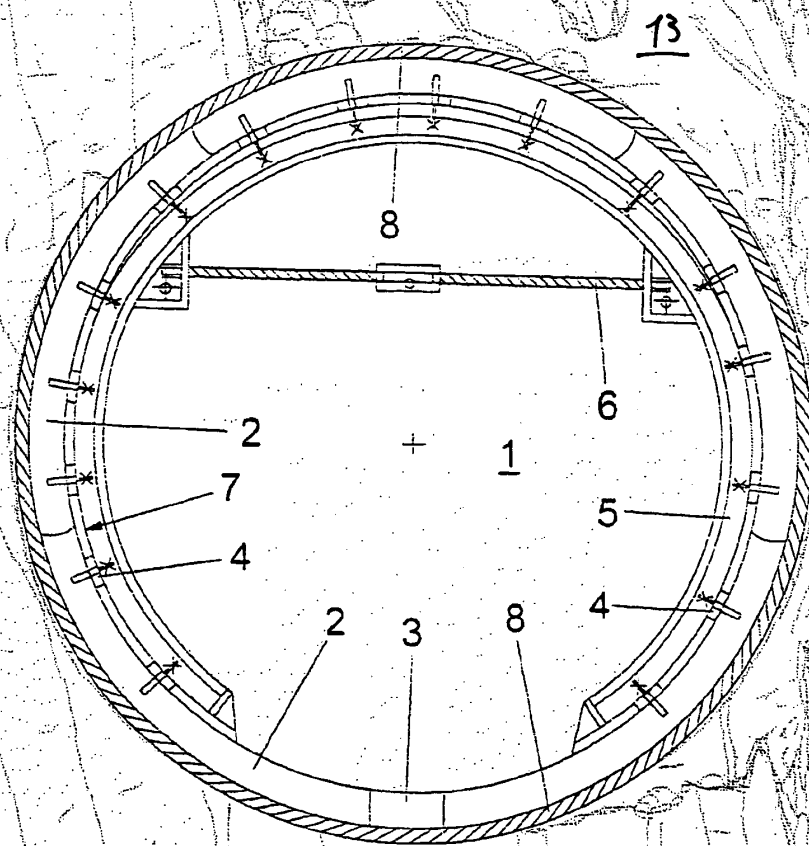


Fig. 4

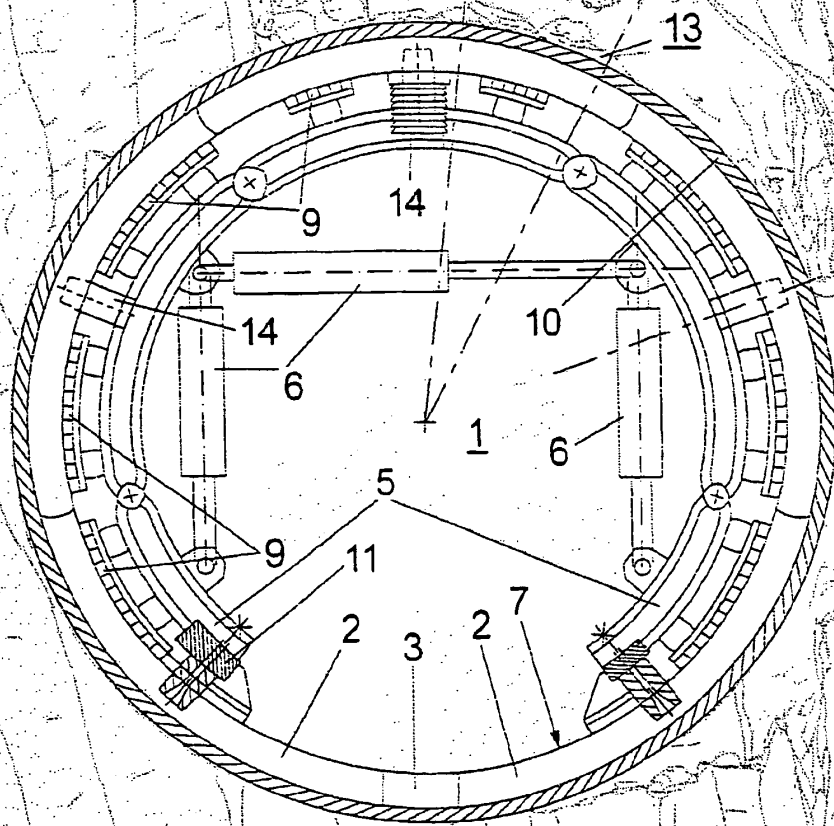


Fig. 5

