

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 822 293 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

04.02.1998 Patentblatt 1998/06

(51) Int. Cl.⁶: **E01B 27/00**

(21) Anmeldenummer: **97110956.6**

(22) Anmeldetag: **02.07.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(71) Anmelder: **ED. ZÜBLIN AG**

D-70567 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **03.08.1996 DE 19631430**

(72) Erfinder:

**Nussbaumer, Manfred, Prof.
71229 Leonberg (DE)**

(54) Verfahren zum Einbringen von Füllmaterial unter eine feste Fahrbahn und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

(57) Es wird ein Verfahren angegeben und eine Vorrichtung zur Durchführung desselben, unter Zuhilfenahme dessen eine feste Fahrbahn mittels einer Mischung aus einem Füllmaterial und einem Trägerma-

terial unterfüttert werden kann, ohne die Fahrbahn dabei aufzutrennen oder zu zerstören

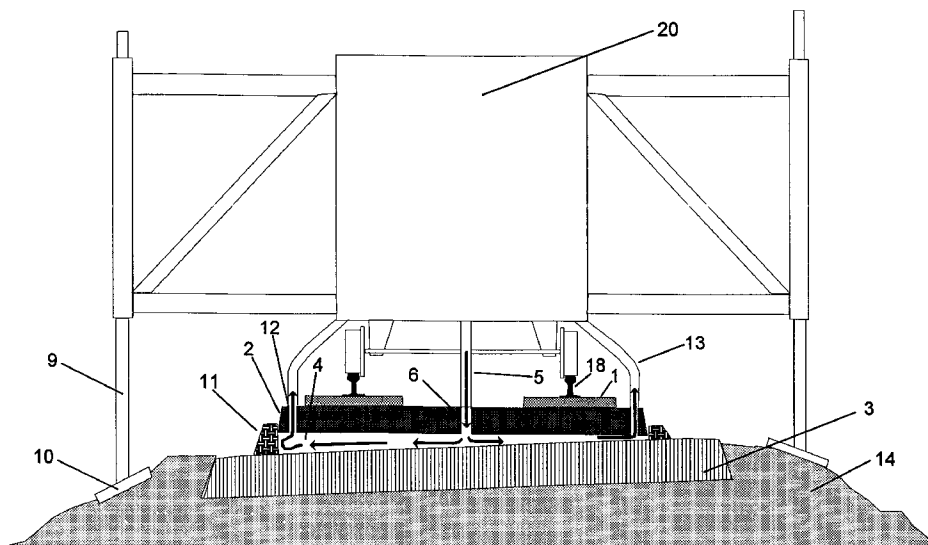


Fig.2

EP 0 822 293 A1

Beschreibung

Seit einigen Jahren haben sich im Eisenbahnbau Betonfahrbahnen bewährt. Bei diesen Betonfahrbahnen, wie sie z.B. in der Zeitschrift Beton 7/95, S. 480-483, oder in Bautechnik 72 (1995), Heft 1, Seiten 2 bis 10, beschrieben sind, handelt es sich um eine endlos verlegte Betonplatte, in der die Schwellen fest eingebunden sind oder auf der die Schienen unmittelbar befestigt werden.

Die Schienen müssen nicht unbedingt auf Schwellen verlegt sein, sondern können auch, mittels Schienenbefestigungen angebracht, direkt auf einer Betonplatte verlaufen. Die feste Fahrbahn ist meist mehrschichtig aufgebaut: Über einer Frostschutzschicht befindet sich eine sogenannte hydraulische Tragschicht (HGT) aus Magerbeton und darüber wieder eine Schicht aus hartem Beton, der die Schwellen für die Schienen oder direkt die Schienen trägt.

Beim Betrieb solcher Fahrbahnen, aber auch jeder anderen Art von fester Fahrbahn, sei es im Gleisbau, im Straßenbau oder im Flugpistenbau, entsteht ein Problem, wenn sich der Untergrund unter der Fahrbahn setzt. Einer solchen Setzung des Untergrundes folgt die feste Fahrbahn. Die Folge sind Höhenabweichungen von der planmäßigen Lage, die z.B. bei der Schienenlage auf Schnellbahnstrecken millimetergenau sein muß. Auch durch den Einfluß von Bauarbeiten kann es zu Veränderungen der Schienenlage kommen. Auch könnte es erforderlich sein, einen Abschnitt einer Bahnstrecke nachträglich über seine anfänglich geplante und ausgeführte Höhe anzuheben (z.B. in Folge von Planungsänderungen).

Bisher standen Techniken wie im Autobahnbau bei Betonfahrbahnen zur Verfügung. Dabei wird die Fahrbahnplatte angebohrt und mit aushärtendem Injektionsgut unterpreßt. Diese Form der Injektion verläuft nicht sehr zielgerichtet, da sie punktförmig aus der Injektionslanze austritt und die Einhaltung der planmäßigen Querneigung des Gleisstranges nicht kontrollier- und steuerbar ist. Besser ist es dagegen, das Injektionsmaterial gezielt und im geeigneten Umfang an den Ort der vorgesehenen Lageveränderung bzw. Lagestabilisierung (hier bloßes Auffüllen eines Hohlraumes) zu bringen.

In der DE 43 19 470 C1 wird ein Verfahren beschrieben, bei dem zum Ausgleich von Setzungen unter einer endlos verlegten festen Fahrbahn durch horizontal in der Betonplatte eingegossene Rohre über ungefähr vertikale Austrittsöffnungen aushärtendes Verpreßgut zwischen Betonplatte und Untergrund eingepreßt wird. Dabei wird die Betonplatte in der Regel durch das Einpressen angehoben.

Nachteil dieses Verfahrens ist, daß die Betonplatte wegen der Gefahr von Setzungen auf ihrer gesamten Länge mit einem umfangreichen Röhrensystem ausgerüstet werden muß, ganz gleich, ob nun Setzungen eintreten oder nicht.

Außerdem kann die Höhenlage, insbesondere das Einhalten der Querneigung der Betonplatte, zwar mit gezieltem Einpressen in etwa, nicht aber mit besonders großer Präzision, selbst durch einseitiges Einpressen, gesteuert werden.

Auch sind nachträgliche, erneute Ausfüllungen an der gleichen Stelle nur dann möglich, wenn die Verfüllrohre nach der Injektion des Materials gründlich von der aushärtenden Masse gesäubert wurden.

Daher bestand weiterhin der Bedarf nach einem Verfahren, welches erlaubt, Fahrbahnen, in denen keine Vorkehrungen in Form eines eingebauten Röhrensystems vorhanden sind, anzuheben und auch nur dort anzuheben, wo tatsächlich Bedarf besteht. Desweiteren sollte ein mehrfaches Anheben/Unterfüttern hintereinander in unregelmäßigen Zeitabständen wegen der oft langandauernden Setzungsvorgänge im Untergrund ohne Probleme möglich sein. (Setzungen bei höheren Bahndämmen auf weichem Untergrund können Jahrzehnte dauern.) Und die neu unter die Fahrbahn eingebrachte Schicht sollte in der Lage sein, flexibel auf weitere Setzungen zu reagieren und damit Lastspitzen auszugleichen.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß eine Substanz unter die feste Fahrbahn eingebracht wird, die aus vielen kleinen Teilchen besteht, die sich bei Krafteinwirkung wie ein Korngerüst verhalten und die Kräfte aus der Betonfahrbahn auf den Unterbau der festen Fahrbahn übertragen. Besonders vorteilhaft ist dabei eine Substanz, die durch die Rauheit der Oberfläche und durch die Lagerungsdichte einen hohen Winkel der inneren Reibung aufweist; damit wird ein seitlicher Austritt der Teilchen unter dem Oberbau, der zu einer erneuten Absenkung führen würde, praktisch verhindert. Bei sehr großen Absenkungen und entsprechender Unterfütterung am Rande der festen Fahrbahn könnte eine zusätzliche Versiegelung des Randes der festen Fahrbahn gegen den Austritt von Teilchen vorteilhaft sein, z.B. durch eine Abschottung mittels Beton oder Stahlwand.

Eine solchermaßen deformierbare Substanz als Unterfütterung ist auch besser als ein Festkörper in der Lage, eine gewisse Dämpfung der durch Fahrzeuge ausgelösten Schwingungen zu bewirken.

Es wird darauf hingewiesen, daß die Unterfütterung im Falle eines mehrschichtigen Aufbaus der festen Fahrbahn selbstverständlich unter jede dieser Schichten eingebracht werden kann, wenn der Verbund zwischen diesen Schichten hinreichend schwach genug ist, oder künstlich, z.B. durch eine dort eingebrachte Folie, geschwächt wurde.

Unterfütterung ist somit unterhalb der Betonplatte, unterhalb der HGT oder/und unterhalb der Frostschutzschicht möglich.

Als Material für die Unterfüllung findet vorzugsweise Sand Verwendung, wobei besonders vorteilhaft diejenigen Sandsorten sind, die scharfkantiges Korn aufweisen und daher Verschiebungen unter Kräfteein-

fluß größeren Widerstand entgegensetzen.

Als Material für die Unterfüllungen eignen sich aber auch andere Stoffe, wie z.B. Kunststoffgranulate, die aus dem Recycling stammen können, oder auch gemahlene Hochofenschlacken, fein zerkleinerte Stoffe aus alten bitumengebundenen Fahrbahnen oder aus dem Betonrecycling, feiner Glasschrot, z.B. aus dem Bildröhrenrecycling, und andere feingekörnte feste und nicht oder nur sehr langsam biologisch abbaubare Materialien.

Das Einbringen dieser Materialien unter die feste Fahrbahn hat dabei, im Gegensatz zu den Verfahren gemäß Stand der Technik, so zu erfolgen, daß die feingekörnte Substanz in ein Fluid als Trägermaterial eingebracht wird. Durch den Wegfall der Kontaktreibung zwischen den einzelnen Körnern wird auf diese Weise eine leicht bewegliche Mischung geschaffen, die unter die feste Fahrbahn gepumpt werden kann, wo schließlich eine Sedimentation der Körner erfolgt. Ein artverwandtes Einspülen von Sand als Gründung für Unterwasserbauten wird z.B. in der DE 21 31 501 beschrieben.

Die Sedimentation findet dabei vor allem an den Stellen statt, an denen der Hohlraum unter der festen Fahrbahn am größten ist, da dort auch die geringsten Strömungsgeschwindigkeiten herrschen. Das Verfahren wirkt somit von selbst ohne menschliches Zutun ausgleichend auf Unterschiede in der Größe der Hohlräume unter der Fahrbahn. Das Absetzen erfolgt dabei, ausgehend von der Einstromöffnung durch die Fahrbahn, in einer Form ähnlich einem Pfannkuchen, an dessen Oberfläche ständig in ihrer Lage veränderliche, temporäre, Transportkanäle weiteren Nachschub an mit Füllmaterial beladenem Trägermaterial nach weiter außen transportieren, wo dann aufgrund wieder geringerer Strömungsgeschwindigkeit eine Abscheidung mit weiterer Vergrößerung des Pfannkuchens erfolgt usw. (s. Fig.3).

Um die eventuell störenden Transportkanäle am Ende des Unterfütterungsvorganges größtenteils zu schließen, kann man am Ende die Einstromungsgeschwindigkeit reduzieren, so daß auch in den engen Kanälen, in denen hohe Strömungsgeschwindigkeiten (Bernoulli) herrschen, diese so weit abgesenkt werden, daß eine Abscheidung unter Verringerung der Kanalgröße erfolgt.

Dem nach der Absetzung des Füllmaterials wieder freigesetzten Trägermaterial wird die Möglichkeit geboten, unter der festen Fahrbahn zu entweichen. Dies ist bei durchlässigen seitlichen Anschüttungen gewährleistet. Das Trägermaterial tritt seitlich unter der festen Fahrbahn aus und kann dort, im Falle eines flüssigen Trägermaterials z.B. in Rinnen, aufgefangen und zur erneuten Mischung mit dem gekörnten Füllmaterial wiederverwendet werden (s. Fig.1). Eine andere Möglichkeit ist der Austritt des fluiden Trägermaterials durch Öffnungen in der festen Fahrbahn nach oben, wo es ebenfalls aufgefangen und wiederverwendet werden kann (s. Fig.2). Als fluides Trägermaterial bietet sich

vorzugsweise Wasser an, welches in bewegtem Zustand aufgrund seiner Dichte und Viskosität gute Trageigenschaften für die meisten Partikel bis hinauf zur Körnungsgröße von Grobsand (bis ca. 2 mm) aufweist. Auch Luft bietet den Vorteil der günstigen Verfügbarkeit, wobei ihre Transportfähigkeit für schwerere Teilchen sandartiger Korngröße durch eine erheblich höhere Geschwindigkeit erreicht wird, damit solche Teilchen sich nicht schon frühzeitig abzulagern beginnen, bevor sie an ihrem Endablagungsort angelangt sind. Schwere Teilchen müssen daher feinkörniger sein als leichte, um ihre Oberfläche relativ zur Masse zu vergrößern und damit ihr Absetzverhalten im Fluid zu verbessern. Vor allem Kunststoff ist wegen seiner geringeren Dichte auch in normaler sandähnlicher Körnung mit verwirbelter Luft als Trägermaterial unter der festen Fahrbahn abscheidbar.

Besonders vorteilhaft sind eben gerade Absetzgeschwindigkeiten in derjenigen Größenordnung, wie sie bei einer Mischung aus Sand und Wasser auftreten, da ein zu langsames Absetzen wiederum zu einem Austritt von nicht abgesetzter Substanz unter der Fahrbahn hervor, oder aus Öffnungen in der Fahrbahn heraus, führte.

Das Absetzverhalten der Körner in den Zuleitungen bis zum Austritt unter der festen Fahrbahn wird dabei näherungsweise durch das Stokes'sche Reibungsgesetz wiedergegeben:

$$F_{\text{Reibung, Stokes}} = 6 \pi \eta r v$$

mit $F_{\text{Reibung, Stokes}}$ als der Reibungskraft, die auf ein Körperchen des Radius r wirkt, welches sich relativ zu einem Fluid der Viskosität η mit einer Geschwindigkeit v bewegt. An Stellen, an denen ein Wirbel in der Zuleitung eine der Schwerkraft entgegengesetzte Geschwindigkeitskomponente aufweist, die größer als v ist, wird sich daher das Sandkorn nicht absetzen. Dies bedeutet auch, daß die Strömungsgeschwindigkeit des Fluides in der Zuleitung von der gleichen Größenordnung sein muß, wie die Sinkgeschwindigkeit der Füllmaterialpartikel in ruhendem Fluid, oder aber darüber liegen muß. Da im dynamischen Gleichgewichtszustand des Sinkens Reibungskraft und Gewichtskraft einander gleich sind, und die Gewichtskraft gleich dem Teilchenvolumen mal Teilchendichte ρ_T minus Auftrieb (Teilchenvolumen mal Fluidichte ρ_F) ist, gilt für ein als Kugel angenommenes Teilchen (für kompliziertere Teilchenformen muß man noch mit einem Oberflächenfaktor multiplizieren, doch ändert dies bei unserer Relativbetrachtung nicht viel):

$$v = 2/9 \cdot (\rho_T - \rho_F) / \eta \cdot r^2$$

Für Sand in Wasser ist $(\rho_T - \rho_F)$ ungefähr $1,6 \text{ g/cm}^3$, für Sand in Luft ungefähr $2,6 \text{ g/cm}^3$. Da die Viskosität η für Luft ungefähr 50 mal geringer ist, als die von Wasser, muß also entweder die Luftgeschwindigkeit (Wirbel) ungefähr $2,6/1,6 \cdot 50 \approx 80$ mal größer sein als die

von Wasser, oder der Durchmesser der Teilchen in Luft muß ungefähr 9 mal geringer sein, als in Wasser der gleichen Geschwindigkeit, oder man wendet eine Kombination der genannten Effekte an.

Genauere Abschätzungen der benötigten Strömungsgeschwindigkeiten bei Verwendung unterschiedlicher fluider Trägermaterialien und Füllmaterialien sind durch Berechnungen unter Verwendung der Navier-Stokes-Gleichung erhältlich.

Will man diesen rechnerischen Aufwand nicht treiben, so kann man für eine Abschätzung der Teilchengeschwindigkeit noch das Newtonsche Widerstandsgesetz, welches für schneller bewegte größere Körper gilt, heranziehen:

$$F_{\text{Reibung, Newton}} = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$$

mit c_w als formabhängigem Widerstandsbeiwert (für Kugelform ist $c_w = 0,35$), ρ als Dichte und A als senkrechter, der Strömung entgegenstehender Fläche.

Der wahre Wert wird dann in den allermeisten Fällen zwischen dem durch das Stokes-Gesetz und dem durch das Newton-Gesetz beschriebenen Fall liegen.

Das Mengenverhältnis der Massen von fluidem Trägermaterial zu Füllmaterial kann je nach Tragfähigkeit des Fluides für das betreffende Teilchen und der Viskosität der gebildeten Mischung zwischen 1000:1 und 1:1 variieren, wobei sich z.B. bei Sand in Wasser ein Verhältnis von größenordnungsmäßig 3:1 bis 10:1 als optimal herausgestellt hat. Durch Anheften von Gasblasen an feste Partikel des Füllmaterials kann deren Auftrieb in einem flüssigen Trägermaterial stark erhöht werden, so daß geringere Strömungsgeschwindigkeiten und niedrigere Massenverhältnisse von Trägermaterial zu Füllmaterial möglich sind und zudem auch größere Partikel bei dem Verfahren Anwendung finden können, als sonst möglich wären. Ein Anheften von Gasblasen durch Einblasen von Gas kann dabei durch Zusatz von Flotationshilfsmitteln, ähnlich denen, wie sie in der Erzabtrennung verwendet werden, zum flüssigen Trägermaterial erleichtert werden.

Weiterhin ist es möglich, dem Wasser als Hilfsstoff ein Mittel zuzufügen, welches den Strömungswiderstand des Gemisches verringert und ein Eindringen in kleinere Spalten erleichtert. Solche Mittel, die schon in geringen Konzentrationen wirksam sind, sind z.B. in der Zeitschrift „International Water Power and Dam Construction“, Jahrgang 30, Nr.6, S. 53-58 beschrieben („Reducing drag by polymers for hydro construction“). Die am häufigsten verwendeten Stoffe sind Polyethylenoxid, Polyacrylamid und der aus Naturstoffen (Guar-Bohne) gewonnene Guar-Gummi. Vorteilhaft bei Verwendung dieser Stoffe zur Erniedrigung des Strömungswiderstandes ist, daß sie eine wenn auch nicht starke, so doch spürbare Verklebung der Füllmaterialteilchen bewirken, die aufgrund ihrer Wasserlöslichkeit bei einer nachträglichen erneuten Verfüllung wieder aufgehoben wird.

Im Falle des Guar-Gummis kann jedoch auch, wie es in der Erdölförderung üblich ist, dem Guar-Gummi ein Enzym beigefügt werden, welches den Guar-Gummi zersetzt, so daß nur das Füllmaterial verbleibt. (In der Erdölförderung werden Wasser/Guar-Gummi/Sand-Gemische nach unterirdisch gezündeten Explosionen in die entstandenen feinen Risse eingepreßt, um dem Öl Fließwege zu schaffen. Der später störende, da den Öl-Durchfluß behindernde Guar-Gummi wird daher durch beigemengte Enzyme nachträglich abgebaut.)

Da die sich absetzende Masse sich nicht oder nur geringfügig mit der Betonplatte verbindet, ist ein wiederholtes Unterfüttern der festen Fahrbahn mit dem Füllmaterial nach dem beschriebenen Verfahren ausführbar. Obwohl es möglich ist, das Füllmaterialhaltende Trägermaterial direkt unter die Fahrbahn zu pressen, ist es vorteilhaft, diese so weit vom Untergrund abzuheben, daß die feste Fahrbahn nach dem Ablassen in Sollage kommt (s. Fig. 1 und Fig. 2). Bei größeren Abweichungen der festen Fahrbahn von der Sollage ist dieser Vorgang abschnittsweise durchzuführen bis die Sollage erreicht wird. Beim Anheben der Fahrbahn auf die endgültige Höhe ist zu berücksichtigen, daß durch geringfügiges Zusammendrücken des Füllmaterials durch den Druck der aufliegenden Fahrbahn noch eine geringfügige Absenkung erfolgt, die durch vorheriges geringfügig höheres Anheben der Fahrbahn über den Sollwert hinaus kompensiert werden kann, oder noch nachträglich bei einer Feinjustierung der Höhe der Fahrbahn erfolgen kann.

Das Anheben der Fahrbahn bzw. die Verringerung der Auflagekraft auf dem Untergrund ist dabei durch ein Gerät möglich, welches sich an der Schiene mechanisch festklammert, während Stempel mit einer Lastverteilungsplatte ausgehend vom Gerät beidseitig außerhalb der festen Fahrbahn auf den Boden gepreßt werden (s. Fig. 1 und Fig. 2). Das Gerät kann dabei bevorzugt in der Form eines oder mehrerer auf Rädern laufender Schienenwagen ausgeführt sein. Anstatt sich mechanisch an der Schiene festzuklammern (s. Fig. 4a), ist das Festklammern auch mit Magnetkraft an der ferromagnetischen Schiene möglich (s. Fig. 4b).

Das Gerät hat vorzugsweise auch gleich mindestens eines der folgenden Teile an Bord: Vermessungseinrichtungen, Pumpen und Mischvorrichtungen für Trägermaterial und Füllmaterial, Auffangvorrichtungen für wiedergewonnenes Trägermaterial, eventuell mit Separiereinrichtung von nicht abgeschiedenem Füllmaterial und/oder Bodenteilchen, außerdem die nötigen Verbindungsstücke zwischen Gerät und fester Fahrbahn sowie auch Vorräte an Trägermaterial und Füllmaterial.

Das beschriebene Gerät ist dann in der Lage, Stück um Stück die feste Fahrbahn anzuheben, auszurichten und zu unterfüttern.

Der Vorgang kann automatisiert ablaufen, von der Vermessung, zur Einführung der Anschlußstücke für

das Fluid vom Transportgerät zu vorhergesehenen Anschlußstücken in der Betonplatte bzw. anderweitigen festen Fahrbahn, dem Ankleben des Schienenfahrzeugs an den Schienen, dem Anheben und Ausrichten der Betonplatte/festen Fahrbahn, dem Einbringen des fluiden Trägermaterials mit dem eingemischten Füllmaterial und der Sedimentation des Füllmaterials, und gegebenenfalls dem Rückführen des Überschußfluides mit Regenerierung, und dem anschließenden Absetzen der Betonplatte/festen Fahrbahn auf das Füllmaterial in Sollhöhe.

Die Abfolge der automatisierten einzelnen Verfahrensabschnitte wird dabei durch Sensoren überwacht und durch Computer gesteuert: Erst, wenn für die kennzeichnenden Steuergrößen in einem bestimmten Verfahrensabschnitt Sollwerte erreicht sind, befiehlt der Rechner den Wechsel zum darauffolgenden Verfahrensabschnitt. Bei auftretenden Schwierigkeiten ist es vorteilhaft, wenn anwesende menschliche Arbeitskräfte die Probleme beseitigen. Aus diesem Grunde ist auch eine nur teilautomatische Variante des Verfahrens denkbar, bei der die Abfolge der meisten Verfahrensabschnitte hintereinander durch den Menschen überwacht und ausgelöst wird.

Fig. 1 zeigt schematisch das Vorgehen am Beispiel eines schotterlosen Oberbaus der Bauart Züblin (Bau-technik 72 (1995), Heft 1, Seiten 2 bis 10), bei dem eine nicht eingezeichnete eingelegte Kunststoffolie zwischen Betontrageplatte (2) und hydraulisch gebundener Tragschicht (HGT) (3) den Verbund so stark verringert, daß beim späteren Anheben lediglich die Betontrageplatte (2) abhebt, während die darunter befindliche hydraulisch gebundene Tragschicht (3) in ihrer ursprünglichen Lage verbleibt. In den entstehenden Hohlraum (4) zwischen HGT (3) und Betontrageplatte (2) wird dann über Zuleitungsrohre (5) durch Einfüllöffnungen (6) in der Betontrageplatte (2) eine Mischung aus Trägermaterial und Füllmaterial eingebracht. Das nach Absetzen des größten Teiles des Füllmaterials wieder entstandene Trägermaterial entweicht dabei hauptsächlich durch den Spalt (7) an der Seite der größten Anhebung. Auf dieser Seite fängt im Falle eines flüssigen Trägermaterials eine Rinne (8) dieses auf. Von dort wird es der Wiederverwendung zugeführt. Das gleiche geschieht auf der anderen Seite mit dem in geringerer Menge austretenden Trägermaterial. Die Rinnen dienen gleichzeitig als Abschottung.

In Fig. 1 und Fig. 2 sind die Stempel (9) mit ihren anpassungsfähigen Lastverteilungsplatten (10) zum Andrücken an den Boden (14) so ausgeführt, daß deren seitliche Lage zum schienenbeweglichen Wagen (20) und damit auch relativ zum Oberbau nicht veränderbar ist. In einer abgewandelten Bauart ist daher auch dieses Maß durch seitliches Ausfahren der speziellen Situation links und rechts des Oberbaus anpaßbar, was auch zu günstigeren Hebelmomenten führt. Die Stempel können dann im obigen Beispiel auch auf der HGT (3) abgestützt werden. In einer anderen Ausführungsart

sind die Stempel selbst als Rinnen für das Auffangen von flüssigem Trägermaterial ausgebildet.

Fig. 2 zeigt als Beispiel wieder die Fahrbahn in der obigen Bauweise von Fig. 1, diesmal aber entweicht das Trägermaterial nach Absetzen des größten Teils des Füllmaterials durch Öffnungen (12) durch die Fahrbahn und wird durch Verbindungsstücke (13) der Wiederverwendung zugeführt, oder aber auch, bevorzugt nach Abscheiden von Feststoffanteilen, in die Umwelt entlassen. Bei größeren Hohlräumen (4) zwischen Betontrageplatte (2) und HGT (3) sind Abschottungen (11) gegen Austritt von Füll- und Trägermaterial vorteilhaft, die entweder dauerhaft angebracht werden können (z.B. aus Beton) oder nach Abscheiden des Füllmaterials wieder entfernt werden. Auch hier ist es möglich, die Stempel in der Funktion solcher Abschottungen auszubilden.

Wie bereits erwähnt, stellen die Figuren das Verfahren am Beispiel der Anhebung der Betontrageplatte dar; es ist aber auch möglich, stattdessen die HGT samt der darüber befindlichen Betontrageplatte anzuheben, wenn der Verbund zwischen den beiden Schichten stark genug ist.

Fig. 3 zeigt schematisch die Abscheidung des Füllmaterials (15) in Form eines Pfannkuchens unter der Fahrbahn. Stets sich ändernde, entstehende und vergehende Transportkanäle (16) führen zu einem stetigen Wachstum vor allem an den Stellen mit der geringsten Strömungsgeschwindigkeit. Ungefähr in der Mitte des Pfannkuchens ist der Ort (17) unterhalb der Einfüllöffnung in der Fahrbahn. Die Form des Pfannkuchens hängt von der Form des Hohlraums (4) unter der Fahrbahn ab und nimmt bei vollständiger Füllung am Ende eckige Gestalt an.

Fig. 4 zeigt Möglichkeiten des Anklammerns an die Schiene (19). Fig. 4a ist eine einfache mechanische Variante in Zangenform, Fig. 4b stellt in einfacher Weise das Festhalten an der Schiene (18) mittels Magnetkraft dar, wobei nur der Kern (19) eines Elektromagneten gezeichnet wurde. Die Klammern und Stempel sind dermaßen entlang des anzuhebenden Streckenabschnitts angeordnet und von solcher Stärke, daß sie in Summe Kräfte von mehreren hundert Tonnen aufnehmen können.

Bezugszeichenliste:

- | | |
|----|---|
| 1 | Betonschwelle |
| 2 | Betontrageplatte |
| 3 | hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT) |
| 4 | Hohlraum |
| 5 | Zuleitungsrohr |
| 6 | Einfüllöffnung in Betontrageplatte |
| 7 | Spalt zwischen Betontrageplatte und HGT |
| 8 | Auffangrinne |
| 9 | Stempel |
| 10 | Lastverteilungsplatte |
| 11 | Abschottung |

- 12 Austrittsöffnungen für Trägermaterial
- 13 Verbindungsstück
- 14 Boden
- 15 Füllmaterial
- 16 temporäre Transportkanäle
- 17 Ort unterhalb der Einfüllöffnung
- 18 Schiene
- 19 Kern eines Elektromagneten
- 20 schienenbeweglicher Wagen

Beimengungen nach Zusatz und Vermischung mit neuem Füllmaterial erneut unter die feste Fahrbahn gepumpt wird.

- 5 6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial so stark bewegt wird, daß die Absinkgeschwindigkeit des Füllmaterials im bewegten Trägermaterial größenordnungsmäßig der von Sand in bewegtem Wasser entspricht, oder geringer als diese ist.
- 10

Patentansprüche

- 1. Verfahren zum Einbringen von Füllmaterial unter eine feste Fahrbahn, bzw. zwischen die einzelnen Schichten, aus denen diese aufgebaut sein kann, um diese in gewünschten Bereichen anzuheben, auszurichten oder auch nur zu unterfüttern, dadurch gekennzeichnet, daß das einzubringende Füllmaterial in einem fluiden Trägermaterial verteilt ist und durch in der festen Fahrbahn befindliche Öffnungen an der Stelle der beabsichtigten Lageänderung eingespeist oder eingepreßt wird, wobei dem nach Absetzen des meisten Füllmaterials freigewordenen Trägermaterial durch Öffnungen in der festen Fahrbahn oder seitlich zwischen fester Fahrbahn und Untergrund die Möglichkeit geboten wird zu entweichen.
- 15
- 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle oder die meisten Einfüllöffnungen bereits beim Herstellen der frisch verlegten festen Fahrbahn eingebaut werden, bevorzugt als ungefähr senkrechte Durchführungen runden oder polygonalen Querschnitts, die bevorzugt durch Kunststoff- oder Metallrohre ausgekleidet sein können.
- 20
- 25
- 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle oder die meisten Einfüllöffnungen erst zur Durchführung des Verfahrens z.B. durch Bohren angebracht werden.
- 30
- 35
- 4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die feste Fahrbahn Öffnungen aufweist, die bereits bei der frisch verlegten Fahrbahn vorhanden sind, oder später angebracht werden, durch die das vom Füllmaterial größtenteils befreite fluide Trägermaterial austreten kann.
- 40
- 45
- 50
- 5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das seitlich an der festen Fahrbahn oder durch Öffnungen in der festen Fahrbahn austretende, vom Füllmaterial größtenteils befreite Trägermaterial aufgefangen und nach eventueller Abscheidung von sonstigen
- 55
- 7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Füllmaterial feinkörnige Substanzen, deren Körner stark aneinander haften oder reiben, eingesetzt werden.
- 8. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Füllmaterial Sand verwendet wird, der einer besonders geeigneten Korngrößengruppe, wie z.B. Mittel- bis Grobsand, angehört, oder aber auch Recyclingglaskörner, Recyclingbetonkörner, Recyclingasphaltpartikel, Recyclingkunststoffkörner, grob zermahlene Hochofenschlacke oder eine Mischung aus diesen Komponenten.
- 9. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial Wasser ist.
- 10. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial ein Gas, bevorzugt Luft, ist.
- 11. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das flüssige Trägermaterial mindestens ein Flotationshilfsmittel enthält, welches, im Verein mit eingeblasenem Gas, bevorzugt Luft, hilft, das Füllmaterial durch das an dieses angebundene Gas im bewegten Trägermaterial länger in der Schwebe zu halten.
- 12. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß das flüssige Trägermaterial mindestens einen Zusatzstoff enthält, welcher den Strömungswiderstand der gesamten Mischung herabsetzt und ein Einstromen in kleinste Ritzen ermöglicht.
- 13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Zusatzstoff ein

Polymer ist, welches nach Abfluß des Trägerfluids eine wasserlösliche Verklebung des Füllmaterials bewirkt, bzw. die Haftung zwischen den Partikeln des Füllmaterials hinreichend erhöht um einer Verschiebung bei Belastung durch fahrende Züge nur langsam nachzugeben. 5

14. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein auf Rädern auf den Schienen beweglicher Wagen mindestens eine der Vorrichtungen Vermessungsgerät, Pumpe, Mischaggregat, Verbindungsstück zu einer oder mehreren Füllöffnungen in der festen Fahrbahn, Verbindungsstück zu mindestens einer der Austrittsöffnungen des Trägermaterials in der festen Fahrbahn oder zu längs der anzuhebenden Fahrbahn befindlichen Auffangrinnen für austretendes Trägermaterial, Abscheider zum Wiedergewinnen des Trägermaterials, Halter zum Festhalten an den Gleisen, horizontal und /oder vertikal ausfahrbare Anpreßstempel zum Anpressen auf den Boden neben der anzuhebenden Fahrbahn aufweist. 10 15 20 25
15. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Festhalten an den Gleisen durch an- und abschaltbare Magneten erfolgt. 30
16. Verfahren unter Zuhilfenahme der Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 14 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß an Stelle eines Füllmaterials in Trägermaterial ein aushärtbares oder konsolidierbares Füllmaterial verwendet wird. 35 40 45 50 55

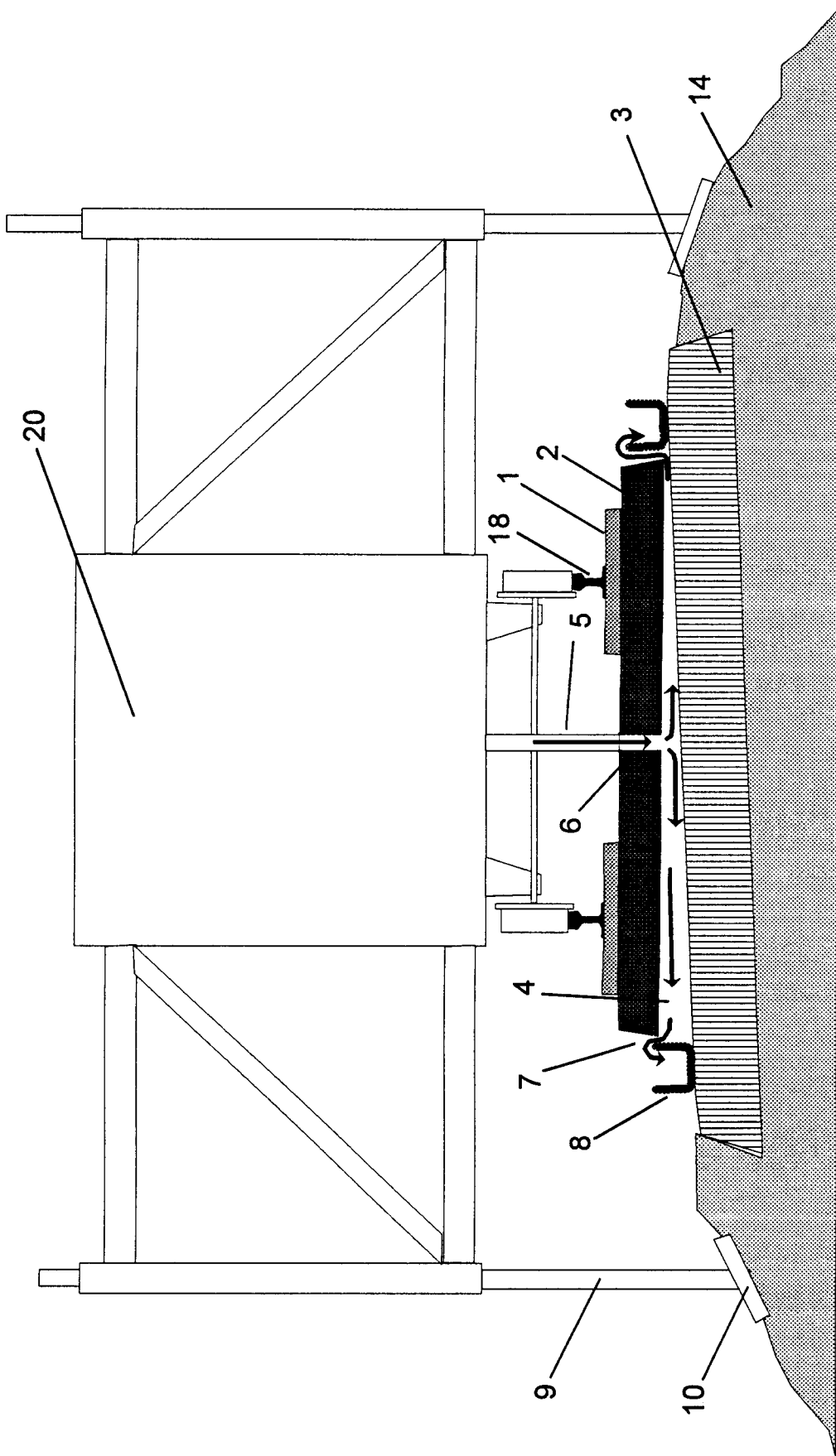


Fig.1

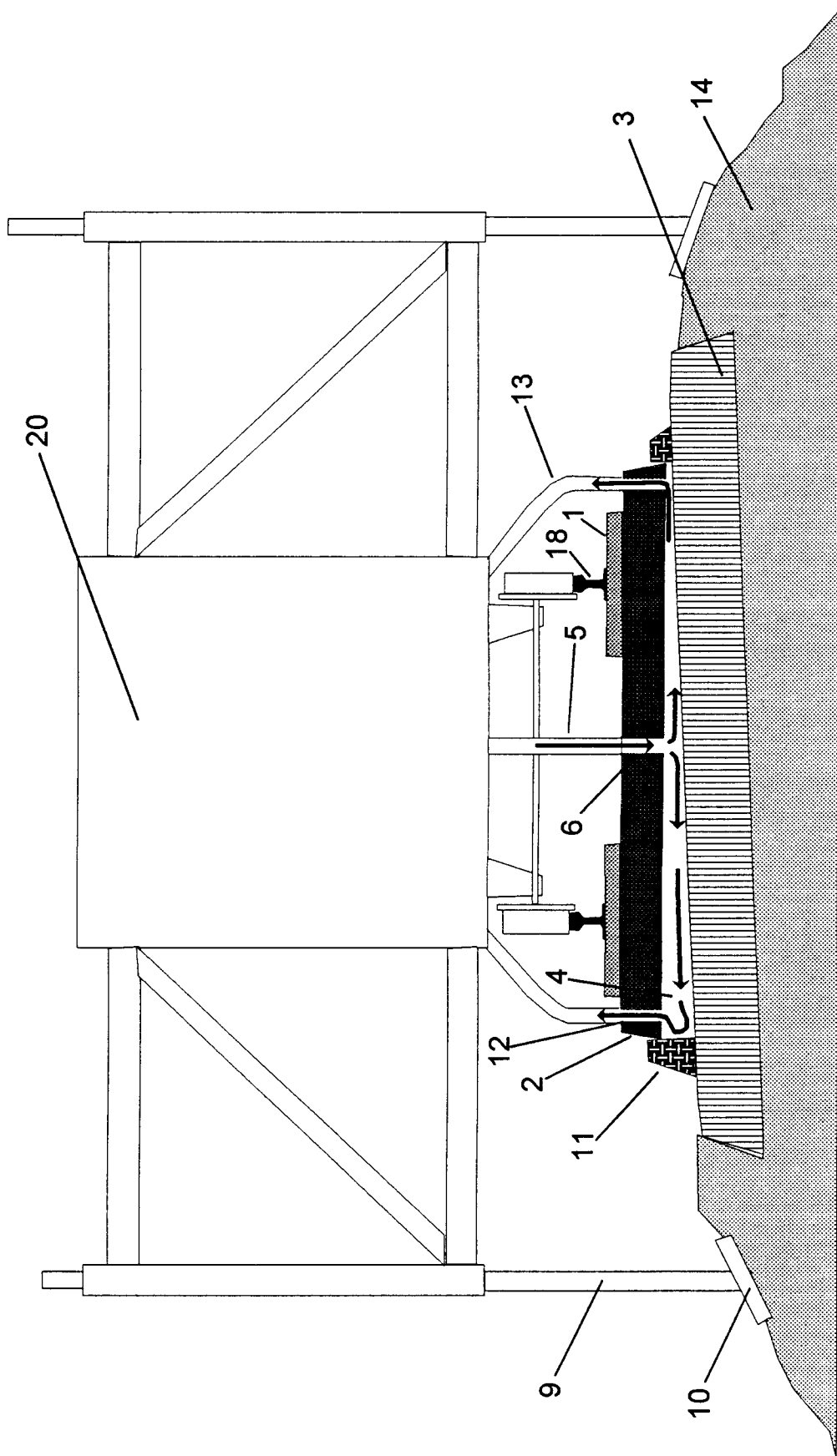


Fig. 2

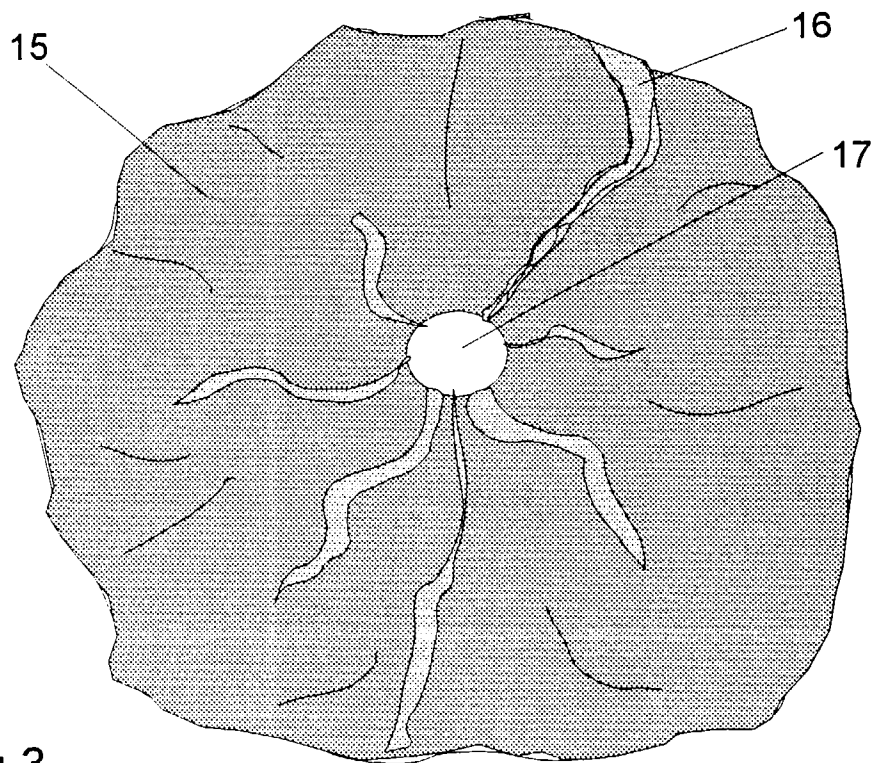


Fig.3

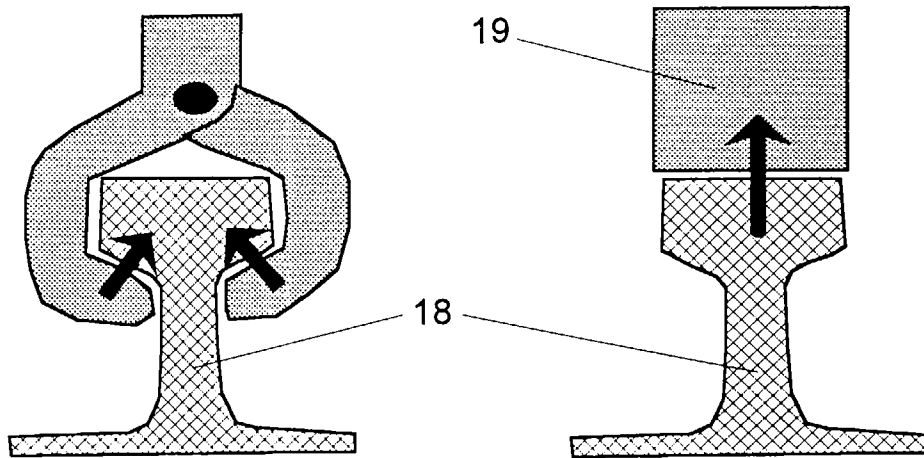


Fig.4a

Fig.4b



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 11 0956

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 2 068 714 A (STEDFELD) 26.Januar 1937	1,2,4-6, 8,10,11	E01B27/00
Y	* das ganze Dokument *	7,9,12, 14,16	
A	---	3	
Y	US 4 451 180 A (DUVAL HENRY H) 29.Mai 1984	7,9,12, 14,16	
A	* Zusammenfassung * * Spalte 6, Zeile 48 - Spalte 7, Zeile 37; Abbildungen *	3	
A	--- WO 91 08056 A (KOCH MARMORIT GMBH) 13.Juni 1991 -----	13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 31.Oktober 1997	Prüfer Blommaert, S
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)