

(19)



(11)

**EP 2 626 467 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**14.08.2013 Patentblatt 2013/33**

(51) Int Cl.:  
**E01B 31/20 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **13000540.8**

(22) Anmeldetag: **01.02.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(30) Priorität: **10.02.2012 DE 202012001306 U**

(71) Anmelder: **Bennert Ingenieurbau GmbH**  
**99102 Klettbach (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Frobel, Jörg**  
**99428 Hopfgarten (DE)**  
• **Thorwirth, Frank**  
**99192 Erfurt-Frienstedt (DE)**  
• **Wehling, Sascha**  
**99198 Erfurt-Vieselbach (DE)**

(74) Vertreter: **Weihsrauch, Frank et al**  
**Dr. Weihsrauch & Haussingen**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Neundorfer Strasse 2**  
**98527 Suhl (DE)**

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Nachverfestigung einer Schiene in einer schotterlosen Verlegung**

(57) Vorrichtung und Verfahren zur Nachverfestigung einer Schiene in einer schotterlosen Verlegung, aufweisend einen Aufnahmekanal, ein Ankerelement, eine aushärtbare Verpressmasse, ein Spannelement und ein Federelement.

Erfindungsgemäß durchsetzt der Aufnahmekanal einen Fußflansch der Schiene, sowie einen gelockerten Abschnitt eines Untergrundes der Schiene und wird in einen festen Abschnitt des Untergrundes der Schiene eingebracht.

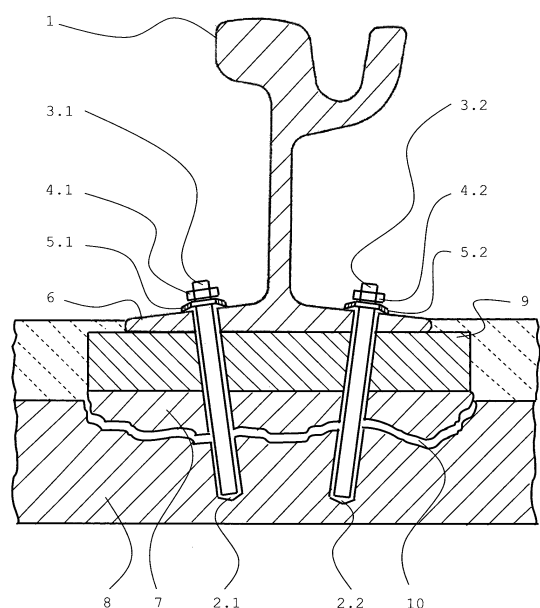
Des Weiteren wird das Ankerelement von dem Aufnahmekanal aufgenommen und die Verpressmasse in einen Ringraum zwischen dem Ankerelement und dem Aufnahmekanal eingebracht.

Durch die Aushärtung der Verpressmasse in dem Ringraum wird die Lage des Ankerelements in dem Aufnahmekanal festgelegt.

Weiterhin werden das Spannelement oberhalb des Fußflansches der Schiene an einem oberen Ende des Ankerelements und das Federelement zwischen dem Fußflansch der Schiene und dem Spannelement angeordnet, wobei das Federelement durch eine axiale Lageänderung des Spannelements in Richtung des Fußflansches der Schiene verspannbar ist.

Durch die Verspannung des Spannelements wird die Schiene in ihrer Lage auf dem Untergrund festgelegt, wobei durch das Federelement eine teilweise elastische Lagerung der Schiene auf dem Untergrund erzielt wird.

Fig. 2

**EP 2 626 467 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Nachverfestigung einer gelockerten Schiene, insbesondere einer Straßenbahnschiene in einer schotterlosen Verlegung und ein zugehöriges Verfahren.

**[0002]** Es ist aus dem Stand der Technik bekannt, insbesondere Straßenbahnschienen in einer schotterlosen Verlegung, auch als schotterloser Oberbau bezeichnet, anzuordnen, um so einen Oberbau zu erhalten, welcher zum einen belastbarer ist als Schotter-Oberbauten und welcher zum anderen problemlos durch andere, nicht schienengebundene Fahrzeuge und Personen befahren, beziehungsweise begehbar ist.

**[0003]** In einer schotterlosen Verlegung werden die Schienen auf einem festen Untergrund, beispielsweise aus Beton oder Bitumen, befestigt und über sogenannte Kammerfüllsteine an angrenzende Oberflächen, zum Beispiel Pflastersteine oder Asphalt, angeschlossen und sowohl akustisch, als auch elektrisch isoliert. Der obere Abschluss der Schienen wird durch Einbringen einer Vergussmasse, auch als Schienenlängsverguss bezeichnet, zwischen die Schiene und die angrenzenden Oberflächen erreicht. Darüber hinaus können zur Verbesserung der Isolierung der Schienen zwischen den Kammerfüllsteinen und den angrenzenden Oberflächen zusätzliche Gummiprofile vorgesehen sein.

Die Befestigung der Schienen auf dem festen Untergrund erfolgt zumeist durch deren Verkleben, beispielsweise mittels eines 2-Komponenten-Kunststoffklebers.

**[0004]** Der verwendete Kunststoffkleber wirkt dabei vorzugsweise schwingungsreduzierend um die, durch ein Befahren der Schienen entstehenden, Vibrationen zu dämpfen und so den festen Unterbau zu schonen und Schallübertragungen zu reduzieren.

**[0005]** Insbesondere durch thermische Ausdehnungsvorgänge, unterstützt durch die dauerhaft wiederkehrenden Belastungen der Schienen während der Überfahrt eines entsprechenden Schienenfahrzeuges, kommt es vor allem in Kurvenabschnitten immer wieder zu einer, zumindest abschnittswisen, Beschädigung des Gleisoberbaus.

Die Beschädigung des Gleisoberbaus entsteht in einem solchen Fall meist dadurch, dass es zu einem lokalen Herausbrechen der gesamten Schiene-Untergrund-Verbindung aus dem festen Untergrund kommt.

Dabei bleibt in der Regel die Schiene-Kleber-Untergrund-Verbindung intakt, während der gesamte Schiene-Untergrund-Verbund abschnittsweise herausgerissen wird.

**[0006]** Es kommt somit zur abschnittswisen Ausbildung von Hohlräumen unter den Schienen und somit zu deren Lockerung, wodurch insbesondere die Stabilität des Gleisoberbaus und mit diesem das sichere Befahren des Gleisoberbaus gefährdet werden.

**[0007]** Um einen derart schadhaften Abschnitt des Gleisoberbaus instand zu setzen, ist es nach dem Stand der Technik üblich, den schadhaften Abschnitt durch

Heraustrennen aus dem restlichen Gleisoberbau freizulegen und aus diesem zu entnehmen. Nach der Entnahme des Gleisabschnitts wird das Gleis von Kleberresten befreit und anschließend an der entsprechenden Stelle wieder in den Gleisoberbau eingesetzt und mittels neuem Kleber mit den Unterbau verbunden. Der sich unter der Schiene ausgebildete Hohlraum wird dabei durch Reparatur des Unterbaus beseitigt oder mit zusätzlichem Klebstoff ausgefüllt.

**[0008]** Das aufgeführte Instandsetzungsverfahren ist insofern nachteilig, als dass ein erheblicher Aufwand zum Freilegen und Instandsetzen des schadhaften Gleisabschnitts notwendig ist und dass hierdurch zum einen lange Stillstandszeiten des Schienenabschnitts und zum anderen entsprechend hohe Kosten für die Instandsetzung und die temporäre Nichtnutzung der entsprechenden Schienenabschnitte entstehen.

Darüber hinaus bietet das Verfahren keine langfristig wirksame Nachverfestigung des Schienenabschnitts, da die Schiene nach der Instandsetzung lediglich wieder in gleicher Weise mit dem Untergrund verbunden ist und es somit durch thermische und Überfahrbelastungen zu einem erneuten Losrütteln des Schienenabschnitts kommen kann.

**[0009]** Im Hinblick auf die Nachteile des Standes der Technik ist es somit die Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung bereitzustellen, welche ein einfaches, schnelles und vor allem kostengünstiges Instandsetzen eines schadhaften Schienenabschnitts in einem schotterlosen Oberbau ermöglicht und zu dem eine dauerhafte Befestigung der Schiene auch bei thermischen Belastungen zulässt.

**[0010]** Die Aufgabe wird im Bezug auf die Vorrichtung durch die in den Patentansprüchen 1 und 5 aufgeführten Merkmale und im Bezug auf das Verfahren durch die in dem Patentanspruch 9 aufgeführten Merkmale gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen 2 bis 4 zu Anspruch 1 und den Unteransprüchen 6 und 7 zu Anspruch 5 sowie den Unteransprüchen 10 bis 12 zu Anspruch 9.

**[0011]** Diesbezüglich wird im Nachfolgenden unter einer Schiene ein lineares Trag- und Führungselement, aufweisend einen Fußflansch, einen Schienensteg und einen Schienenkopf, verstanden.

**[0012]** Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Nachverfestigung einer Schiene in einer schotterlosen Verlegung weist einen Aufnahmekanal, ein Ankerelement, eine Verpressmasse, ein Spannelement und ein Federelement auf.

**[0013]** Der Aufnahmekanal ist dabei besonders vorteilhaft so ausgebildet, dass dieser einen Fußflansch der Schiene sowie gelockerte Abschnitte eines Untergrundes der Schiene durchsetzt und in einen festen Abschnitt des Untergrundes der Schiene eingebracht wird.

Der Untergrund der Schiene besteht insbesondere aus Beton oder Bitumen und dient der Schiene bekanntermaßen als Auflagefläche im Sinne eines Fundaments. Der gelockerte Abschnitt des Unterbaus bezeichnet da-

bei erfindungsgemäß horizontal betrachtet die Bereiche, in welchen sich der Unterbau mit der Schiene durch die auftretenden Belastungen abgelöst hat.

Im Gegensatz dazu werden unter festen Abschnitten des Untergrundes die tiefer liegenden Bereiche verstanden, welche nicht durch eine Lockerung der Schiene beschädigt sind.

**[0014]** Erfindungsgemäß wird der Aufnahmekanal, vorzugsweise mittels Durchbohren des Fußflansches der Schiene und der gelockerten Abschnitte des Untergrundes, bis in eine vorher festgelegte Tiefe in den festen Abschnitt des Untergrundes eingebracht.

**[0015]** Der Aufnahmekanal dient gemäß der vorliegenden Erfindung zur Aufnahme des Ankerelements, welches erfindungsgemäß nach Einbringen des Aufnahmekanals derart in diesen einsetzbar ist, dass das Anker-element sowohl den Fußflansch der Schiene, als auch die gelockerten Abschnitte des Untergrundes durchsetzt und insbesondere bis zum Ende des Aufnahmekanals in den festen Untergrund vorgetrieben wird.

**[0016]** Der Durchmesser des Ankerelements ist besonders vorteilhaft so gestaltet, dass sich zwischen dem Anker-element und dem Aufnahmekanal ein Ringraum ausbildet.

Über diesen Ringraum ist anschließend die erfindungsgemäße Verpressmasse einbringbar. Einen besonderen Vorteil bildet, dass durch die Verpressmasse sowohl zum einen der Ringraum zwischen Anker-element und Aufnahmekanal als auch zum anderen sich etwa in dem gelockerten Abschnitt des Untergrundes und im Bereich zwischen dem gelockerten Untergrund und dem festen Untergrund ausbildende Hohlräume durch die Verpressmasse ausfüllbar sind.

Dies wird insbesondere bei einer flüssigen Konsistenz der Verpressmasse erreicht, wobei als Verpressmasse beispielsweise Polyurethan-Harz (PU-Harz) zum Einsatz kommt.

**[0017]** Das Einbringen der Verpressmasse erfolgt bevorzugt unter Zuhilfenahme eines an sich bekannten Injektionspackers, welcher in den Ringraum zwischen Aufnahmekanal und Anker-element eingesetzt und nach dem Einbringen der Verpressmasse wieder aus dem Ringraum entnommen wird.

Derartige Injektionspacker werden beispielsweise bei der Bauwerksabdichtung oder der Rissanierung angewendet.

**[0018]** Nach dem Einbringen der Verpressmasse härtet diese besonders vorteilhaft sowohl in dem Ringraum zwischen Anker-element und Aufnahmekanal, als auch in den Hohlräumen aus, wobei insbesondere das Aushärten der Verpressmasse in dem Ringraum dazu führt, dass das Anker-element in seiner Lage innerhalb des Aufnahmekanals festgelegt ist.

**[0019]** Des Weiteren sind das Spannelement und das Federelement erfindungsgemäß derart auf dem Anker-element angeordnet, dass sich das Spannelement oberhalb des Fußflansches der Schiene an einem oberen Ende des Ankerelements und das Federelement zwischen

dem Spannelement und dem Fußflansch der Schiene befinden und somit das Federelement durch eine axiale Lageänderung des Spannelements, in Richtung des Fußflansches der Schiene, verspannbar ist.

**[0020]** Durch das Verspannen des Federelements gegen den Fußflansch der Schiene wird als besonderer Vorteil der Erfindung eine zumindest teilweise elastische Lagefestlegung der Schiene auf dem festen Untergrund bewirkt, wobei die Schiene dauerhaft in axialer Richtung des Ankerelements vorgespannt wird. Vertikale Bewegungen der Schiene bei Lastwechseln, infolge eines Überfahrens, werden unterdrückt, wodurch erneuten Lockerungen entgegengewirkt wird. Durch den Aufdruck wird ein Abreißen von dem Untergrund oder ein Aufreißen in dem Untergrund erschwert. Die Schiene behält weiterhin eine begrenzte Verschieblichkeit, welche es der Schiene als Vorteil ermöglicht, thermische Ausdehnungsvorgänge durchzuführen, ohne dass es zu einer erneuten Lockerung der Schiene in der schotterlosen Verlegung kommt.

**[0021]** In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind das Anker-element als Gewindebolzen und das Spannelement als Mutter ausgebildet.

Eine derartige Konfiguration ermöglicht es auf besonders vorteilhafte Art und Weise, dass das Spannmittel auf das Anker-element aufgeschraubt und durch das Aufschrauben des Spannmittels eine definierte Verspannung des Federelements erzielt werden kann.

**[0022]** Darüber hinaus ist es bei einer erfindungsgemäßen Verwendung eines Gewindebolzens und einer aufschraubbaren Mutter gewährleistet, dass die Verspannung des Federelements und somit der Anpressdruck der Schiene auf den Untergrund nachträglich anpassbar sind.

So können beispielsweise Setzungen der Schiene ausgeglichen werden.

**[0023]** Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Erfindung sieht vor, dass das Federelement als Tellerfeder ausgebildet ist.

Die Verwendung einer Tellerfeder bietet sich insbesondere dann an, wenn lediglich ein geringer Bauraum zwischen dem Fußflansch der Schiene und dem übrigen Oberbau, insbesondere zwischen Fußflansch und etwa verwendeten Kammerfüllsteinen, verfügbar ist und lediglich ein geringer Federweg benötigt wird.

**[0024]** In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist das Federelement als Schraubenfeder ausgebildet.

Da Schraubenfedern kostengünstig hergestellt werden, können durch deren Verwendung die Herstellungskosten für eine erfindungsgemäße Vorrichtung niedrig gehalten werden.

**[0025]** Darüber hinaus durchsetzt der Aufnahmekanal in einer weiteren besonders vorteilhaften Ausbildung der Erfindung auch den festen Abschnitt des Untergrundes und führt bis in eine, sich unterhalb des festen Abschnitts des Untergrundes befindliche, Tragschicht.

**[0026]** Die Tragschicht besteht in diesem Zusammen-

hang beispielsweise aus einer Gesteinskörnung und weist insbesondere eine poröse Struktur auf.

**[0027]** Durch die Fortführung des Aufnahmekanals bis in die poröse Tragschicht wird es auf besonders vorteilhafte Art und Weise bewirkt, dass die Verpressmasse auch in die poröse Tragschicht eingebracht werden und in dieser aushärten kann. Durch das Einbringen der Verpressmasse in die poröse Tragschicht werden in dieser vorhandene Hohlräume durch die Verpressmasse ausgefüllt und ein Verbund aus Verpressmasse und Gesteinskörnung gebildet.

**[0028]** Der Verbund aus Verpressmasse und Gesteinskörnung wirkt als besonderer Vorteil als ein Widerlager für das Ankererelement, wodurch die Festigkeit der erfindungsgemäßen Vorrichtung nochmals verbessert wird.

**[0029]** Das Einbringen der Verpressmasse in die Tragschicht unterhalb des Schienenuntergrundes erfolgt beispielsweise unter Zuhilfenahme von Injektionsschläuchen, welche vorzugsweise innerhalb des Aufnahmekanals angeordnet sind und bis in die Tragschicht reichen. Um eine möglichst weitreichende Verteilung der Verpressmasse in der Tragschicht zu erzielen, wird die Verpressmasse über die Injektionsschläuche erst dann in die Tragschicht eingebracht, wenn die Verpressmasse in dem Aufnahmekanal bereits, zumindest teilweise, ausgehärtet ist.

Durch die bereits ausgehärtete Verpressmasse wird hierbei in Richtung des Aufnahmekanals eine Art Druckammer gebildet, welche besonders vorteilhaft ein Entweichen der Verpressmasse aus der Tragschicht in den Aufnahmekanal verhindert.

**[0030]** Eine Vorrichtung zur Nachverfestigung einer Schiene in einer schotterlosen Verlegung nach Anspruch 5 weist mehrere Vorrichtungen gemäß dem Anspruch 1 auf.

**[0031]** Die erfindungsgemäße Anordnung mehrerer Vorrichtungen gemäß Anspruch 1 kommt insbesondere dann zum Einsatz, wenn längere Abschnitte einer Schiene nachverfestigt werden sollen.

**[0032]** In dieser Konfiguration werden erfindungsgemäß vorzugsweise beidseitig des Schienensteges jeweils mindestens eine Vorrichtung gemäß des Anspruchs 1 in dem Fußflansch der Schiene angeordnet. Hierdurch werden besonders vorteilhaft die Spannkraft der Vorrichtung und somit deren Effektivität erhöht. Gleichzeitig wird eine gleichmäßigere Spannkraftbeaufschlagung der Schiene über einen längeren Schienenabschnitt durch die Mehrzahl der Vorrichtungen gemäß Anspruch 1 erzielt.

**[0033]** Die Anordnung der Mehrzahl der Vorrichtungen gemäß Anspruch 1 entlang der Längsrichtung der Schiene erfolgt in einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung in einem definierten Abstand und zueinander versetzt auf beiden Seiten des Schienensteges. Hiermit ist insbesondere eine Anordnung der Vorrichtungen gemäß Anspruch 1 gemeint, bei welcher je eine erste Vorrichtung gemäß Anspruch 1 rechts des Schienenste-

ges und eine zweite Vorrichtung gemäß Anspruch 1, in einem definierten Abstand zu der ersten Vorrichtung gemäß Anspruch 1, links des Schienensteges angeordnet ist.

**[0034]** Es wurde gefunden, dass eine wirtschaftliche und funktionell effektive Anordnung der mehreren Vorrichtungen gemäß Anspruch 1 insbesondere bei einer Beabstandung der Vorrichtungen im Bereich zwischen 100 Millimetern und 1000 Millimetern, vorzugsweise bei 250 Millimetern, vorliegt.

**[0035]** Eine besonders bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht darüber hinaus vor, dass die mehreren Vorrichtungen gemäß Anspruch 1, quer zur Längsrichtung der Schiene gesehen, V-förmig ausgerichtet sind.

**[0036]** Die V-förmige Ausrichtung der Vorrichtungen gemäß Anspruch 1 hat insbesondere den Vorteil, dass diese auch bei einer teilweisen Überdeckung des Fußflansches durch den Schienenkopf in dem Fußflansch angeordnet werden können.

Darüber hinaus werden durch die V-förmige Anordnung der Vorrichtungen gemäß Anspruch 1 eine optimale Anpassung dieser an den, meist schräg in Richtung des Schienensteges ansteigenden, Fußflansch der Schiene, sowie ein erhöhter Widerstand der Ankererelemente gegenüber senkrechten Zugbelastungen, gewährleistet.

**[0037]** Um eine gelockerte Schiene, insbesondere eine Straßenbahnschiene, wieder zu verfestigen, nachfolgend als Nachverfestigung bezeichnet, wird erfindungsgemäß ein Nachverfestigungsverfahren vorgesehen, welches die folgenden Verfahrensschritte aufweist.

**[0038]** In einem ersten Verfahrensschritt a) erfolgt ein Setzen eines Aufnahmekanals in einem Bereich einer beschädigten, schotterlosen Verlegung der Schiene.

Der Aufnahmekanal wird dabei, beispielsweise durch Bohren, derart in die Verlegung der Schiene eingebracht, dass dieser sowohl den Fußflansch der Schiene, als auch einen, sich unter dem Fußflansch befindlichen, gelockerten Abschnitt des Untergrundes durchsetzt und bis in einen festen Abschnitt des Untergrundes vordringt.

**[0039]** In diesen Aufnahmekanal wird in einem zweiten Verfahrensschritt b) ein Ankererelement eingesetzt, welches besonders vorteilhaft sowohl den Fußflansch der Schiene, als auch den gelockerten Abschnitt des Untergrundes durchdringt und in den festen Abschnitt des Untergrundes eingebracht wird. Erfindungsgemäß ist hierbei das Ankererelement so ausgebildet, dass dessen Durchmesser geringer ist als der des Aufnahmekanals. Auf diese Weise kommt es erfindungsgemäß zur Ausbildung eines Ringraumes zwischen dem Ankererelement und dem Aufnahmekanal.

**[0040]** Ein weiterer Verfahrensschritt c) sieht nun vor, dass in den Ringraum zwischen Ankererelement und Aufnahmekanal eine aushärtbare Verpressmasse eingebracht wird.

Das Einbringen der Verpressmasse geschieht vorzugsweise unter Druck, wobei es der Verpressmasse besonders vorteilhaft ermöglicht wird, sowohl den Ringraum zwischen Ankererelement und Aufnahmekanal auszufül-

len, als auch in Hohlräume in oder zwischen dem gelockerten und dem festen Abschnitt des Untergrunds vorzudringen und diese ebenfalls weitestgehend vollständig auszufüllen.

Zur Durchführung des hier aufgeführten Verfahrensschrittes c) eignen sich beispielsweise sogenannte Hochdruckpacker, welche in diesem Fall so ausgebildet sind, dass diese in den Ringraum vordringen und die Verpressmasse in den Ringraum einbringen können.

Nach dem Einbringen der Verpressmasse wird der Hochdruckpacker wieder aus dem Aufnahmekanal, respektive aus dem Ringraum zwischen Ankerelement und Aufnahmekanal, entnommen.

**[0041]** In einem nun folgenden Verfahrensschritt d) wird die Aushärtezeit der Verpressmasse abgewartet.

**[0042]** Durch das Aushärten der Verpressmasse werden auf vorteilhafte Art und Weise sowohl die Lage des Ankerelements relativ zum Aufnahmekanal festgelegt, als auch die vorhandenen Hohlräume in oder zwischen dem gelockerten und dem festen Abschnitt des Untergrunds abgedichtet.

**[0043]** Nach dem Abwarten der Aushärtezeit der Verpressmasse wird in einem weiteren Verfahrensschritt e) ein Federelement auf dem Ankerelement angeordnet. Dabei erfolgt die Anordnung des Federelements auf dem Ankerelement erfindungsgemäß oberhalb des Schienenfußflansches im Bereich des freiliegenden Endes des Ankerelements.

Das anzuordnende Federelement kann erfindungsgemäß, in Abhängigkeit des vorhandenen Bauraums, sowohl als Teller- als auch als Schraubenfeder ausgebildet sein.

Darüber hinaus kommen erfindungsgemäß sämtliche anderen Arten von Federn in Frage, welche den gestellten Anforderungen entsprechen.

**[0044]** Darüber hinaus wird in einem ebenfalls durchzuführenden Verfahrensschritt f) auf dem freiliegenden Ende des Ankerelements, insbesondere oberhalb des Federelements, ein Spannelement angeordnet.

In diesem Zusammenhang sind das Ankerelement beispielsweise als Gewindestab und das Spannelement beispielsweise als Mutter ausgebildet, wobei das Spannelement erfindungsgemäß auf das Ankerelement aufgeschraubt wird.

**[0045]** Ein letzter Verfahrensschritt g) sieht nun vor, dass das Federelement durch eine axiale Änderung der Lage des Spannelements in Richtung des Fußflansches der Schiene verspannt wird.

**[0046]** Dabei erfolgt das Verspannen des Federelements derart, dass der Schiene auf besonders vorteilhafte Art und Weise eine Verschieblichkeit zugeordnet bleibt, welche es ihr ermöglicht, insbesondere thermische Ausdehnungsvorgänge in Längsrichtung durchzuführen.

**[0047]** In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung erfolgt vor dem Verfahrensschritt a) in einem Verfahrensschritt 0) eine Detektion der gelockerten Abschnitte des Oberbaus.

Eine derartige Detektion gelockerter Abschnitte des Oberbaus kann beispielsweise durch Ermitteln der Bewegungen der Schiene erfolgen.

An dieser Stelle ist auch eine kontinuierliche Überwachung der gesamten Schienenanlage im Sinne eines Frühwarnsystems gemeint, wodurch schadhafte Abschnitte in dem Oberbau frühzeitig erkennbar wären und saniert werden könnten.

**[0048]** Eine ebenso vorteilhafte Variante des erfindungsgemäßen Nachverfestigungsverfahrens sieht vor, dass zwischen den Verfahrensschritten a) und b), in einem zusätzlichen Verfahrensschritt a1) eine Untersuchung des Aufnahmekanals auf vollständige Durchdringung des gelockerten Abschnitts des Untergrundes durchgeführt wird.

**[0049]** Hierdurch wird insbesondere sichergestellt, dass der Aufnahmekanal den gelockerten Abschnitt des Untergrundes vollständig durchsetzt hat und ausreichend weit in den festen Abschnitt des Untergrundes vorgedrungen ist.

Die Gefahr einer unzureichenden Instandsetzung des schadhafte Abschnitts des Oberbaus durch einen unzureichend in den festen Abschnitt des Untergrundes eingebrachten Aufnahmekanal, beziehungsweise ein unzureichend in den festen Abschnitt des Untergrundes eingebrachtes Ankerelement, wird somit minimiert, beziehungsweise nahezu vollständig ausgeschlossen.

**[0050]** Der erfindungsgemäß vorgesehene Verfahrensschritt a1) wird in einer vorteilhaften Ausbildung des Verfahrens durch eine Endoskopie des Aufnahmekanals ausgeführt.

Hierbei kommen insbesondere Videoendoskope zum Einsatz, welche nach dem Setzen des Aufnahmekanals in diesen eingeführt werden und eine entsprechende Bildaufzeichnung des inneren Verlaufs des Aufnahmekanals wiedergeben.

**[0051]** Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens nach Anspruch 15 sieht vor, dass in dem Verfahrensschritt a) der Aufnahmekanal sowohl einen gelockerten Abschnitt des Untergrundes als auch einen festen Abschnitt des Untergrundes durchsetzt und bis in eine, sich unter dem festen Abschnitt des Untergrundes befindliche, Tragschicht führt und dass in dem Verfahrensschritt c) die Verpressmasse auch in Abschnitte der Tragschicht unterhalb des festen Abschnitts des Untergrundes eingebracht wird.

**[0052]** Um die Verpressmasse in die Tragschicht einbringen zu können, geht dem Verfahrensschritt c) in einer ebenso vorteilhaften Ausbildung des Verfahrens ein Verfahrensschritt b1) voraus, wobei in dem Verfahrensschritt b1) mindestens ein Injektionsschlauch so in den Aufnahmekanal eingeführt wird, dass der Injektionsschlauch bis in die Tragschicht unterhalb des festen Abschnitts des Untergrundes vordringt.

Des Weiteren sieht die vorteilhafte Ausbildung des Verfahrens vor, dass zwischen den Verfahrensschritten c) und d) in einem zusätzlichen Verfahrensschritt c1) über den Injektionsschlauch die Verpressmasse auch in die

Tragschicht eingebracht wird.

**[0053]** Alternativ ist der Verfahrensschritt c1) auch parallel zu dem Verfahrensschritt d) durchführbar.

**[0054]** Die Erfindung wird als Ausführungsbeispiel anhand von

Fig. 1 Prinzipdarstellung schadhafter Gleisabschnitt

Fig. 2 Prinzipdarstellung nachverfestigter Gleisabschnitt

Fig. 3 Prinzipdarstellung mit einem Widerlager

näher erläutert.

**[0055]** Aus Gründen der Einfachheit und Übersichtlichkeit wird in den Figuren auf die Darstellung von Peripherelementen des Gleisoberbaus, insbesondere auf die Darstellung von Kammerfüllsteinen, Schienenverguss und Auffüllungen verzichtet.

**[0056]** Fig. 1 zeigt eine prinzipielle Darstellung eines schadhaften Gleisabschnittes mit einer Schiene 1 in einer schotterlosen Verlegung.

**[0057]** Dabei ist die Schiene 1, insbesondere im Bereich eines Fußflansches 6, über eine Klebeschicht 9 mit einem gelockerten Abschnitt 7 eines Untergrundes fest verbunden.

**[0058]** Dem gelockerten Abschnitt 7 gegenüber befindet sich ein fester Abschnitt 8 des Untergrundes, von welchem sich der gelockerte Abschnitt 7, beispielsweise durch thermische und/oder mechanische Belastungen gelöst hat.

Mit der Lockerung des schadhaften Gleisabschnittes geht eine Bildung von Hohlräumen 10 im Bereich zwischen dem gelockerten Abschnitt 7 und dem festen Abschnitt 8 des Untergrundes einher.

**[0059]** Fig. 2 zeigt, wie ein derart schadhafter Gleisabschnitt durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung wieder instandgesetzt werden kann.

Dabei zeigt Fig. 2 insbesondere zwei erfindungsgemäße Vorrichtungen, welche auf je einer Seite des Fußflansches 6 angeordnet sind und welche jeweils identische Merkmale aufweisen.

**[0060]** Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Nachverfestigung einer Schiene 1 in einer schotterlosen Verlegung weist einen Aufnahmekanal 2 auf, welcher sowohl den Fußflansch 6 der Schiene 1, als auch den gelockerten Abschnitt 7 des Untergrundes, sowie den gebildeten Hohlräumen 10 durchsetzt und in einen festen Abschnitt 8 des Untergrundes eingebracht wird.

Das Einbringen des Aufnahmekanals 2 erfolgt vorzugsweise mittels Bohren.

**[0061]** Der Aufnahmekanal 2 dient erfindungsgemäß zur Aufnahme eines Ankerelements 3, welches ebenfalls sowohl den Fußflansch 6 der Schiene 1, als auch den gelockerten Abschnitt 7 des Untergrundes und die Hohlräume 10 durchdringt und in den festen Abschnitt 8 des Untergrundes eingebracht wird.

**[0062]** Die Durchmesser von Aufnahmekanal 2 und

Ankerelement 3 sind besonders vorteilhaft so gewählt, dass sich zwischen diesen ein Ringraum ausbildet.

**[0063]** Nach dem Einsetzen des Ankerelements 3 in den Aufnahmekanal 2 wird erfindungsgemäß eine Verpressmasse (nicht dargestellt) in den Ringraum zwischen Ankerelement 3 und Aufnahmekanal 2 eingebracht.

**[0064]** Dabei erfolgt das Einbringen der Verpressmasse besonders vorteilhaft unter Zuhilfenahme eines Injektionspackers (nicht dargestellt), welcher in den Ringraum eingeführt wird.

**[0065]** Die Konsistenz der Verpressmasse ist erfindungsgemäß so gewählt, dass diese sowohl in den Ringraum, als auch in die vorhandenen Hohlräume 10 eindringt, diese ausfüllt und insbesondere flüssigkeitsdicht verschließt.

Nach dem Aushärten der Verpressmasse, insbesondere in dem Ringraum, ist das Ankerelement 3 in seiner Lage fixiert und sowohl mit dem festen Abschnitt 8, als auch mit dem gelockerten Abschnitt 7 des Untergrundes verbunden.

**[0066]** Oberhalb des Fußflansches 6 der Schiene 1 sind auf dem freiliegenden Ende des Ankerelements 3 zum einen ein Federelement 5 und zum anderen ein Spannelement 4 angeordnet.

**[0067]** Über eine axiale Verschiebung des Spannelements 4 in Richtung des Fußflansches 6 der Schiene 1, wird erfindungsgemäß eine Verspannung des Federelements 3 und dadurch, auf besonders vorteilhafte Art und Weise, eine Vorspannung der Schiene 1 in axialer Richtung des Ankerelements 3 erzielt.

Durch die axiale Vorspannung des Federelements 3, wird im Zusammenwirken mit der dauerelastischen Klebeschicht 9 eine teilweise elastische Lagefestlegung der Schiene 1 auf dem festen Abschnitt 8 des Untergrundes bewirkt.

Vertikale Bewegungen der Schiene 1 bei Lastwechseln, insbesondere infolge eines Überfahrens, werden weitestgehend verhindert, somit wird erneuten Lockerungen besonders vorteilhaft entgegengewirkt. Das Federelement 3 unterbindet ein "hochkommen" der Schiene.

**[0068]** Dabei bleibt der Schiene 1, durch die teilelastische Vorspannung, eine begrenzte Verschieblichkeit zugeordnet, welche es dieser insbesondere ermöglicht, thermische Ausdehnungsvorgänge durchzuführen, ohne dass es zu einer erneuten Lockerung der Schiene 1 Verlegung kommt.

**[0069]** Um unter anderem ein korrektes Einbringen des Ankerelements 3 in den Aufnahmekanal 2, auch bei einer teilweisen Überdeckung des Fußflansches 6 durch weitere Schienenbereiche sicherzustellen und um eine weitestgehend exakte Auflage des Federelements 5 auf dem Fußflansch 6 zu erhalten, sind die erfindungsgemäßen Vorrichtungen wie in Fig. 2 dargestellt V-förmig zueinander angeordnet.

Diese V-förmige Anordnung der Ankerelemente 3 zeichnet sich darüber hinaus durch einen erhöhten Widerstand gegenüber senkrechten Belastungen, insbeson-

dere auf Zug, aus und gewährleistet dadurch auf besonders vorteilhafte Art und Weise eine auch langfristig wirksame Nachverfestigung des schadhaften Gleisabschnittes. Zudem kann so das Federelement 3 mit zugehörigem Spannelement planparallel zu der in der Regel nach außen geneigten Oberfläche des Fußflansches 6 angeordnet werden.

**[0070]** Fig. 3 zeigt ebenfalls eine erfindungsgemäße Vorrichtung, wobei hierbei beispielhaft ein erster Aufnahmekanal 2.1 auch den festen Abschnitt 8 des Untergrundes durchsetzt und bis in eine, sich unterhalb des festen Abschnitts 9 des Untergrundes befindliche, Tragschicht (nicht dargestellt) führt.

**[0071]** Durch den, bis in die Tragschicht führenden, Aufnahmekanal 2.1 wird es ermöglicht, dass die Verpressmasse auch teilweise in die Tragschicht eingebracht wird und in dieser aushärten kann.

**[0072]** Während des Einbringens der Verpressmasse in die Tragschicht werden in der Tragschicht vorhandene Hohlräume (nicht dargestellt) zum Teil ausgefüllt.

Nach dem Aushärten der Verpressmasse in der Tragschicht bildet sich ein Verbund zwischen der Verpressmasse und der Tragschicht aus, welcher der Vorrichtung als Widerlager 11 dient und durch welchen die Festigkeit der Vorrichtung, insbesondere gegenüber Zugbeanspruchungen, nochmals erhöht wird.

Verwendete Bezugszeichen

**[0073]**

- |    |                                        |  |
|----|----------------------------------------|--|
| 1  | Schiene                                |  |
| 2  | Aufnahmekanal                          |  |
| 3  | Ankerelement                           |  |
| 4  | Spannelement                           |  |
| 5  | Federelement                           |  |
| 6  | Fußflansch                             |  |
| 7  | gelockerter Abschnitt des Untergrundes |  |
| 8  | fester Abschnitt des Untergrundes      |  |
| 9  | Klebeschicht                           |  |
| 10 | Hohlräume                              |  |
| 11 | Widerlager                             |  |

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Nachverfestigung einer Schiene (1) in einer schotterlosen Verlegung, aufweisend einen

Aufnahmekanal (2), ein Ankerelement (3), eine Verpressmasse, ein Spannelement (4) und ein Federelement (5), wobei der Aufnahmekanal einen Fußflansch (6) der Schiene, sowie einen gelockerten Abschnitt (7) eines Untergrundes der Schiene durchsetzt und in einen festen Abschnitt (8) des Untergrundes der Schiene (1) eingebracht wird und wobei das Ankerelement (3) von dem Aufnahmekanal (2) aufgenommen wird und wobei die Verpressmasse in einen Ringraum zwischen dem Ankerelement (3) und dem Aufnahmekanal (2), sowie in Hohlräume (10) in oder zwischen dem gelockerten Abschnitt (7) und dem festen Abschnitt (8) des Untergrundes einbringbar und aushärtbar ist und wobei die Verpressmasse das Ankerelement (3) in seiner Lage in dem Aufnahmekanal (2) festlegt und wobei das Spannelement (4) oberhalb des Fußflansches (6) der Schiene (1) an einem oberen Ende des Ankerelements (3) und das Federelement (5) zwischen dem Fußflansch (6) der Schiene (1) und dem Spannelement (4) angeordnet sind und wobei das Federelement (5) durch eine axiale Lageänderung des Spannelements (4) in Richtung des Fußflansches (6) der Schiene (1) verspannbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ankerelement (3) als Gewindebolzen und das Spannelement (4) als Mutter ausgebildet sind.
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federelement (5) als Tellerfeder ausgebildet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federelement (5) als Schraubenfeder ausgebildet ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aufnahmekanal (2) auch den festen Abschnitt (8) des Untergrundes durchsetzt und bis in eine, sich unter dem festen Abschnitt des Untergrundes befindliche, Tragschicht führt und wobei die Verpressmasse auch in die Tragschicht einbringbar und aushärtbar ist und wobei durch einen Verbund aus der ausgehärteten Verpressmasse und der Tragschicht ein Widerlager (11) gebildet wird.
6. Vorrichtung zur Nachverfestigung einer Schiene (1) in einer schotterlosen Verlegung, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese mehrere Vorrichtungen gemäß Anspruch 1 aufweist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die mehreren Vorrichtungen gemäß Anspruch 1 in einem festgelegten Abstand zueinander versetzt in Längsrichtung der Schiene (1) angeordnet sind.

5

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 und 7,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die mehreren Vorrichtungen gemäß Anspruch 1 quer zur Längsrichtung der Schiene (1) V-förmig zueinander ausgerichtet sind.

10

9. Verfahren zur Nachverfestigung einer Schiene (1) in einer schotterlosen Verlegung, aufweisend die folgenden Verfahrensschritte:

15

a) Setzen eines Aufnahmekanals (2), welcher sowohl einen Fußflansch (6) der Schiene (1), als auch einen gelockerten Abschnitt (7) des Untergrundes durchsetzt und in einen festen Abschnitt (8) des Untergrundes eingebracht wird,

20

b) Einsetzen eines Ankerelements (3) in den Aufnahmekanal (2), wobei das Ankerelement (3) den Fußflansch (6) der Schiene und den gelockerten Abschnitt (7) des Untergrundes durchsetzt und in den festen Abschnitt (8) des Untergrundes eingebracht wird,

25

c) Einbringen einer aushärtbaren Verpressmasse in einen Ringraum zwischen Ankerelement (3) und Aufnahmekanal (2) und in Hohlräume in oder zwischen dem gelockerten Abschnitt (7) und dem festen Abschnitt (8) des Untergrundes,

30

d) Abwarten der Aushärtezeit der Verpressmasse,

e) Anordnen eines Federelements (5) auf dem Ankerelement (3) im Bereich oberhalb des Fußflansches (6) der Schiene (1),

35

f) Anordnen eines Spannelements (4) auf dem freiliegenden Ende des Ankerelements (3),  
g) Verspannen des Federelements (5) durch eine axiale Änderung der Lage des Spannelements (4) in Richtung des Fußflansches (6) der Schiene (1).

40

10. Verfahren nach Anspruch 9,

**dadurch gekennzeichnet,**

45

**dass** vor der Durchführung des Verfahrensschritts a) als Verfahrensschritt 0) eine Detektion der gelockerten Abschnitte (7) des Untergrundes erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 9 und 10,

50

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** zwischen den Verfahrensschritten a) und b) folgender Verfahrensschritt durchgeführt wird:

a1) Untersuchen des Aufnahmekanals (2) auf vollständige Durchdringung des gelockerten Abschnitts (7) des Untergrundes.

55

12. Verfahren nach Anspruch 11,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** Verfahrensschritt a1) durch eine Endoskopie des Aufnahmekanals (2) ausgeführt wird.

Fig. 1

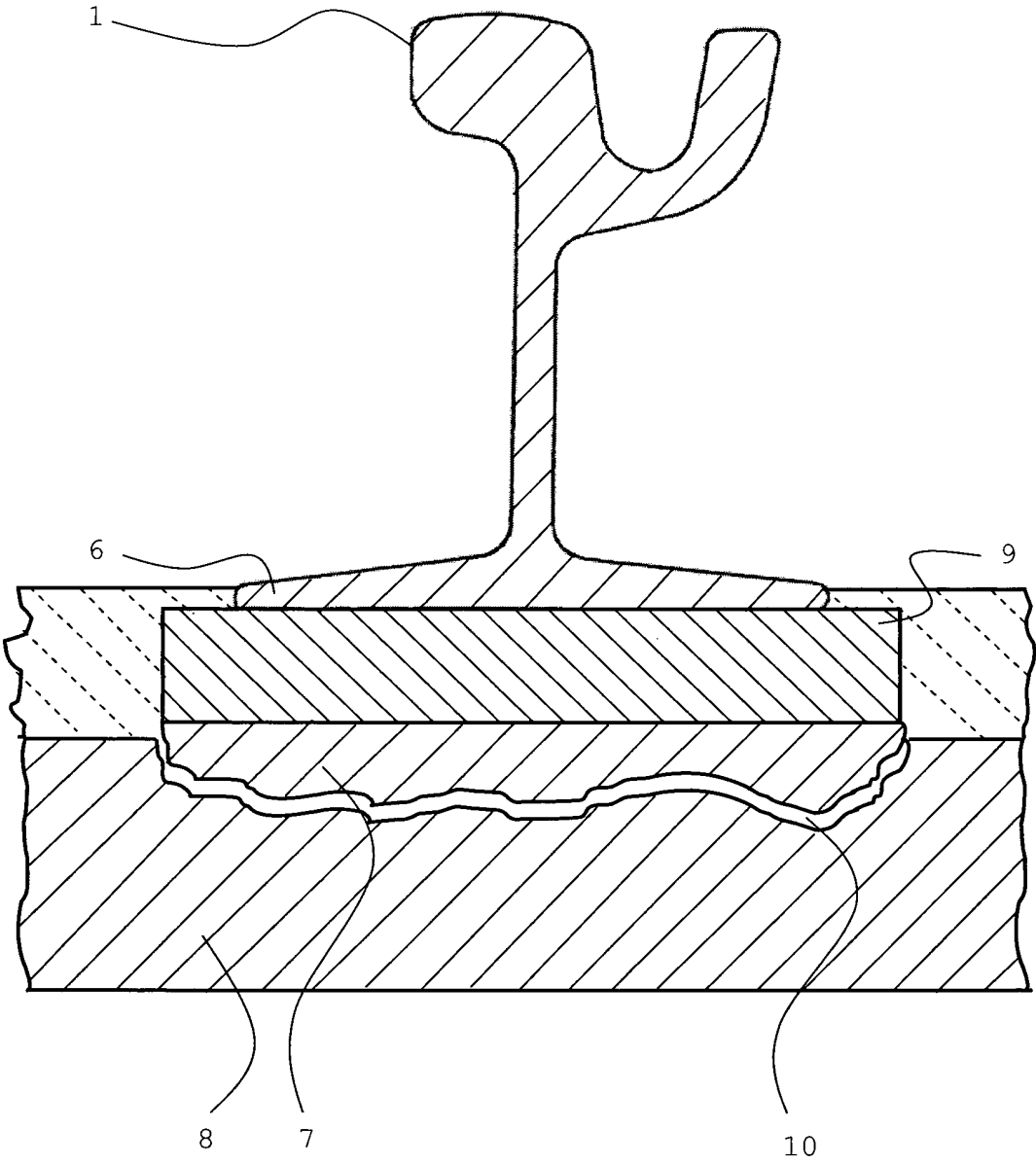


Fig. 2

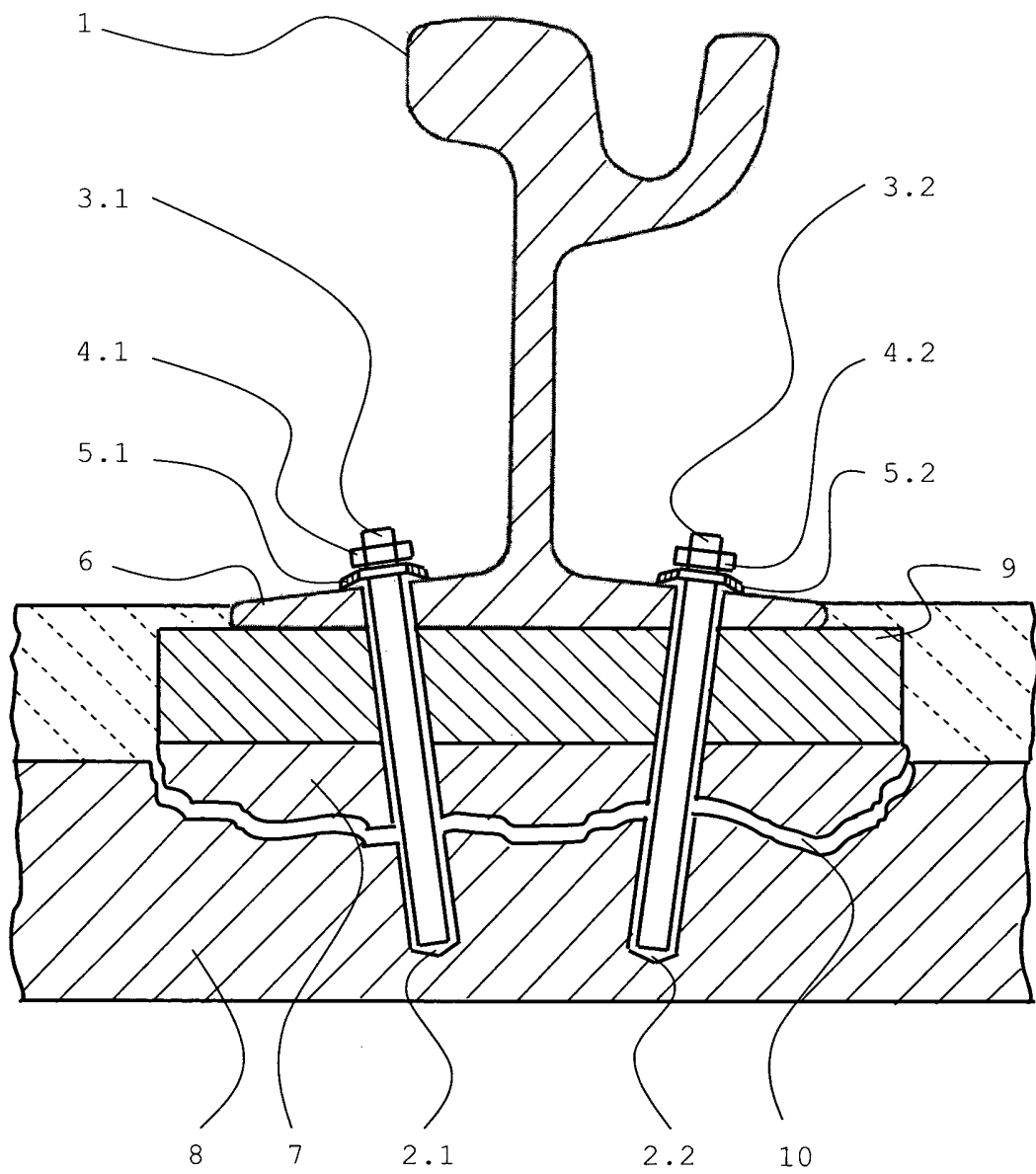


Fig. 3

