

(19)



(11)

**EP 3 380 672 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**13.05.2020 Patentblatt 2020/20**

(51) Int Cl.:  
**E01B 5/02** <sup>(2006.01)</sup> **E01B 5/08** <sup>(2006.01)</sup>  
**E01B 19/00** <sup>(2006.01)</sup> **E01B 21/00** <sup>(2006.01)</sup>  
**E01B 26/00** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **17742735.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2017/068438**

(22) Anmeldetag: **21.07.2017**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2018/024502 (08.02.2018 Gazette 2018/06)**

(54) **SCHIENE MIT ELEKTRISCHER ISOLIERUNG**

ELECTRICALLY INSULATED RAIL

RAIL AVEC ISOLATION ÉLECTRIQUE

(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**

(72) Erfinder:  
• **GRÜTZE, Gerd**  
**01468 Moritzburg (DE)**  
• **SCHWIND, Hubert Christoph**  
**74206 Bad Wimpfen (DE)**

(30) Priorität: **01.08.2016 DE 102016114172**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**03.10.2018 Patentblatt 2018/40**

(74) Vertreter: **ETL Wablat & Kollegen**  
**Patent- und Rechtsanwaltsgesellschaft mbH**  
**Potsdamer Chaussee 48**  
**14129 Berlin (DE)**

(73) Patentinhaber: **Edilon Sedra GmbH**  
**65201 Wiesbaden (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 1 400 628 WO-A1-2004/048696**  
**DE-A1- 19 706 936 JP-A- H05 214 701**

**EP 3 380 672 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 eine elastisch gelagerte, mit einer elektrischen Isolierung versehene Schiene gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur ihrer Vorbereitung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 11.

**[0002]** Bei elektrisch betriebenen Bahnen ist eine Isolation der Fahrschienen notwendig, weil diese fast immer einen Pol der Energieversorgung der Bahn bilden. Anderenfalls können durch vagabundierende Ströme sehr unerwünschte Erscheinungen auftreten, insbesondere verstärkte Korrosion. Besonders problematisch ist dies im Fall von in einem Unterbau verlegten Schienen, zum Beispiel in einer Straße, was bei Kommunalbahnen, wie Straßenbahnen, sehr häufig ist. Dort ist zugleich auch Schwingungs- und Schalldämmung besonders wichtig, so dass die Schienen oft elastisch gelagert werden, zum Beispiel durch ein elastisches Schienenfußprofil. Das führt dazu, dass die Schiene sich bei statischen und dynamischen Belastungen im Unterbau bewegt, hauptsächlich in vertikaler Richtung, jedoch auch, zum Beispiel durch dynamische Kräfte, wie Zentrifugalkräfte bei Kurvenfahrt, auch seitlich (Schienenkopf-Auslenkung). Diese Probleme haben zu verschiedenen Lösungen geführt: Die WO 2004/048696 A1 beschreibt eine Schiene wie eingangs beschrieben, auch mit nacheinander aufgespritzten elektrisch isolierenden und flexiblen Schichten. Die Erfindung beabsichtigt, aufbauend auf dieser Entwicklung, die Schiene, ihre Herstellung und ihren Einsatz weiter zu verbessern.

**[0003]** Die EP 1 206 599 B1 beschreibt eine Dämpfungsprofil für Rillenschienen, das aus vorgefertigten, entsprechend dem Schienenprofil geformten, extrudierten Profilhälften bestehen, die aus einem elektrisch isolierendem elastomerem Werkstoff, wie einer Kautschukmischung, bestehen, in der Praxis aus mit Kunststoff gebundenen Partikeln von Autoreifen. Sie haben unterhalb des Schienenkopfes längs der Schiene verlaufende Luftkammern, die das Profil in diesem Bereich so kompressibel machen sollen, dass sie die Vertikalauslenkungen aufnehmen können. Dadurch ist das Profil in diesem Bereich wesentlich dicker als im Bereich des Schienensteiges.

**[0004]** Die EP 2 019 168 B1 beschreibt eine mit einer elektrischen Isolierung versehene Rillenschiene in Form eines die Schiene incl. eines elastischen Schienenfuß-Formteils, jedoch mit Ausnahme der Schienenkopfoberseite und der Schienenkopfseiten, umgebenden Profils, das im Bereich der Schienenkopfunterseiten und des Steges doppelwandig mit längs verlaufenden Luftkammern ausgeführt ist. Das vorgefertigte Profil wird an der Schiene im Bereich des Kopfes durch beidseitig klebende Klebestreifen befestigt. Ein ähnliches Profil zeigt die EP 2 960 370 A1.

**[0005]** Aus der EP 13 31 310 A2 ist eine Schieneneinbettung bekannt, bei der die Schienenkammern zwischen Schienenkopf und Schienenfuß gänzlich mit ei-

nem für Profil aus unelastischem Material gefüllt werden. Zur Abgrenzung gegen den Unterbau ist eine darauf aufgeklebte elastische Lage und ein dreidimensionales Montagegitter vorgesehen. Eine wirksame elektrische Isolierung ist nicht vorgesehen.

**[0006]** Die EP 093 7181 B1 zeigt eine Vigniol-Schiene, an deren beiden Seiten elastische Zwischenlagen mit Hohlkammern verlaufen. Sie nehmen den gesamten Raum zwischen Kopf und Fuß ein. Sie sind nicht geeignet, eine elektrische Isolierung im Untergrund zu gewährleisten. EP 1 400 628 A2 beschreibt eine Schiene, die mit einer Überzugsschicht aus einem elektrisch isolierenden und korrosionsbeständigen Material versehen ist, wobei die Beschichtung mit einer Ummantelung einem elastomeren Material bedeckt ist. DE 197 06 936 A1 offenbart eine Schiene für Schienenfahrzeuge die von einem elektrisch isolierenden Elastomerprofil umhüllt ist.

## Aufgabe und Lösung

**[0007]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine Schiene der eingangs erwähnten Art und ein Verfahren zu ihrer Vorbereitung für die Verlegung in einem Unterbau zu schaffen, die auch nach langen Betriebszeiten eine sichere elektrische Isolation verbunden mit einer Dämpfung von Schwingung und Schall gewährleistet.

**[0008]** Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch das Kennzeichen des Anspruchs 1 und durch das Kennzeichen des Anspruchs 11 gelöst.

**[0009]** Die erfindungsgemäße Schicht hat damit eine wesentlich größere Dicke als eine nur zu Korrosionsschutz und Isolation aufgebraachte Beschichtung nach Art einer Lackierung. Die Gesamtdicke der Schicht ist im Bereich Schienenkopfunterseite/Steg in Abhängigkeit von der maximalen vertikalen und/oder seitlichen Auslenkung der Schiene bei statischen und dynamischen Belastungen und von der Flexibilität incl. Volumenkompressibilität und der Scherflexibilität der Schicht bemessen. Ein Kriterium ist dabei, dass durch diese Flexibilität der Schicht die maximale Auslenkung bzw. Bewegungen der Schiene in der Schicht aufgenommen werden, ohne den Unterbau zu beeinträchtigen oder von diesem beschädigt zu werden. Die Außenhaut der Schicht sollte sich im Bereich Schienenkopfunterseite/Steg bei Bewegungen der Schiene nicht relativ zu dem Unterbau bewegen. Bei der Erfindung ragt der Unterbau, insbesondere bei der Rillenschiene, weit in die zwischen der Schienenkopf Unterseite und dem Schienenfuß gebildete Schienenkammer hinein und ist meist aus Beton oder mit Schotter armiertem Asphalt, also einem recht starren und inhomogenen Werkstoff, gebildet. Insbesondere im Bereich des Steges bewirkt die Flexibilität der Schicht, dass deren Außenhaut nicht an der Betonfläche entlang kratzt, was nicht nur zu einer Beschädigung der Schicht im Stegbereich führen könnte, sondern auch Partikel aus dem Beton herauslösen könnte, die dann in dem Spalt wie Schmirgel an der Schicht kratzen und diese auf die Dauer beschädigen können.

**[0010]** Dies ist bei der EP 1 206 599 B1 möglich, da das Profil, wie man dort in Fig. 3 erkennt, bei vertikaler Bewegung im Stegbereich am Unterbau entlang scheuert. Auf die Dauer wäre eine Beschädigung des Dämpfungsprofils möglich und die elektrische Isolierung nicht mehr gewährleistet. Die WO 2004/048696 A1 schlägt vor, die Außenschicht mit einer Beschichtung mit geringem Reibungskoeffizienten, z.B. aus dem PTFE (Polytetrafluorethylen) zu versehen, um ein Anhaften der Außenschicht an dem Unterbau zu verhindern (siehe dort zu Fig. 15 A und 15 B).

**[0011]** Bei dem erfindungsgemäßen zweischichtigen Aufbau sorgt einerseits die gute Haftung der aufgespritzten und aushärtbaren Innenschicht (bevorzugt aus 2-Komponenten-Kunststoff) und andererseits die stoffschlüssige Verbindung, zum Beispiel durch Aufbringung der Außenschicht vor der Aushärtung der Innenschicht, dafür, dass keine Ablösung der gesamten Schicht von der Schiene geschieht, und zwar sowohl bei belastungs- und schwingungsbedingten Vertikalbewegungen als auch bei Seitwärtsbewegungen der Schiene. Besonders wichtig ist die Haftung der Schicht, also der Außenseite der Außenschicht, an dem Unterbau, also an dem in die Schienenkammer reichenden Teil des nach der Verlegung der Schiene eingebrachten Ortbetons oder armierten Asphalts. Auch hier soll eine stoff- oder formschlüssige Verbindung hergestellt werden, die zum Beispiel durch eine faserige oder offenporige Struktur der Außenseite der Außenschicht zu erreichen ist.

**[0012]** Bei der Erfindung ist es also nicht nur wichtig, im Bereich der Schienenkopfunterseite durch Kompression der Schicht Schäden am Unterbau zu vermeiden, sondern die Schicht soll auch im Bereich des Steges bei vertikaler Bewegung der Schiene die zwischen Schiene und Unterbau auftretenden Scherkräfte aufnehmen. Die Flexibilität der Schicht ist also so zu bemessen, dass die dem Schienensteg zugekehrte Innenseite der Schicht und die dem Unterbau zugekehrte Außenseite sich parallel zueinander verschieben können, ohne dass die Schicht dabei strukturell negativ beeinflusst wird oder die Haftung zum Unterbau beeinträchtigt wird. Darüber hinaus sorgt die Flexibilität der im Stegbereich, und vorzugsweise auch im Bereich der Schienenkopfseiten dicken Schicht dafür, dass auch bei seitlichen Bewegungen der Schiene, also der anfangs erwähnten Schienenkopf-Auslenkung, der Unterbau nicht beschädigt wird. Insgesamt wird also zusätzlich zu der sicheren elektrischen Isolation auch eine gute Schwingungs- und Schalldämpfung erreicht.

**[0013]** Während herkömmliche Systeme meist den Schienenfuß freilassen und insbesondere an seiner Unterseite die Isolation einem Schienenfußprofil überlassen, soll durch Aufspritzen der Schicht auch der gesamte Schienenfuß inklusive der Schienenfußunterseite, damit die gesamte Schienenoberfläche mit Ausnahme der Schienenkopfoberseite, also der Lauf- und Rillenfläche, wirksam isoliert und vor Korrosion geschützt werden. Es muss also keine Fuge zwischen dem elastischen Schie-

nenfußprofil und der Schicht abgedichtet werden.

**[0014]** Die Schiene kann fertig vorbereitet zur Verlegung kommen. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst die Vorbereitung der Schienenoberfläche durch Strahlen und/oder Primern, danach das Aufspritzen einer an der Schiene haftenden, flexibel und volumenkompressibel aushärtenden Kunststoffschicht. Bei einer Ausführung kann dann anschließend im Bereich der Schienenkopfunterseite und ggf. der Schienenkopfseite und des Steges der Schiene die Schicht durch weiteres Aufspritzen bis zu der erforderlichen Gesamtdicke ergänzt werden. Es ist aber auch möglich, nach dem Aufspritzen der ersten haftenden Schicht vor deren Aushärtung einen oder mehrere flexible Streifen mit den vorher geschilderten Eigenschaften anzudrücken, wo sie dann durch die Aushärtung sicher fixiert werden.

**[0015]** Das flexible Material der Schicht sollte volumenkompressibel sein, vorzugsweise durch eingelagerte volumenkompressible geschlossene Zellen. Ein solches Material kann nach Art eines geschlossenzelligen, recht massiven Schaumstoffs leicht durch Aufspritzen verarbeitet werden, vorzugsweise in Zweikomponentenform. Auch die Zugabe anderer flexibler oder die Flexibilität nicht behindernder Füllstoffe ist möglich. Bei herkömmlichen Systemen vorgesehene offene und insbesondere längs der Schiene verlaufende Luftkammern können sich durch die Pumpwirkung, die durch jede Schienenauslenkung, also jede darüber rollende Radachse, entsteht, mit Flüssigkeit und Schmutz füllen, wenn auch nur an einer Stelle eine kleine Öffnung vorliegt, beispielsweise an Schienenstößen oder Spurstangenbefestigungen. Die Luftkammern wirken dann im Laufe der Zeit wie harte Stangen und die Profile verlieren dadurch ihre Flexibilität, was zu ihrer Zerstörung führen kann.

**[0016]** Durch die Erfindung wird also eine Schiene für elektrische Bahnen geschaffen, die in eine Straße und dessen meist aus Beton bestehenden Unterbau elastisch gelagert eingelassen werden kann. Die elektrische Isolierung der Schiene gegenüber dem Unterbau wird in Form einer elastischen, flexibel aushärtenden und ggf. mit Füllstoffen versehenen, durch Aufspritzen sicher an der Schienenoberfläche haftend aufgetragenen Schicht. Dabei ist bei einschichtigem Aufbau die Gesamtdicke der Schicht so bemessen, dass sie belastungsbedingte Bewegungen der Schiene sowohl durch Kompression als auch durch flexible Scherung (Verschiebung der Innen- und Außenseite der Schicht i.w. parallel zueinander) ohne Beschädigung der Schicht und/oder des Unterbaus aufnehmen kann. Wenn die Schicht in ihrer Gesamtdicke auch die Schienenkopfseiten bedeckt, kann der sonst notwendige Fugenverguss zwischen Fahrbahnoberfläche und Schiene entfallen. Erfindungsgemäß ist die Schicht aus einer inneren und einer äußeren Teilschicht aufgebaut, von denen die innere Teilschicht aufgespritzt und die äußere Teilschicht in Form einer Matte auf die innere Teilschicht vor ihrer flexiblen Aushärtung aufgebracht wird.

**[0017]** Die vorstehenden und weitere Merkmale gehen

außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale bei einer Ausführungsform der Erfindung verwirklicht sein und vorteilhafte Ausführungen darstellen können.

### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0018]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung schematisch dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert. Es zeigen, jeweils im Querschnitt, eine in einem Unterbau, wie einer Straße, verlegte, mit der isolierenden Schicht nach der Erfindung versehenen Rillenschiene:

Fig. 1 die Schiene nach der Verlegung im Straßenniveau, jedoch ohne Fugenverguss,

Fig. 2 ein Detail der Schiene von Fig. 1, jedoch mit Fugenverguss.

### Detaillierte Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels

**[0019]** Fig. 1 und 2 zeigen eine Rillenschiene 11, z.B. für eine Straßenbahn, mit einem Schienenkopf 12 mit einer Lauffläche 13 für die Fahrzeugräder (nicht dargestellt) und einer Rille 14 zur Aufnahme und Führung des Spurkranzes des Rades. Der Schienenkopf 12 ist mit einem breiten Schienenfuß 15 durch einen Steg 16 verbunden. Der Schienenfuß 15 stützt sich auf einer elastischen Schienenfußunterlage 17 ab, die ihrerseits auf einem Unterguss 18 liegt. Der Unterguss dient zur Vergleichmäßigung der Auflage des Schienenfußprofils 17 auf der darunter liegenden relativ groben Betontragplatte 19.

**[0020]** Die Schiene ist mit einer zweiteiligen Schicht 20 umgeben, die aus einer Innenschicht 51 und einer Außenschicht 52 besteht. Die Innenschicht 51 umgibt die Schiene gänzlich mit Ausnahme der Schienenkopfoberseite 27, also der Lauffläche 13 und der Rille 14. Die Schicht wird durch Aufspritzen eines an der Schienenoberfläche gut haftenden 2-Komponentenmaterials, das flexibel und ggf. volumenkompressibel aushärtet, auf die durch Strahlen, zum Beispiel Sand- oder Kugelstrahlen, vorbereitete Schienenoberfläche, vorzugsweise durch mehrere aufeinanderfolgende Spritzvorgänge, aufgebracht. Dabei kann die Dicke der Innenschicht 51 in einzelnen Bereichen der Schiene variieren, vorzugsweise ist sie jedoch nur so dick, dass eine vollständige elektrische Isolation der Schiene 11 im Unterbau 40 gewährleistet ist. Sie bildet ferner einen Haftvermittler zur danach aufgetragenen Außenschicht 52, die entweder auch aufgespritzt oder, wie dargestellt, als eine streifenförmige Matte angedrückt wird. Sie wird in die noch nicht ausgehärtete Innenschicht 51 als Streifen aus einem flexiblen und volumenkompressiblen sowie Scherflexiblen Material eingedrückt und kurzzeitig fixiert, bis die innere Teilschicht 51 ausgehärtet ist. Bei dem Material der Au-

ßenschicht 52 kann es sich um ein ökonomisch und/oder ökologisch günstiges Material handeln, zum Beispiel Recyclingmaterial aus Autoreifen, das kunststoffgebunden und ggf. mit geschlossenen Micro-Gaszellen, meist mit Bindung durch Kunststoffe, hergestellt ist. Besonders bevorzugt ist ein natürliches oder künstliches faseriges Material, das aber auch neben der Volumenkompressibilität auch eine ausreichende Scherflexibilität haben muss, um Parallelverschiebungen zwischen Schiene und Unterbau, d.h. zwischen Innenseite Innenschicht 51 und Außenseite 30 Außenschicht 52 ohne Dauerschädigung zu ertragen. Durch eine feine Kreuzschraffur an der Außenseite 30 ist angedeutet, dass zumindest dort eine form-schlüssige Oberflächenstruktur, z.B. in Form von Fasern, Offenporigkeit o. dgl. vorgesehen sein soll. Es könnte also auch nur eine Fasern enthaltene Schicht an der Außenseite einer die vorher definierten Flexibilitäts-Eigenschaften enthaltenden Außenschicht sein. Als Kunststoffe zur Herstellung oder Verwendung in der Außenschicht 52 eignen sich besonders Polyurethanelastomer und Epoxy-Kunststoffe in geeigneter Elastifizierung. Auch Wirt-fasermatten, die natürliche Fasern oder Fasern aus Kunststoffen wie PP, PA oder PE enthalten, können verwendet werden.

**[0021]** Wenn nach der Verlegung der Schiene 11, die entsprechend vorbereitet ist, der Unterbau 40 in Form von Beton eingebracht und eingestampft oder -gerüttelt wird, so werden sich die feineren Betonbestandteile, also Zement und Sand, um die Fasern oder in offene Poren legen und so einen Form- und Stoffschluss, also eine haftende Verbindung, sicherstellen. Es werden aber auch Armierungs-Bestandteile des Betons, wie Kiesel 55 oder andere Zuschlagstoffe, in die Außenseite 30 der Außenschicht 52 eingedrückt werden, was diese dank der Flexibilität der Außenschicht erträgt. Auch auf andere Weise kann eine Haftung der Außenschicht am Unterbau erzeugt werden, z.B. durch besondere Haftvermittler.

**[0022]** Die Außenschicht 52, die in der Zeichnung dargestellt ist, reicht, wie Fig. 1 zeigt, von der Außenkante der Schienenfußoberseite 23 bis an die Lauffläche, wie in Fig. 1 auf der linken Seite der Schiene gezeigt ist. Sie kann dort, wenn es erwünscht ist, mit oder ohne Fugenverguss die Abdichtung zur Straßenoberfläche 56 bilden, meist ist jedoch ein Fugenverguss 43 mit Bitumen oder elastischen und haftendem Kunststoff vorgesehen, wie dies in Fig. 2 gezeigt. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die die Außenschicht 52 bildende streifenförmige Matte an der Stelle, bis zu der der Unterbau 40 reichen soll, eine Soll-Abreibsstelle 57 aufweist. Die Außenschicht 52 schützt dann die Innenschicht 51 bei der Einbringung des Unterbau-Betons vor Anhaftungen, der obere Streifen 58 kann dann aber leicht vor der Aufbringung des Fugenvergusses abgerissen werden, wenn eine Anhaftungen an der Innenschicht 51 dort verhindert wird (siehe Fig. 1, rechte Seite der Schiene). Die die Außenschicht 52 bildende streifenförmige Matte kann an den Knickstellen zwischen Schienenkopfunterseite 22 und Steg 16 sowie Steg und Schienenfußoberseite 23 von der Au-

ßenseite 30 bis kurz vor ihre Innenseite reichende Ausnehmungen 59 in Form von Kerben haben, die die Formung der Außenschicht 52 aus einem ebenen Streifen erleichtern.

**[0023]** Fig. 1 zeigt, dass auf die die Isolation bildende Innenschicht 51 an der Schienenfußunterseite 22 ebenfalls eine Schicht entsprechend der Außenschicht 52 in vergleichbarer Weise wie an den Schienenseiten aufgebracht ist, die das Schienenfußprofil 17 bilden. Sie kann sich von der übrigen Außenschicht durch andere Belastbarkeits- und Flexibilitätswert unterscheiden. Die Maßnahmen zur Haftvermittlung können jedoch die den an der übrigen Außenschicht entsprechen, so dass eine aktive Verbindung des Fußprofils nicht nur zur Schiene, sondern auch zum Unterguss 18 entsteht.

**[0024]** Die so vorbereitete Schiene wird in den Unterbau 40 eingebettet, der die Schiene auf ihrem Schienenfußprofil 17 und dem Unterguss 18 bis nahe an die Schienenkopfoberseite 27 umgibt. Der Unterbau 40 besteht aus einer Schicht aus Fahrbahnbeton und einer wesentlich dünneren Schicht aus Fahrbahn-Asphalt 42 oder einer anderen feineren Deckschicht. Der Fahrbahn-Asphalt 42 reicht in Fig. 1 nicht ganz an die Schienenkopfeitenflächen heran und ist dort mit dem Fugenverguss 43 aus Bitumen oder einem elastischen Werkstoff versehen, der auch den Eintritt von Feuchtigkeit zwischen Schiene und Unterbau vermeiden soll.

**[0025]** Das Verfahren zur Herstellung der elektrischen Isolation auf der Schiene kann stationär in einem Bauhof durchgeführt werden, ist aber so relativ einfach zu bewerkstelligen, dass auch eine mobile, zum Beispiel gleisgebundene Bearbeitungseinheit möglich ist. Das Verfahren erfordert die Vorbereitung der Schienenoberfläche durch Strahlen, zum Beispiel durch Sand- oder Kugelstrahlen, ggf. in Abhängigkeit von den Eigenschaften der aufzuspritzenden Schicht, das Aufspritzen eines Primers, danach das Aufspritzen der Schicht 20 in der oben angegebenen Verteilung und Schichtdicke. Dabei wird zuerst die gesamte zu isolierende Oberfläche der Schiene mit der Innenschicht 51 versehen und anschließend in einem oder mehreren weiteren Arbeitsschritten die Außenschicht 52, die in den geschilderten Bereichen die gesamte Schicht 20 zur Gesamtdicke 25 ergänzt. Bei Schienen, die schon vor der Verlegung durch Spurstangen miteinander verbunden sind, können diese auch mit einer gleichen isolierenden Beschichtung versehen werden. Damit sind auch eventuelle Leckstellen vermieden, die bei einer nachträglichen Anbringung der Spurstangen entstehen könnten.

**[0026]** Für eine Ausführung nach Fig. 1 und 2 wird nach dem Aufspritzen der inneren Teilschicht 51 ein vorbereiteter, beispielsweise in einer Rolle angelieferter Streifen in der gewünschten Breite, also zur Bedeckung von Steg und Schienenkopfunterseite sowie ggf. den Schienenkopfseiten und den Schienenfußoberseiten, an die noch nicht ausgehärtete Innenschicht 51 angedrückt und bildet dort die die Schicht 20 zur Gesamtdicke 25 ergänzende Außenschicht 52. Dieser Vorgang ist relativ leicht

vorzunehmen, da der Streifen nur zweidimensional gekrümmt werden muss und die Kerben oder Ausnehmung in 57 dies unterstützen. Durch die Klebewirkung der Innenschicht 51 ist eine Abstützung nach dem Andrücken kaum erforderlich. Der die Außenschicht 52 bildende Streifen hat ebenfalls die Bedingungen der Flexibilität und Volumenkompressibilität erfüllende Eigenschaften und die beschriebene, dem Unterbau zugekehrte haftvermittelnde Außenseite.

**[0027]** Die Gesamtdicke 25 der Schicht bemisst sich einerseits nach ihren Materialeigenschaften und andererseits nach den an der Schiene auftretenden, durch Belastungen verursachten maximalen Auslenkungen. Dies sind in erster Linie vertikale Auslenkungen durch die von den Fahrzeuigrädern aufgetragenen Gewichtslasten und dynamischen Kräfte, zum Beispiel ein Rattern der Räder z.B. beim Bremsen. Aber auch nach den Seiten können Auslenkungen auftreten, so die Schienenkopf-Auslenkung, die durch seitliche Schubkräfte in Kurven oder durch ein Schlingern der Radsätze entstehen kann. Diese Auslenkungen sollen innerhalb der Gesamtdicke der Schicht 20 sowohl durch Volumenkompression, hauptsächlich im Bereich der Schienenkopfunterseite 24 und der Schienenkopfseiten 26, aufgenommen werden, als auch durch flexible Scherung im Bereich des Steges 16, d.h. durch eine in Richtung der Schicht verlaufende gegenseitige Verschiebung der an der Schiene, z.B. am Steg, haftenden Innenseite 29 der Schicht 20 gegenüber der dem Unterbau zugekehrten Außenseite 30 der Schicht. Die Gesamtdicke 25 sollte also so bemessen sein, dass möglichst keine Längsverschiebungen zwischen Steg 16 und Innenseite 29 sowie zwischen Außenseite 30 und Unterbau 40 auftreten. Diese Kompressionen und Scherungen bzw. Verwindungen im Material sollen ohne Beeinträchtigung der Materialkonsistenz und ohne dessen Beschädigung auch nach einer großen Zahl von Lastwechseln ertragen werden.

**[0028]** Unter Berücksichtigung dieser Faktoren ist also eine Gesamtdicke 25 der Schicht 20 im Bereich zwischen 5 und 15mm angemessen, bevorzugt 7 bis 10 Millimeter. Wenn also eine maximale Schienenauslenkung in vertikaler und/oder seitlicher Richtung von 2mm möglich ist und die beschädigungsfreie Kompressibilität und Flexibilität 40% beträgt, so kann schon 5mm Gesamtschichtdicke ausreichen. Ist der Flexibilitätsgrad geringer und/oder die zu befürchtende maximale Auslenkung größer, so können die größeren angegebenen Dicken-Werte richtig sein.

**[0029]** Als Material für die Schicht 20 eignen sich zahlreiche Kunststoffe, die sich durch Spritzen verarbeiten lassen, eine gute Haftfähigkeit an der vorbereiteten Stahloberfläche haben und flexibel aushärten sowie selbst oder durch entsprechende Füllstoffe, wie Mikrokugeln, Korkmehl o.dgl. auch volumenkompressibel sind. Dazu gehören Polyurethan-Elastomere, Isocyanate und andere polyadditive Materialien. Wichtig ist auch, dass zur Volumenkompressibilität beitragende Zellen geschlossen sind und dennoch nach der Aushärtung ei-

ne zum Unterbau Haft vermittelnde Außenseite entsteht.

**[0030]** Durch die Erfindung wird also eine Rillenschiene mit einer Außenhaut geschaffen, die in der Lage ist, alle Bewegungen einer elastisch gelagerten Schiene in sich aufzunehmen, ohne den Unterbau zu beeinträchtigen, zu beschädigen oder, was noch wichtiger ist, durch diesen selbst beschädigt zu werden. Vor allem ist durch die mit Ausnahme der Laufflächen durchgehende Innenschicht die elektrische Isolierung unabhängig von allen übrigen Maßnahmen lückenlos sichergestellt. Insbesondere bei den vertikalen Schienenauslenkungen, die meist die größere Amplitude haben, wird vermieden, dass die Schicht an der in die Schienenkammer 21 zwischen Schienenkopf 12 und Schienenfuß 15 eingreifenden Beton-Unterbauschicht entlangkratzt und dadurch beschädigt wird. Durch die Zuschlagstoffe in der Betonschicht hat diese eine erhebliche schleifende Wirkung, die bei den herkömmlichen Dämpfungsprofilen zu einem Durchschleifen insbesondere im Stegbereich führen kann. Es können sich auch Füllstoffe, wie Kiesel o. dgl. in die Außenhaut der Schicht beim Verdichten des Unterbaus hineindrücken und die Schicht, hauptsächlich im Bereich des Steges, sozusagen formschlüssig festhalten.

**[0031]** Zusätzlich zur sicheren elektrischen Isolation sorgt die nach der Erfindung aufgebrachte Schicht für eine hervorragende Dämpfung der Stöße und Schwingungen, denen eine Schiene ausgesetzt ist, und ihrer Auswirkungen auf den Unterbau sowie den Geräuschpegel im Umfeld und für einen vollständigen Korrosionsschutz. Obwohl der Unterbau 40 in die Schienenkammern 21, die insbesondere bei einer Rillenschiene recht groß sind, hineinragt und damit ein materialaufwändiger Füllkörper vermieden wird, ist für alle auftretenden Schienenauslenkungen und Schwingungen eine zerstörungsfreie Aufnahme gewährleistet. So ist z.B. bei einer Vertikalauslenkung der Schiene die Schicht im Bereich der Schienenkopfunterseite 24 auf Kompression, auf der Schienenfußoberseite auf Zug und im Bereich des Steges 16 und der Schienenkopfseiten auf Scherung beansprucht (und beim Rückschwingen der Schiene jeweils entgegengesetzt). Ebenfalls entgegengesetzt sind die Belastungsverhältnisse bei einer seitlichen Schienenauslenkung (Druck/Zug im Bereich Steg und Schienenkopfseiten sowie Scherung im Bereich Schienenkopfs- und Schienenfußoberseite).

**[0032]** Die Schiene nach der Erfindung ist hauptsächlich für die Verlegung in einem festen Unterbau, wie einer Straße o. dgl. gedacht. Sie bringt allerdings auch bei Verlegung im Erdreich (Rasenschiene) Vorteile durch ihre ausgezeichnete, vor Beschädigung im Erdreich eingelagerte Körper wie spitze Steine geschützte und nicht leckagegefährdete Isolierung Vorteile, wobei dann mit der Gesamtdicke der Schicht auf geringe Werte zurückgegangen werden kann.

#### Bezugszeichenliste

|                        |    |
|------------------------|----|
| Rillenschiene          | 11 |
| Schienenkopf           | 12 |
| Lauffläche             | 13 |
| Rille                  | 14 |
| Schienenfuß            | 15 |
| Steg                   | 16 |
| Schienenfußprofil      | 17 |
| Unterguss              | 18 |
| Betontagplatte         | 19 |
| Schicht                | 20 |
| Schienenkammer         | 21 |
| Schienenfußunterseite  | 22 |
| Schienenfußoberseite   | 23 |
| Schienenkopfunterseite | 24 |
| Gesamtdicke            | 25 |
| Schienenkopfseiten     | 26 |
| Schienenkopfoberseite  | 27 |
| Innenseite             | 29 |
| Außenseite             | 30 |
| Unterbau               | 40 |
| Fahrbahnbeton          | 41 |
| Fahrbahn-Asphalt       | 42 |
| Fugenverguss           | 43 |
| innere Teilschicht     | 51 |
| äußere Teilschicht     | 52 |
| Kiesel                 | 55 |
| Straßenoberfläche      | 56 |
| Soll-Abreißstelle      | 57 |
| Oberer Streifen        | 58 |
| Ausnehmungen           | 59 |

#### Patentansprüche

1. Elastisch gelagerte, mit einer elektrischen Isolierung versehene Schiene insbesondere eine Rillenschiene (11), die einen Schienenkopf (12), einen Schienenfuß (15) und einen diese verbindenden Schienensteg (16) aufweist, wobei die Schiene in einem Unterbau (40), z.B. in Beton, eingebettet ist, wobei die Schiene mit einer vor der Verlegung angebrachten elektrisch isolierenden Schicht (20), die durch Aufspritzen Haftung auf der Schienenoberfläche hat, versehen ist, wobei die Schicht (20) die zumindest im Bereich der Schienenkopfunterseite (24) und des Schienenstegs (16) eine Gesamtdicke (25) von mindestens 4 mm aufweist, an ihrer Außenseite (30) mit dem Unterbau (40) form- und/oder stoffschlüssig haftend verbunden ist und derart volumenkompressibel und in sich scherflexibel ist, dass die maximalen vertikalen und/oder seitlichen Auslenkungen der Schiene (11) bei statischen und dynamischen Belastungen bei Haftung der Schicht (20) sowohl an

- der Schiene (11) als auch am Unterbau (40) dauerhaft zerstörungsfrei aufnehmbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht (20) aus einer inneren und einer äußeren Teilschicht (51, 52) aufgebaut ist, von denen die innere Teilschicht (51) aufgespritzt und die äußere Teilschicht (52) eine stoffschlüssig mit der inneren Teilschicht (51) verbundene Matte ist.
2. Schiene nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gesamtdicke (25) der Schicht (20) im Bereich Schienenkopfunterseite/Steg (24, 16) zwischen 5 mm und 15 mm, vorzugsweise zwischen 7 mm und 10 mm beträgt.
3. Schiene nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht (20) auch im Bereich der Schienenkopf-Seiten (26) die Gesamtdicke (25) aufweist.
4. Schiene nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht (20) auf ihrer dem Unterbau zugewandten Außenseite (30) eine mit dem Unterbau (40) haftvermittelnde Struktur und/oder Konsistenz hat.
5. Schiene nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die haftvermittelnde Struktur fasrig ist.
6. Schiene nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht (20), insbesondere die Außenschicht (52), eingelagerte volumenkompressible, geschlossene Zellen enthält.
7. Schiene nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gesamtdicke der Schicht (20) im Bereich Schienensteg (16) zumindest gleich der Gesamtdicke im Bereich Schienenkopfunterseite (24) ist.
8. Schiene nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenschicht (52) eine zumindest an ihrer Außenseite (30) Fasern enthaltenden Matte ist.
9. Schiene nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenschicht (52) in einem an die Schienenoberfläche angrenzenden Bereich eine Soll-Trennstelle (57) aufweist, die einen Streifen (58) abgrenzt, der zur Anbringung eines Fugenvergusses (43) entferntbar ist.
10. Schiene nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenschicht (51) auch den Schienenfuß (15), vorzugsweise die gesamte Schiene (11) außer der Schienenkopfoberseite (27) umgibt.
11. Verfahren zur Vorbereitung einer Schiene (11) mit elektrischer Isolation zur Verlegung in einem Unterbau (40), z.B. in Beton, die einen Schienenkopf (12), einen Schienenfuß (15) und einen diese verbindenden Schienensteg (16) aufweist, insbesondere eine Rillenschiene (11), mit einer flexiblen Schicht (20), **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte:
- Vorbereitung der Schienenoberfläche durch Strahlen und/oder Primern,
  - Aufspritzen einer an der Schiene (11) haftenden aushärtbaren, ggf. mit Füllstoffen versehenen Kunststoff enthaltenden Innenschicht (51) in einer geringeren Dicke als einer Gesamtdicke (25) auf die Schienen-Oberfläche mit Ausnahme der Schienenkopfoberseite (27) sowie
  - auf den Bereich Schienenkopfunterseite/Steg (24, 16) sowie ggf. die Schienenkopfseiten (26), und
  - stoffschlüssig haftendes Aufbringen einer Außenschicht (52) in Form einer Matte einer größeren Dicke auf die Innenschicht (51) vor deren Aushärtung die zusammen mit der Innenschicht eine Gesamtdicke (25) ergibt, wobei
- die volumenkompressible und zur dauerhaft zerstörungsfreien Aufnahme der maximalen vertikalen und/oder seitlichen Auslenkungen der Schiene bei statischen und dynamischen Belastungen bei Haftung der Schicht (20) sowohl an der Schiene als auch am Unterbau in sich scherflexible Außenschicht (52) so aufgebracht wird, dass eine mit dem Unterbau (40) haftvermittelnd form- und/oder stoffschlüssig zu verbindende Seite zur Außenseite (30) weist.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Zuge der Herstellung der Schiene im Bereich der Schienenfußunterseite eine flexible Schicht (17) auf die die elektrische Isolierung sicherstellende Innenschicht (51) aufgebracht wird.

## Claims

1. An elastically mounted rail, provided with electrical insulation, in particular a grooved rail (11), which has a rail head (12), a rail base (15) and a rail web (16) connecting these, wherein the rail is embedded in a substructure (40), e.g. in concrete, wherein the rail is provided with an electrically insulating layer (20) applied before installation, which has adhesion to the rail surface by means of spraying, wherein the layer (20), which has an overall thickness (25) of at least 4 mm at least in the region of the rail head lower side (24) and the rail web (16), is adhesively and firmly connected in a form-fitting

- manner to the substructure (40) on its outer side (30) and is compressible in volume and inherently shear-flexible in such a manner that the maximum vertical and/or lateral deflections of the rail (11) can be permanently received without damage in the case of static and dynamic loads in the case of adhesion of the layer (20) both to the rail (11) and also to the substructure (40), **characterized in that** the layer (20) is constructed from an inner and an outer partial layer (51, 52), of which the inner partial layer (51) is sprayed on and the outer partial layer (52) is a mat firmly connected to the inner partial layer (51).
2. The rail according to Claim 1, **characterized in that** the overall thickness (25) of the layer (20) in the region of the rail head lower side/web (24, 16) is between 5 mm and 15 mm, preferably between 7 mm and 10 mm.
  3. The rail according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the layer (20) also has the overall thickness (25) in the region of the rail head sides (26).
  4. The rail according to one of the preceding claims, **characterized in that** the layer (20) has a structure and/or consistency that is adhesion-promoting with the substructure (40) on its outer side (30) facing the substructure.
  5. The rail according to Claim 4, **characterized in that** the adhesion-promoting structure is fibrous.
  6. The rail according to one of the preceding claims, **characterized in that** the layer (20), in particular the outer layer (52), contains embedded, closed cells compressible in volume.
  7. The rail according to one of the preceding claims, **characterized in that** the overall thickness of the layer (20) in the region of the rail web (16) is at least the same as the overall thickness in the region of the rail head lower side (24).
  8. The rail according to Claim 6 or 7, **characterized in that** the outer layer (52) is a mat containing fibres at least on its outer side (30).
  9. The rail according to one of Claims 6 to 8, **characterized in that** the outer layer (52) has a setpoint separation point (57) in a region adjacent to the rail surface, which setpoint separation point (57) delimits a strip (58), which can be removed for applying a joint sealant (43).
  10. The rail according to one of the preceding claims, **characterized in that** the inner layer (51) also surrounds the rail base (15), preferably the entire rail (11) apart from the rail head upper side (27).
11. A method for preparing a rail (11) having electrical insulation for installation in a substructure (40), e.g. in concrete, which rail (11) has a rail head (12), a rail base (15) and a rail web (16) connecting these, in particular a grooved rail (11), having a flexible layer (20), **characterized by** the following method steps:
    - preparing the rail surface by means of beams and/or primers,
    - spraying a curable inner layer (51) containing plastic, possibly provided with fillers and adhered to the rail (11), in a lower thickness than an overall thickness (25) onto the rail surface with the exception of the rail head upper side (27) and
    - onto the region of the rail head lower side/web (24, 16) and possibly the rail head sides (26), and
    - applying an outer layer (52) in the form of a mat with a greater thickness to the inner layer (51) in a firm and adhesive manner prior to the curing thereof, which together with the inner layer produces an overall thickness (25), wherein

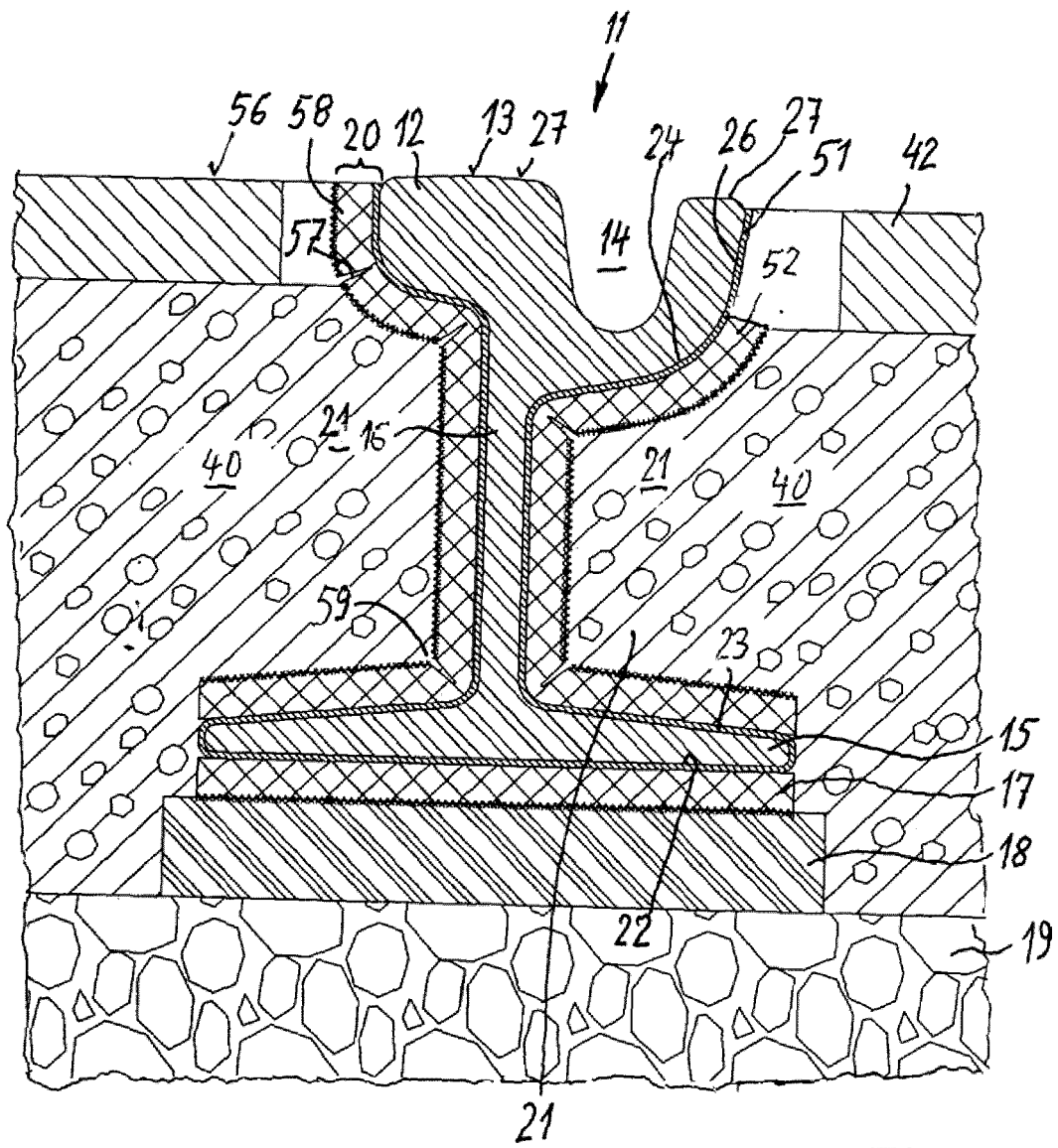
the outer layer (52), which is compressible in volume and inherently shear-flexible and is intended for permanently receiving the maximum vertical and/or lateral deflections of the rail without damage in the case of static and dynamic loads in the case of adhesion of the layer (20) both to the rail and also to the substructure, is applied such that a side to be adhesively and firmly connected in a form-fitting manner to the substructure (40) points to the outer side (30).
  12. The method according to Claim 11, **characterized in that** a flexible layer (17) is applied to the inner layer (51) ensuring electrical insulation in the course of producing the rail in the region of the rail base lower side.

## Revendications

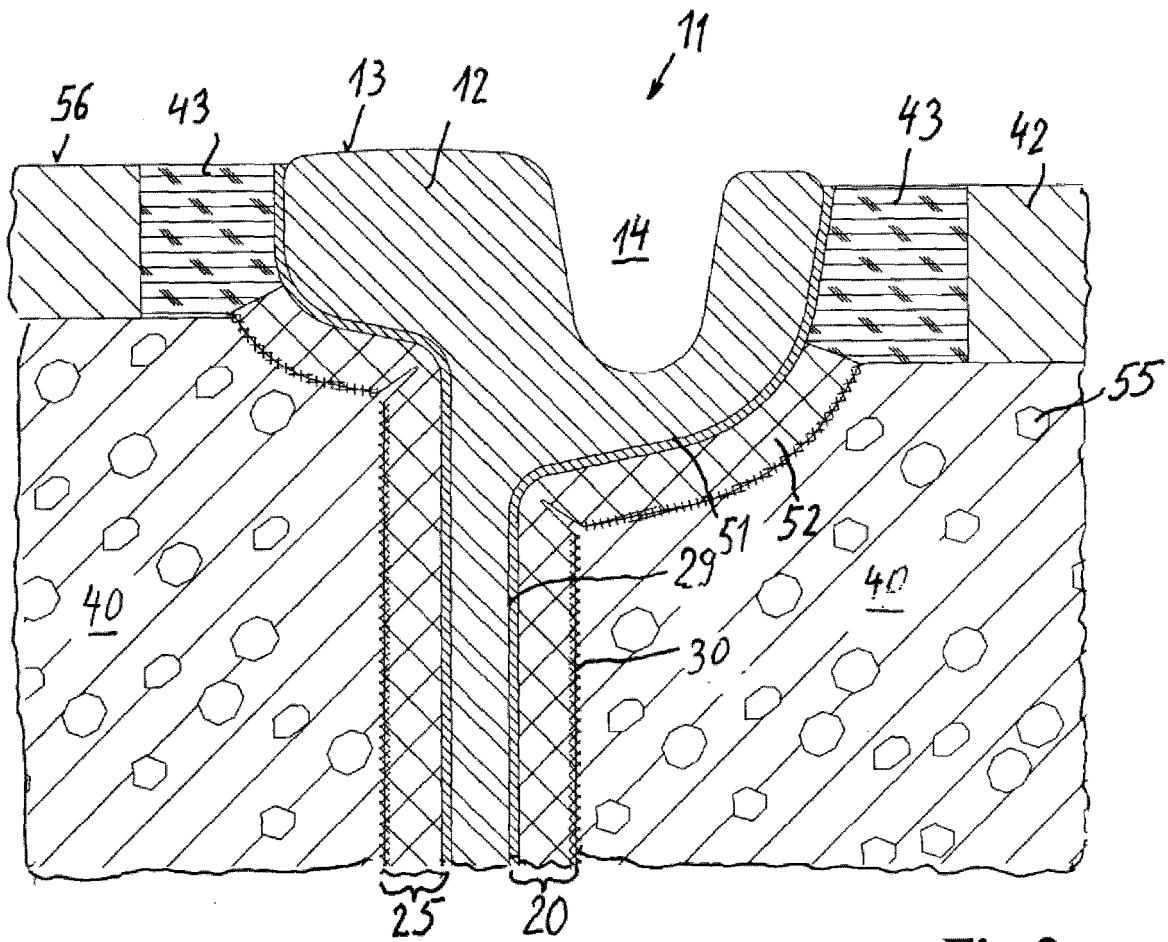
1. Glissière logée élastiquement, munie d'une isolation électrique, notamment une glissière à gorge (11), qui comporte un champignon de glissière (12), un patin de glissière (15) et une âme de glissière (16) assemblant ces derniers, la glissière étant incorporée dans un soubassement (40), par ex. dans du béton, la glissière étant munie d'une couche isolante (20) électrique, montée avant la pose, qui par projection, fait preuve d'adhérence sur la surface de la glissière, la couche (20) qui au moins dans la région de la face inférieure du champignon de glissière (24) et de l'âme de glissière (16) présente une épaisseur totale (25) d'au moins 4 mm étant assemblée par complémentarité de forme ou par matière sur sa face exté-



- rieure (30) avec le soubassement (40) et étant compressible en volume et flexible en cisaillement, de telle sorte que sous des contraintes statiques et dynamiques, les déviations verticales et/ou latérales maximales de la glissière (11) lors de l'adhérence de la couche (20) soient susceptibles d'être absorbées durablement de manière non destructive sur la glissière (11), aussi bien que sur le soubassement (40), **caractérisée en ce que** la couche (20) est constituée d'une couche partielle (51, 52) intérieure et extérieure dont la couche partielle intérieure (51) est projetée et la couche partielle extérieure (52) est une natte assemblée par matière avec la couche partielle intérieure (51).
2. Glissière selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'épaisseur totale (25) de la couche (20) dans la région de la face inférieure du champignon/de l'âme de glissière (24, 16) se situe entre 5 mm et 15 mm, de préférence entre 7 mm et 10 mm.
3. Glissière selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce qu'**également dans la région des côtés (26) du champignon de glissière, la couche (20) présente l'épaisseur totale (25).
4. Glissière selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** sur sa face extérieure (30) dirigée vers le soubassement, la couche (20) a une structure et/ou une consistance favorisant l'adhérence avec le soubassement (40).
5. Glissière selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la structure favorisant l'adhérence est fibreuse.
6. Glissière selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la couche (20), notamment la couche extérieure (52) contient des cellules fermées incorporées, à volume compressible.
7. Glissière selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'épaisseur totale de la couche (20) dans la région de l'âme de glissière (16) est au moins égale à l'épaisseur totale dans la région de la face inférieure du champignon de glissière (24).
8. Glissière selon la revendication 6 ou 7, **caractérisée en ce que** la couche extérieure (52) est une natte, contenant des fibres au moins sur sa face extérieure (30).
9. Glissière selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, **caractérisée en ce que** dans une région qui est adjacente à la surface de la glissière, la couche extérieure (52) comporte une région de séparation
- théorique (57) qui délimite un ruban (58) qui peut se retirer, pour monter un scellement de joint (43).
10. Glissière selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la couche intérieure (51) entoure également le patin de glissière (15), de préférence, l'ensemble de la glissière (11) à l'exception de la face supérieure du champignon de glissière (27).
11. Procédé, destiné à préparer une glissière (11) munie d'une isolation électrique, destinée à être posée dans un soubassement (40), par ex. en béton, qui comporte un champignon de glissière (12), un patin de glissière (15) et une âme de glissière (16) assemblant ces derniers, notamment une glissière à gorge (11), pourvue d'une couche (20) flexible, **caractérisé par les étapes de procédé suivantes**, consistant à :
- préparer la surface supérieure de la glissière par grenailage et/ou apprêtage,
  - projeter une couche intérieure (51) durcissable, adhérent sur la glissière (11), contenant de la matière plastique, munie le cas échéant d'agents de charge sur une épaisseur inférieure à une épaisseur totale (25) sur la surface de la glissière, à l'exception de la face supérieure du champignon de glissière (27), ainsi que
  - sur la région de la face inférieure du champignon/de l'âme de glissière (24, 16) ainsi que le cas échéant sur les côtés (26) du champignon de glissière, et
  - appliquer par adhérence de matière une couche extérieure (52) sous la forme d'une natte d'une épaisseur supérieure sur la couche intérieure (51) avant son durcissement, qui conjointement avec la couche intérieure, donne une épaisseur totale (25),
- pour l'absorption durable de manière non destructive de déviations verticales et/ou latérales maximales de la glissière sous des contraintes statiques et dynamiques lors de l'adhérence de la couche (20), la couche extérieure (52) compressible en volume et flexible en cisaillement en soi étant appliquée aussi bien sur la glissière que sur le soubassement, de telle sorte qu'un côté favorisant l'adhérence qui doit être assemblé par complémentarité de forme et/ou par matière avec le soubassement (40) soit dirigé vers la face extérieure (30).
12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'**au fil de la fabrication de la glissière, on applique dans la région de la face inférieure du champignon de glissière une couche flexible (17) sur laquelle on applique la couche intérieure (51) assurant l'isolation électrique.



**Fig.1**



**Fig.2**

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- WO 2004048696 A1 **[0002] [0010]**
- EP 1206599 B1 **[0003] [0010]**
- EP 2019168 B1 **[0004]**
- EP 2960370 A1 **[0004]**
- EP 1331310 A2 **[0005]**
- EP 0937181 B1 **[0006]**
- EP 1400628 A2 **[0006]**
- DE 19706936 A1 **[0006]**