



(11)

**EP 3 221 514 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**18.12.2019 Patentblatt 2019/51**

(51) Int Cl.:  
**E01B 1/00 (2006.01) E01B 3/46 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **15795103.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/AT2015/000132**

(22) Anmeldetag: **12.10.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2016/077852 (26.05.2016 Gazette 2016/21)**

(54) **SCHWELLENSOHLE**

SLEEPER PAD

SEMELLE DE TRAVERSE

(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**

- **LOY, Harald**  
**6780 Schruns (AT)**
- **POTOCAN, Stefan**  
**6710 Nenzing (AT)**

(30) Priorität: **19.11.2014 DE 102014116905**

(74) Vertreter: **Fechner, Thomas et al**  
**Hofmann & Fechner**  
**Patentanwälte**  
**Hörnlingerstrasse 3**  
**Postfach 5**  
**6830 Rankweil (AT)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**27.09.2017 Patentblatt 2017/39**

(73) Patentinhaber: **Getzner Werkstoffe Holding GmbH**  
**6706 Bürs (AT)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A1-2008/122065**

(72) Erfinder:  
• **AUGUSTIN, Andreas**  
**6714 Nüziders (AT)**

**EP 3 221 514 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 vorliegende Erfindung betrifft eine Schwellensole zur Befestigung an zumindest einer einem Schotterbett zugewandten Außenfläche einer Eisenbahnschwelle, wobei die Schwellensole zumindest eine Dämpfungsschicht aufweist oder daraus besteht.

**[0002]** Schwellensole sind beim Stand der Technik an sich bekannt. Sie dienen unter anderem der Dämpfung von Erschütterungen, welche beim Befahren der auf der Eisenbahnschwelle angeordneten Schienen entstehen. Um dieses Ziel zu erreichen, sollte die Dämpfungsschicht möglichst elastische Eigenschaften besitzen. Die DE 202 15 101 U1 offenbart z.B. eine Schwellensole mit einer elastischen Kunststoffschicht und einer Geotextilschicht, die an dem Beton eines Betonkörpers der Eisenbahnschwelle haftet. Aus der DE 43 15 215 A1 ist eine Schwellensole bekannt, bei der die vom Schotterbett umgebene Schicht der Schwellensole ein Vliesstoff ist. Auch die AT 506 529 A1 offenbart eine Schwellensole mit einer elastischen Dämpfungsschicht. Bei dieser Schwellensole ist einerseits eine Wirrfaserschicht zur formschlüssigen Befestigung der Schwellensole an der Eisenbahnschwelle aus Beton und andererseits eine Verstärkungsschicht aus Fasermaterial vorgesehen. Die WO 2008/122065 A1 offenbart ein Belagsmaterial mit verschiedenen Arten von Oberflächenstrukturen zur Einbindung in ein Betonbauteil.

**[0003]** Ein Problem mit den elastischen Eigenschaften der Dämpfungsschicht besteht darin, dass sehr elastische Dämpfungsschichten auch dafür sorgen, dass der Schotter der Schotterschicht, vor allem wenn schwere Fahrzeuge über die Schienen und damit die Eisenbahnschwellen rollen, aus dem Bereich unter den Eisenbahnschwellen herausgetragen wird. Dadurch bedingt, entsteht ein erheblicher Aufwand der darin besteht, dass regelmäßig der Schotter wieder unter die Eisenbahnschwellen gestopft werden muss.

**[0004]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine Schwellensole der oben genannten Art vorzuschlagen, welche besonders schotterschonend ist, also bei welcher der Schotter des Schotterbetts möglichst gut an der Schwellensole festgehalten wird, ohne dass in Sachen Dämpfung von Erschütterungen wesentliche Einbußen in Kauf genommen werden müssen.

**[0005]** Eine erfindungsgemäße Schwellensole, so wie im Anspruch 1 definiert, sieht hierzu vor, dass die Dämpfungsschicht bei Durchführung eines Belastungstests einen EPM-Index im Bereich von 10% bis 25%, vorzugsweise im Bereich von 10% bis 20% aufweist, wobei der Belastungstest an einem Testkörper bestehend aus der Dämpfungsschicht mit einer Fläche von 300mm mal 300mm durchzuführen ist und aus folgenden Test-

a) Festlegung zumindest eines Testpunktes am Testkörper an einer Stelle des Testkörpers, gegen welche eine Konturplatte, welche eine Vielzahl von

Erhebungen aufweist, im Testschritt c) mit einer Maximalerhebung einer der Erhebungen gegen den Testkörper drückt;

b) Bestimmung einer Ausgangsdicke D0 des Testkörpers im unbelasteten Zustand an dem Testpunkt in einer Richtung normal auf eine Oberfläche des Testkörpers;

c) Kompression des gesamten, vorab unbelasteten Testkörpers innerhalb von 60 Sekunden zwischen einer ebenen Stahlplatte und der Konturplatte, wobei der Testkörper am Testpunkt am Ende der 60 Sekunden auf 50% seiner Ausgangsdicke D0 komprimiert ist und die Konturplatte mit der Maximalerhebung der Erhebung der Konturplatte am Testpunkt gegen den Testkörper drückt;

d) Durchgehende Aufrechterhaltung der bei Testschritt c) am Ende der 60 Sekunden erreichten Kompression des Testkörpers für 12 Stunden;

e) Beendigung der Kompression und vollständige Entlastung des Testkörpers innerhalb eines Entlastungsintervalls von 5 Sekunden nach Ablauf der 12 Stunden gemäß Testschritt d);

f) Messung der momentanen Dicke D20 des Testkörpers am Testpunkt nach 20 Minuten nach Ende des Entlastungsintervalls gemäß Testschritt e) in der Richtung normal auf die Oberfläche des Testkörpers gemäß Testschritt b);

g) Berechnung des EPM-Index aus der Ausgangsdicke D0 und der im Testschritt f) gemessenen momentanen Dicke D20 nach der Formel:  $100\% \text{ mal } (D0-D20)/D0$ .

**[0006]** Zur Lösung der oben genannten Aufgabe muss der Fachmann eine Schwellensole realisieren, welche eigentlich einander widersprechende Eigenschaften hat. Einerseits soll die Schwellensole bzw. deren Dämpfungsschicht möglichst gute elastische Eigenschaften haben, um den gewünschten Erschütterungsschutz möglichst vollumfänglich zu erfüllen. Andererseits sollte die Dämpfungsschicht aber auch plastische Eigenschaften aufweisen, um den Schotter des Schotterbetts dauerhaft festhalten zu können, sodass er nicht aus dem Bereich unter der Eisenbahnschwelle herausgetragen wird und später dann wieder unter die Eisenbahnschwelle gestopft werden muss. Es hat sich überraschenderweise gezeigt, dass Schwellensole mit einer Dämpfungsschicht, welche einen EPM-Index zwischen 10% und 25%, bestimmt durch den oben genannten Belastungstest, aufweist, diesen einander widersprechenden Anforderungen besonders gut gerecht werden. Besonders gute Ergebnisse wurden erreicht, wenn der EPM-Index zwischen 10% und 20% liegt. Eine Dämpfungsschicht die diesen Werten genügt, weist sowohl elastische, für den Erschütterungsschutz benötigte, Eigenschaften als auch plastische Eigenschaften auf, durch welche der Schotter der Schotterschicht festgehalten wird, sodass es zu keinem oder nur relativ wenig unerwünschten Austrag des Schotters aus dem Bereich un-

terhalb der Eisenbahnschwelle heraus kommt.

**[0007]** In Kenntnis der Erfindung kann der Fachmann geeignete Dämpfungsschichten durch das Zusammenstellen an sich bekannter Komponenten realisieren. Es ist zum Beispiel möglich, dass er, z.B. in Testreihen, entsprechende Dämpfungsschichten herstellt und dann den jeweiligen EPM-Index der so hergestellten Dämpfungsschichten anhand des oben genannten Belastungstests überprüft. Zur Herstellung solcher Dämpfungsschichten und damit auch der Schwellensohle können verschiedenartige Ausgangsmaterialien verwendet werden. Besonders bevorzugt handelt es sich bei der Dämpfungsschicht um ein Elastomer, vorzugsweise ein Kunststoffelastomer, oder eine Mischung von verschiedenen Elastomeren, vorzugsweise Kunststoffelastomeren. Über die Mischung von verschiedenen Elastomeren oder Hinzufügung anderer Partikel können die elastischen und plastischen Eigenschaften der Dämpfungsschicht so eingestellt werden, dass der gewünschte erfindungsgemäße EPM-Index und damit die gewünschten elastisch-plastischen Eigenschaften erzeugt werden. Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass das Elastomer oder zumindest eines der Elastomere Polyurethan oder Gummi, vorzugsweise aus synthetischem Kautschuk, aufweist oder daraus besteht. Es kann z.B. vorgesehen sein, dass die Dämpfungsschicht Polyurethan und zumindest ein sterisch gehindertes kurzkettiges Glycol aufweist. Werkstofftechnisch lassen sich geeignete Dämpfungsschichten z.B. dadurch realisieren, dass bei beispielsweise Polyurethanelastomeren die räumliche Vernetzungsdichte vergleichbare Werte wie bei den elastischen Werkstoffen annimmt, aber die Phasenseparation gezielt gestört wird. Als Maßnahmen bieten sich hierbei z.B. die Variation der Molekulargewichte der Weichphase und zusätzlich der Einbau von sterisch gehinderten kurzkettigen Glycolen an.

**[0008]** Neben dem genannten EPM-Index weist bei erfindungsgemäßen Schwellensohlen die Dämpfungsschicht besonders bevorzugt einen Bettungsmodul von  $0,02 \text{ N/mm}^3$  bis  $0,6 \text{ N/mm}^3$ , vorzugsweise von  $0,05 \text{ N/mm}^3$  bis  $0,4 \text{ N/mm}^3$ , auf. Der Bettungsmodul wird dabei nach DIN 45673-1 bestimmt.

**[0009]** Die Dämpfungsschicht, vorzugsweise der gesamte Testkörper, weist im unbelasteten Zustand, also vor Durchführung des Belastungstests bevorzugt eine Dicke von 5mm bis 20mm, vorzugsweise von 7mm bis 13mm, auf. Diese Dicke ist ein Wert, welcher die Dicke der gesamten Dämpfungsschicht bzw. des gesamten Testkörpers repräsentiert. Sie entspricht in der Regel ungefähr der oben genannten Ausgangsdicke D0 des Testkörpers am Testpunkt, muss mit dieser aber nicht unbedingt identisch sein, da die Ausgangsdicke D0 des Testkörpers, wie oben ausgeführt, sich ausschließlich auf den Testpunkt bezieht und in der Regel wesentlich genauer gemessen wird als die genannte Dicke der Dämpfungsschicht.

**[0010]** Die Schwellensohle kann ausschließlich aus der Dämpfungsschicht bestehen. Es sind aber genauso

gut Ausführungsbeispiele der Erfindung möglich, bei der die Schwellensohle zusätzlich zur Dämpfungsschicht weitere Schichten aufweist. Diese können z.B. sowohl der Verstärkung der Dämpfungsschicht als auch der Befestigung der Schwellensohle an der Eisenbahnschwelle dienen. Es ist möglich, dass die Schwellensohle an der Eisenbahnschwelle bzw. deren dem Schotterbett zugewandten Außenfläche angeklebt wird. Bevorzugte Ausgestaltungsformen der Erfindung sehen jedoch vor, dass wie beim Stand der Technik z.B. aus der AT 506 529 A1 bekannt, Faserschichten an einer Außenfläche der Schwellensohle vorgesehen sind, die der Befestigung der Schwellensohle an der Eisenbahnschwelle aus Beton oder aus einem anderen gießfähigen und aushärtenden Material wie z.B. Kunststoff dienen. Es kann sich bei solchen Faserschichten z.B. um Wirrfaserschichten handeln, welche sich teilweise in das Material der Schwellensohle erstrecken, teilweise aber auch über diese überstehen, damit das noch flüssige Material, z.B. Beton, der Eisenbahnschwelle formschlüssig in die Wirrfaserschicht eingreifen kann, sodass nach dem Aushärten dieses Materials der Eisenbahnschwelle ein Formschluss hergestellt ist. Als Alternative zur Wirrfaserschicht kann auch eine Flockfaserschicht an der Schwellensohle vorhanden sein, welche ebenfalls in das noch flüssige Material einer Eisenbahnschwelle eingedrückt werden kann, um so eine formschlüssige Verbindung aus dem ausgehärtete Material der Eisenbahnschwelle und der Flockfaserschicht bzw. Schwellensohle zu erzeugen. Die Flockfaserschicht kann aber auch dann hilfreich sein, wenn die Schwellensohle mit einem entsprechenden Klebstoff adhäsiv an der dem Schotterbett zugewandten Außenfläche der Eisenbahnschwelle befestigt wird.

**[0011]** Zusätzlich oder alternativ zu der der Befestigung dienenden Faserschicht können Schwellensohlen gemäß der Erfindung auch zumindest eine an sich bekannte Verstärkungsschicht, vorzugsweise ebenfalls aus Fasern oder Fasergeflecht, aufweisen. Auch dies ist an sich z.B. aus der AT 506 529 A1 bekannt und muss nicht weiter erläutert werden.

**[0012]** Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass erfindungsgemäße Schwellensohlen an Eisenbahnschwellen, welche aus verschiedensten Materialien wie z.B. Beton oder Holz oder auch Kunststoff bestehen können, angebracht werden können. Besteht die Eisenbahnschwelle aus gießfähigem und aushärtendem Material wie Beton oder gegebenenfalls auch Kunststoff, so können zur Befestigung der Schwellensohle an der Eisenbahnschwelle die oben genannten Methoden angewandt werden. Als Alternativen zur Befestigung der Schwellensohle an der Eisenbahnschwelle sind auch das Ankleben oder andere geeignete an sich bekannte Befestigungsmethoden zu nennen. Letztere sind auch anwendbar, wenn die Eisenbahnschwelle nicht aus einem gießfähigen aushärtenden Material wie z.B. aus Holz bzw. Massivholz besteht.

**[0013]** Soweit vorhanden, sind die der Befestigung an der Eisenbahnschwelle dienenden Faserschichten bzw.

die Verstärkungsschichten bevorzugt randlich an der Dämpfungsschicht befestigt. Diese Befestigung kann z.B. durch Ankleben erfolgen. Es ist aber genauso gut möglich, dass die genannten Faser- und/oder Verstärkungsschichten randlich zur Dämpfungsschicht eingegossen sind bzw. formschlüssig eingreifen. Bei den Testkörpern, bestehend aus der Dämpfungsschicht welche zur Durchführung des oben genannten Belastungstests verwendet werden, sind diese der Befestigung an der Eisenbahnschwelle oder der Verstärkung dienenden Schichten aber bevorzugt vollständig entfernt. Sie können zur Herstellung des Testkörpers z.B. entsprechend von der Schwellensole abgeschält, abgeschnitten, abgespalten oder durch andere geeignete Art und Weisen entfernt werden, ohne dass hierdurch die eigentliche Dämpfungsschicht geschädigt wird. Nach dem Entfernen dieser Schichten sollte der Testkörper möglichst noch eine Dicke im oben angegebenen Bereich aufweisen. Der Testkörper sollte möglichst plattenförmig ausgeführt sein und eine Fläche von 300mm mal 300mm aufweisen. Die beiden jeweils 300mm mal 300mm großen Oberflächen des Testkörpers verlaufen günstigerweise in zueinander parallelen Ebenen.

**[0014]** Die zur Durchführung des oben genannten Belastungstests verwendete Konturplatte kann grundsätzlich unterschiedlich ausgestaltet sein. Bevorzugt ist jedenfalls vorgesehen, dass sowohl die Stahlplatte als auch die Konturplatte bei der Durchführung des Belastungstests die genannten 300mm mal 300mm großen Oberflächen des Testkörpers vollständig bedecken. Die Konturplatte und die ebene Stahlplatte sollten so steif sein, dass sie bei der Kompression des Testkörpers sich nicht oder nur für das Testergebnis unwesentlich verformen.

**[0015]** Grundsätzlich ist es denkbar, zur Durchführung des Belastungstests verschiedenartig ausgeformte Konturplatten mit verschiedenartig ausgeformten Erhebungen zu verwenden. Bevorzugt wird aber eine geometrische Schotterplatte (geometric ballast plate) gemäß der Norm CEN/TC 256 als Konturplatte verwendet. Der EPM-Index kann grundsätzlich bei Durchführung des Belastungstests an nur einem einzigen Testpunkt am Testkörper bestimmt werden. Dieser sollte jedenfalls möglichst nicht vollständig am Rand des Testkörpers angeordnet sein. Um den Einfluss ungewollter lokaler Anomalien im Material der Dämpfungsschicht und des Testkörpers auf die Bestimmung des EPM-Index zu minimieren, kann aber auch vorgesehen sein, dass bei einem Belastungstest an mehreren Testpunkten am Testkörper die Testschritte a) bis g) durchgeführt werden, sodass aus den so für jeden Testpunkt berechneten EPM-Indices durch Mittelwertbildung der EPM-Index des Testkörpers und damit der Dämpfungsschicht berechnet wird. Es ist z.B. möglich, gleichzeitig den Belastungstest an fünf Testpunkten durchzuführen, um den genannten Mittelwert daraus zu bilden. Als Mittelwert wird hierzu günstigerweise das arithmetische Mittel, also die Summe der Einzelwerte geteilt durch die Anzahl der Einzelwerte ver-

wendet.

**[0016]** Weitere Einzelheiten und Details bevorzugter Ausgestaltungsformen der Erfindung sowie zur Durchführung des Belastungstests werden anhand der nachfolgenden Figurenbeschreibung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematisierten Vertikalschnitt durch eine Eisenbahnschwelle mit darunter angeordneter Schwellensole auf einem Schotterbett, wobei der Vollständigkeit halber auch die auf der Eisenbahnschwelle angeordneten Schienen dargestellt sind; Fig. 2 eine schematisierte Draufsicht auf einen Testkörper;

Fig. 3 und 4 Schnittdarstellungen durch den Testkörper entlang Schnittlinie AA, wobei Fig. 3 den unbelasteten Zustand und Fig. 4 den Zustand 20 Minuten nach Ende des Entlastungsintervalls zeigt; Fig. 5 eine schematisierte Darstellung zur Kompression des Testkörpers;

Fig. 6 eine Draufsicht auf eine bevorzugte Ausgestaltungsform einer zur Durchführung des Belastungstests verwendbaren Konturplatte;

Fig. 7 und 8 die Schnitte durch die Konturplatte gemäß Fig. 6 entlang der Schnittlinie B und C;

Fig. 9 Verläufe der Restverformung R in % aufgetragen gegen die Zeit für verschiedene Materialien.

**[0017]** In Fig. 1 ist der grundsätzliche Aufbau einer Eisenbahnschwelle 4, welche in diesem Beispiel aus Beton besteht, mit darauf angeordneten Schienen 16 für Schienenfahrzeuge gezeigt. An der dem Schotterbett 2 zugewandten Außenfläche 3 der Eisenbahnschwelle 4 befindet sich die Schwellensole 1. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist eine Faserschicht 15 eingezeichnet, welche vorzugsweise sowohl an der Eisenbahnschwelle 4 als auch an der Dämpfungsschicht 5 formschlüssig befestigt ist. Alternativ sind, wie eingangs bereits erläutert, natürlich auch andere an sich bekannte Befestigungsformen wie Ankleben und dergleichen möglich. Verstärkungsschichten sind hier nicht eingezeichnet, sie können aber wie beim Stand der Technik an sich bekannt, in der Schwellensole, vorzugsweise randlich an der Dämpfungsschicht 5 vorhanden sein. Die Dämpfungsschicht 5 weist erfindungsgemäß einen EPM-Index im Bereich von 10% bis 25%, vorzugsweise im Bereich von 10% bis 20%, auf.

**[0018]** Zur Durchführung des Belastungstests wird aus der Dämpfungsschicht 5 ein Testkörper 6, wie in Fig. 2 schematisiert in einer Draufsicht gezeigt ist, mit vorzugsweise parallel zueinander verlaufenden, jeweils 300mm mal 300mm großen Oberflächen hergestellt. Wie eingangs erläutert, werden hierzu gegebenenfalls bei der konkret vorliegenden Schwellensole 1 vorhandene, der Befestigung dienende Faserschichten oder Verstärkungsschichten entsprechend entfernt. Die Festlegung des zumindest einen Testpunktes 7 erfolgt so, dass beim nachfolgend geschilderten Belastungstest die Konturplatte 8 mit einer Maximalerhebung 10 einer ihrer Erhe-

bungen 9 gegen den Testkörper 6 genau an diesen Testpunkt 7 drückt.

**[0019]** Die Fig. 3 und 4 zeigen jeweils Schnitte durch den Testkörper 6 entlang der Schnittlinie AA aus Fig. 2. In Fig. 3 ist der Testkörper 6 noch im unbelasteten Zustand vor der Kompression gemäß Testschritt c) des Belastungstests. In diesem Zustand wird die Ausgangsdicke D0 des Testkörpers am Testpunkt 7 in einer Richtung 11 normal bzw. orthogonal auf die Oberfläche 12 des Testkörpers 6 gemessen. Die Oberfläche 12 des Testkörpers 6 ist dabei die, auf die man in der Draufsicht in Fig. 2 blickt, also eine der beiden Oberflächen, welche 300mm mal 300mm groß ist. Im unbelasteten Zustand entspricht die Ausgangsdicke D0 des Testkörpers 6 am Testpunkt 7 in der Regel ungefähr der Dicke 14, welche bevorzugt die eingangs genannten Werte aufweist, und die Dicke des Testkörpers 6 über die gesamte Oberfläche 12 beschreibt. Bei der Dicke 14 handelt es sich um eine Art Mittelwert. Durch lokale Abweichungen oder auch unterschiedlich genaue Messungen kann die Dicke D0 im Testpunkt 7 mehr oder weniger stark von der Dicke 14 abweichen. Fig. 4 zeigt im Gegensatz zu Fig. 3 den Testkörper 6 im Bereich des Testpunktes 7 zwanzig Minuten nach Ende des Entlastungsintervalls gemäß Testschritt e). Es ist im Bereich des Testpunktes 7 eine gewisse Residualverformung der Oberfläche 12 zu erkennen. Eingezeichnet ist auch die gemäß Testschritt f) zu messende momentane Dicke D20 des Testkörpers 6 im Testpunkt 7. Diese Messung ist in derselben Richtung 11 normal auf die Oberfläche 12 des Testkörpers 6 durchzuführen, wie die Messung der Ausgangsdicke D0 des Testkörpers 6.

**[0020]** Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung wie die Kompression des gesamten vorab unbelasteten Testkörpers 6 gemäß Testschritt c) des Belastungstests durchgeführt werden kann. Der vorab unbelastete Testkörper 6 wird hierzu zwischen eine ebene Stahlplatte 13 und die Konturplatte 8 gelegt, sodass eine der Oberflächen 12 des Testkörpers den Erhebungen 9 auf der Konturplatte 8 zugewandt ist. Die gegenüberliegende Stahlplatte 13 ist eben. Sie weist also eine ebene Oberfläche auf, an der der Testkörper 6 bei der Kompression anliegt. Der Testkörper 6 liegt vollflächig, also mit beiden einander gegenüberliegenden jeweils 300mm mal 300mm großen Oberflächen an der ebenen Stahlplatte 13 an. Auch die Konturplatte 8 deckt günstigerweise die gesamte Fläche der hier mit dem Testpunkt 7 zugewandten Oberfläche 12 des Testkörpers 6 ab. Vor Beginn der Kompression liegt der Testkörper 6 allerdings nur an den Maximalerhebungen 10 der Erhebungen 9 der Konturplatte 8 an. Mit zunehmender Kompression werden die Erhebungen 9 in den Testkörper 6 gedrückt, sodass die Berührungsfläche zwischen Testkörper 6 und Konturplatte 8 mit zunehmender Kompression zunimmt. Insgesamt erfolgt die Kompression des Testkörpers im Testschritt c) am gesamten, vorab unbelasteten Testkörper innerhalb von 60 Sekunden. Die Kompression wird so weit durchgeführt, dass der Testkörper 6 am Testpunkt

7 am Ende der 60 Sekunden auf 50% seiner Ausgangsdicke D0 komprimiert ist. Die Konturplatte 8 drückt dabei mit der Maximalerhebung 10 der Erhebung 9 der Konturplatte 8 am Testpunkt 7 gegen den Testkörper 6. Zur Durchführung der Kompression können an sich bekannte Pressen verwendet werden. In Fig. 5 sind schematisiert lediglich die in den Pressrichtungen 18 während der Kompression aufeinander zu zu bewegendes Pressstempel 17 der Presse dargestellt, welche die ebene Stahlplatte 13 und die Konturplatte 8 beim Pressvorgang aufeinander zu bewegen und im Testschritt d) abstützen bzw. in ihrer Position festhalten. In Testschritt d) ist, wie oben ausgeführt, eine durchgehende also nicht unterbrochene Aufrechterhaltung der bei Testschritt c) am Ende der 60 Sekunden erreichten Kompression des Testkörpers für einen Zeitraum von zwölf Stunden vorgesehen. Nach Ablauf dieser zwölf Stunden gemäß Testschritt d) wird die Kompression des Testkörpers 6) beendet. Es erfolgt im Testschritt e) eine vollständige Entlastung des Testkörpers 6) innerhalb eines Entlastungsintervalls von fünf Sekunden. Im gezeigten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 werden hierzu die Pressstempel 17 entgegen der Pressrichtung 18 entsprechend weit auseinandergefahren. Die Kompression innerhalb der 60 Sekunden gemäß Testschritt c) wie auch die Entlastung innerhalb des Entlastungsintervalls von 5 Sekunden gemäß Testschritt e) erfolgt günstigerweise mit einer linearen Be- bzw. Entlastungsrampe, vorzugsweise indem die Pressstempel 17 in den jeweiligen Zeitintervallen mit konstanter Geschwindigkeit aufeinander zu, also in Pressrichtung 18 oder voneinander weg, also entgegen der Pressrichtung 18 bewegt werden. Am Ende des Belastungsintervalls gemäß Testschritt e) ist der Testkörper 6 wieder vollständig entlastet. Man wartet nun im Testschritt f) im wieder entlasteten Zustand 20 Minuten ab Ende des Entlastungsintervalls. In diesen zwanzig Minuten erfolgt eine elastische Rückstellung des Materials des Testkörpers 6, insbesondere auch am Testpunkt 7. Um erfindungsgemäß sowohl die elastischen als auch die plastischen Anforderungen an die Dämpfungsschicht 5 zu erfüllen, handelt es sich dabei aber eben nicht um eine vollständig elastische Rückbildung. Die Verformung hinterlässt also auch nach 20 Minuten noch einen gewissen plastischen Anteil, sodass eben ein EPM-Index sich im erfindungsgemäßen Bereich zwischen 10% und 25%, vorzugsweise zwischen 10% und 20%, ergibt. Wird dies erfüllt, so handelt es sich um eine erfindungsgemäße Schwellensohle 1, welche die einander eigentlich auf den ersten Blick widersprechenden elastischen und plastischen Anforderungen erfindungsgemäß erfüllt, sodass die Schwellensohle 1 einerseits so elastisch ist, dass sie den gewünschten Dämpfungseffekt und damit Erschütterungsschutz gewährleistet aber andererseits aber auch sehr schonend für das Schotterbett 2 ist, indem der Schotter des Schotterbetts 2 durch den plastischen Anteil der Verformung in der praktischen Umsetzung von der Schwellensohle 1 unter der Eisenbahnschwelle 4 festgehalten wird. Nach Messung der in Fig. 4 schematisiert

dargestellten Dicke D20 des Testkörpers 6 am Testpunkt 7 nach Ablauf der genannten 20 Minuten nach Ende des Entlastungsintervalls kann der EPM-Index im Testschritt g) aus der Ausgangsdicke D0 und der im Testschritt f) gemessenen momentanen Dicke D20 berechnet werden. Zu dieser Berechnung wird die Formel verwendet, in der vorgesehen ist, dass die momentane Dicke D20 von der Ausgangsdicke D0 abgezogen wird. Das Ergebnis dieser Subtraktion wird durch die Ausgangsdicke D0 geteilt und das Ergebnis dieser Division mit 100% multipliziert. Hieraus ergibt sich der EPM-Index, welcher erfindungsgemäß im Bereich von 10% bis 25%, vorzugsweise im Bereich von 10% bis 20%, liegen soll.

**[0021]** Fig. 6 zeigt eine Draufsicht auf eine vorzugsweise bei Durchführung des Belastungstests verwendete Konturplatte 8 bzw. deren Erhebungen 9, in Form der sogenannten geometrischen Schotterplatte (geometric ballast plate) gemäß der Norm CEN/TC 256. In Fig. 6 ist gut zu erkennen, dass diese Konturplatte 8 bzw. geometrische Schotterplatte gemäß der genannten Norm großflächige und kleinflächige pyramidenartige Erhebungen 9 aufweist. Die in Fig. 7 dargestellte Schnittlinie BB aus Fig. 6 zeigt einen Schnitt im Bereich der großflächigen Erhebungen 9. Der in Fig. 8 dargestellte Schnitt entlang der Schnittlinie CC zeigt die kleineren Erhebungen 9 dieser Konturplatte 8 in einer Schnittdarstellung. Die Erhebungen 9 stehen jeweils über eine Basisebene 19 der Konturplatte 8 über. Den maximalen Abstand von dieser Basisebene 19 haben die Erhebungen 9 in den Maximalerhebungen 10. Die Maximalerhebungen 10 könnten insofern auch als Gipfel bzw. Spitze der Erhebungen 9 bezeichnet werden. Der Testpunkt 7 des Testkörpers 6 liegt, wie gesagt, an einer dieser Maximalerhebungen 10 an. Da die Erhebungen 9 auch eine gerundete Oberfläche aufweisen können, wurde der Begriff der Maximalerhebungen 10 für den Gipfelbereich der jeweiligen Erhebungen 9 gewählt. In bevorzugten Ausgestaltungsformen der Konturplatte 8, wie der hier dargestellten geometrischen Schotterplatte, weisen die Maximalerhebungen 10 aller Erhebungen 9 denselben Höhenunterschied 20 zur Basisebene 19 auf. Bei der geometrischen Schotterplatte gemäß der Norm CEN/TC 256 beträgt dieser Höhenunterschied 20 15mm. Günstigerweise sollte dieser Höhenunterschied 20 bei den Konturplatten 8, welche für den genannten Belastungstest verwendet werden, größer als die Dicke 14 des Testkörpers 6 sein.

**[0022]** Fig. 9 zeigt ein Diagramm mit einem Zeitintervall zwischen 0 und 80 Minuten direkt anschließend an das Ende des Entlastungsintervalls von 5 Sekunden gemäß Testschritt e). Dargestellt sind die Verläufe 21, 22 und 23 für verschiedene Testkörper 6. Es handelt sich hierbei um Beispiele. Der Verlauf 21 zeigt beispielhaft einen Testkörper 6 bzw. eine Dämpfungsschicht 5, welcher bzw. welche stark plastisch auf die Kompression des Testkörpers 6 gemäß Testschritt c) reagiert. Auch nach 60 Minuten ist hier noch eine Rest- bzw. Residualverformung R von 27% zu beobachten. Dämpfungsschichten

mit einem solchen Material sind zwar sehr schotterschonend, erreichen aber nicht die gewünschten elastischen Eigenschaften und damit nicht den gewünschten Erschütterungsschutz der Schwellensohle 1. Ein gegenteiliges Beispiel eines stark elastisch geprägten Verhaltens eines Testkörpers 6 ist am Verlauf 23 gezeigt. Hier bleibt zwar eine Residualverformung von 5% in Form eines plastischen Anteils der Verformung zurück, dies ist aber bereits praktisch nach 20 Minuten erreicht. Der EPM-Index entspricht der Residualverformung R zum Zeitpunkt 20 Minuten. An Fig. 9 ist gut zu erkennen, dass weder das Material bzw. der Testkörper 6 mit dem Verlauf 21 noch das Material bzw. der Testkörper 6 mit dem Verlauf 23 erfindungsgemäße Eigenschaften der Dämpfungsschicht 5 aufweist. Der Verlauf eines beispielhaft eingezeichneten erfindungsgemäßen Testkörpers 6 bzw. entsprechenden Dämpfungsschicht 5 ist mit dem Bezugszeichen 22 bezeichnet. Hier ergibt sich eine Residualverformung R zwanzig Minuten nach Ende des Entlastungsintervalls gemäß Testschritt e) und damit ein EPM-Index von ca. 16 bis 17%, was ziemlich mittig im erfindungsgemäßen Intervall von 10 bis 25% liegt. Eine Dämpfungsschicht 5 mit einem solchen EPM-Index weist sowohl die gewünschten elastischen Eigenschaften und damit den gewünschten Erschütterungsschutz, als auch die gewünschten plastischen Eigenschaften und damit die gewünschte Schotterschonung auf.

**Legende zu den Hinweisnummern:**

**[0023]**

- |    |                   |
|----|-------------------|
| 1  | Schwellensohle    |
| 2  | Schotterbett      |
| 3  | Außenfläche       |
| 4  | Eisenbahnschwelle |
| 5  | Dämpfungsschicht  |
| 6  | Testkörper        |
| 7  | Testpunkt         |
| 8  | Konturplatte      |
| 9  | Erhebung          |
| 10 | Maximalerhebung   |
| 11 | Richtung          |
| 12 | Oberfläche        |
| 13 | Stahlplatte       |
| 14 | Dicke             |
| 15 | Faserschicht      |
| 16 | Schiene           |
| 17 | Pressstempel      |
| 18 | Pressrichtung     |
| 19 | Basisebene        |
| 20 | Höhenunterschied  |
| 21 | Verlauf           |
| 22 | Verlauf           |
| 23 | Verlauf           |

## Patentansprüche

1. Schwellensohle (1) zur Befestigung an zumindest einer einem Schotterbett (2) zugewandten Außenfläche (3) einer Eisenbahnschwelle (4), wobei die Schwellensohle (1) zumindest eine Dämpfungsschicht (5) aufweist oder daraus besteht, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfungsschicht (5) bei Durchführung eines Belastungstests einen EPM-Index im Bereich von 10% bis 25%, vorzugsweise im Bereich von 10% bis 20% aufweist, wobei der Belastungstest an einem Testkörper (6) bestehend aus der Dämpfungsschicht (5) mit einer Fläche von 300mm mal 300mm durchzuführen ist und aus folgenden Testschritten besteht:

a) Festlegung zumindest eines Testpunktes (7) am Testkörper (6) an einer Stelle des Testkörpers (6), gegen welche eine Konturplatte (8), welche eine Vielzahl von Erhebungen (9) aufweist, im Testschritt c) mit einer Maximalerhebung (10) einer der Erhebungen (9) gegen den Testkörper (6) drückt;

b) Bestimmung einer Ausgangsdicke D0 des Testkörpers (6) im unbelasteten Zustand an dem Testpunkt (7) in einer Richtung (11) normal auf eine Oberfläche (12) des Testkörpers (6);

c) Kompression des gesamten, vorab unbelasteten Testkörpers (6) innerhalb von 60 Sekunden zwischen einer ebenen Stahlplatte (13) und der Konturplatte (8), wobei der Testkörper (6) am Testpunkt (7) am Ende der 60 Sekunden auf 50% seiner Ausgangsdicke D0 komprimiert ist und die Konturplatte (8) mit der Maximalerhebung (10) der Erhebung (9) der Konturplatte (8) am Testpunkt (7) gegen den Testkörper (6) drückt;

d) Durchgehende Aufrechterhaltung der bei Testschritt c) am Ende der 60 Sekunden erreichten Kompression des Testkörpers (6) für 12 Stunden;

e) Beendigung der Kompression und vollständige Entlastung des Testkörpers (6) innerhalb eines Entlastungsintervalls von 5 Sekunden nach Ablauf der 12 Stunden gemäß Testschritt d);

f) Messung der momentanen Dicke D20 des Testkörpers (6) am Testpunkt (7) nach 20 Minuten nach Ende des Entlastungsintervalls gemäß Testschritt e) in der Richtung (11) normal auf die Oberfläche (12) des Testkörpers (6) gemäß Testschritt b);

g) Berechnung des EPM-Index aus der Ausgangsdicke D0 und der im Testschritt f) gemessenen momentanen Dicke D20 nach der Formel:  $100\% \text{ mal } (D0-D20)/D0$ .

2. Schwellensohle (1) nach Anspruch 1, **dadurch ge-**

**kennzeichnet, dass** die Dämpfungsschicht (5) ein Elastomer, vorzugsweise Kunststoffelastomer, oder eine Mischung von verschiedenen Elastomeren, vorzugsweise Kunststoffelastomeren, aufweist oder daraus besteht.

3. Schwellensohle (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Elastomer oder zumindest eines der Elastomere Polyurethan oder Gummi, vorzugsweise aus synthetischen Kautschuk, aufweist oder daraus besteht.

4. Schwellensohle (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfungsschicht (5) Polyurethan und zumindest ein sterisch gehindertes kurzkettiges Glycol aufweist.

5. Schwellensohle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfungsschicht (5) einen Bettungsmodul von 0,02 N/mm<sup>3</sup> bis 0,6 N/mm<sup>3</sup>, vorzugsweise von 0,05 N/mm<sup>3</sup> bis 0,4 N/mm<sup>3</sup>, aufweist.

6. Schwellensohle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfungsschicht (5), vorzugsweise der gesamte Testkörper (6), im unbelasteten Zustand vor Durchführung des Belastungstests eine Dicke (14) von 5 mm bis 20 mm, vorzugsweise von 7 mm bis 13 mm, aufweist.

7. Schwellensohle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwellensohle (1) eine an der Dämpfungsschicht (5) befestigte Faserschicht (15), vorzugsweise Wirrfaserschicht oder Flockfaserschicht, zur Befestigung der Schwellensohle (1) an der Eisenbahnschwelle (4) und/oder eine Verstärkungsschicht, vorzugsweise aus Fasern, aufweist.

## Claims

1. A sleeper pad (1) for securing to at least one outer surface (3), facing a ballast bed (2), of a railway sleeper (4), wherein the sleeper pad (1) has at least one damping layer (5) or consists thereof, **characterized in that** the damping layer (5) has an EPM index in the range from 10% to 25%, preferably in the range from 10% to 20%, when carrying out a load test, wherein the load test is to be carried out on a test body (6) consisting of the damping layer (5) with a surface of 300mm times 300mm and consists of the following test steps:

a) Establishment of at least one test point (7) on the test body (6) at a test-body site against which a contour plate (8), with a plurality of protrusions (9), presses against the test body (6) in test step

- c) with a maximum protrusion (10) of one of the protrusions (9);
- b) Determination of an initial thickness D0 of the test body (6), in the non-loaded state, at the test point (7) in a direction (11) perpendicular to a surface (12) of the test body (6);
- c) Compression of the entire test body (6), not loaded to begin with, within 60 seconds between a plane steel plate (13) and the contour plate (8), wherein the test body (6) is at the test point (7) compressed to 50% of its initial thickness D0 at the end of the 60 seconds and the contour plate (8) presses against the test body (6) at the test point (7) with the maximum protrusion (10) of the protrusion (9) of the contour plate (8);
- d) Continuous maintenance for 12 hours of the test-body compression achieved at the end of the 60 seconds with test step c);
- e) Ending of the compression and complete removal of loading of the test body (6) within a load removal interval of 5 seconds after expiry of the 12 hours according to test step d);
- f) Measurement of the current thickness D20 of the test body (6) at the test point (7) 20 minutes after the end of the load removal interval according to test step e), in the direction (11) perpendicular to the surface (12) of the test body (6) according to test step b);
- g) Calculation of the EPM index from the initial thickness D0 and the current thickness D20 measured in test step f), according to the formula:  $100\% \times (D0 - D20) / D0$ .
2. A sleeper pad (1) according to claim 1, **characterized in that** the damping layer (5) has or consists of an elastomer, preferably plastic elastomer, or a mixture of different elastomers, preferably plastic elastomers.
  3. A sleeper pad (1) according to claim 2, **characterized in that** the elastomer or at least one of the elastomers has or consists of polyurethane or rubber, preferably of synthetic rubber.
  4. A sleeper pad (1) according to claim 1, **characterized in that** the damping layer (5) has polyurethane and at least one sterically hindered short-chain glycol.
  5. A sleeper pad (1) according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that** the damping layer (5) has a bedding modulus from 0.02N/mm<sup>3</sup> to 0.6 N/mm<sup>3</sup>, preferably from 0.05N/mm<sup>3</sup> to 0.4N/mm<sup>3</sup>.
  6. A sleeper pad (1) according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the damping layer (5), preferably the entire test body (6), has a thickness (14) from 5 mm to 20 mm, preferably from 7 mm to

13 mm, in the non-loaded state before carrying out of the load test.

7. A sleeper pad (1) according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that** the sleeper pad (1) has a fibrous layer (15), preferably a layer of randomly oriented fibres or a flock fibre layer, secured to the damping layer (5) to secure the sleeper pad (1) to the railway sleeper (4) and/or a reinforcing layer, preferably of fibres.

## Revendications

1. Semelle de traverse (1) à fixer sur au moins une surface extérieure (3) d'une traverse de chemin de fer (4) qui est dirigée vers un lit de ballast (2), la semelle de traverse (1) présentant au moins une couche d'amortissement (5) ou étant constituée d'une couche d'amortissement (5), **caractérisée en ce que** la couche d'amortissement (5) présente, lors d'un test de charge, un indice EPM dans la plage allant de 10 % à 25 %, de préférence dans la plage allant de 10 % à 20 %, le test de charge étant réalisé sur un échantillon de test (6) constitué de la couche d'amortissement (5) avec une surface de 300 mm x 300 mm et avec les étapes de test suivantes consistant à :
  - a) fixer au moins un point de test (7) sur l'échantillon de test (6) en un endroit de l'échantillon de test (6) contre lequel, à l'étape de test c), une plaque de contour (8) présentant une pluralité de reliefs saillants (9) appuie avec un sommet (10) d'un des reliefs saillants (9) contre l'échantillon de test (6) ;
  - b) déterminer une épaisseur initiale D0 de l'échantillon de test (6) à l'état sans charge au point de test (7) dans une direction (11) normale à une surface (12) de l'échantillon de test (6) ;
  - c) compresser en l'espace de 60 secondes l'ensemble de l'échantillon de test (6), préalablement sans charge, entre une plaque d'acier plate (13) et la plaque de contour (8), l'échantillon de test (6) étant comprimé au point de test (7) à 50% de son épaisseur initiale D0 à la fin des 60 secondes, et la plaque de contour (8) appuyant contre l'échantillon de test (6) avec le sommet (10) du relief saillant (9) de la plaque de contour (8) au point de test (7) ;
  - d) maintenir sans interruption pendant 12 heures la compression de l'échantillon de test (6) obtenue à la fin des 60 secondes à l'étape de test c) ;
  - e) arrêter la compression et supprimer totalement la charge appliquée à l'échantillon de test (6) dans un intervalle de décharge de 5 secondes à la fin des 12 heures de l'étape de test d) ;



- f) 20 minutes après la fin de l'intervalle de décharge de l'étape de test e), mesurer l'épaisseur instantanée D20 de l'échantillon de test (6) au point de test (7) dans la direction (11) normale à la surface (12) de l'échantillon de test (6) selon l'étape de test b) ; 5
- g) calculer l'indice EPM à partir de l'épaisseur initiale D0 et de l'épaisseur instantanée D20 mesurée à l'étape de test f) selon la formule :  $100\% \text{ fois } (D0-D20)/D0$ . 10
2. Semelle de traverse (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la couche d'amortissement (5) comprend ou consiste en un élastomère, de préférence un élastomère plastique, ou un mélange de différents élastomères, de préférence de différents élastomères plastiques. 15
3. Semelle de traverse (1) selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** l'élastomère ou au moins l'un des élastomères comprend ou consiste en du polyuréthane ou du caoutchouc, de préférence du caoutchouc synthétique. 20
4. Semelle de traverse (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la couche d'amortissement (5) comprend du polyuréthane et au moins un glycol à chaîne courte à gêne stérique. 25
5. Semelle de traverse (1) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** la couche d'amortissement (5) présente un module de ballast de  $0,02 \text{ N/mm}^3$  à  $0,6 \text{ N/mm}^3$ , de préférence de  $0,05 \text{ N/mm}^3$  à  $0,4 \text{ N/mm}^3$ . 30  
35
6. Semelle de traverse (1) selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que**, à l'état sans charge avant la réalisation du test de charge, la couche d'amortissement (5), de préférence la totalité de l'échantillon de test (6), a une épaisseur (14) allant de 5 mm à 20 mm, de préférence allant de 7 mm à 13 mm. 40
7. Semelle de traverse (1) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** la semelle de traverse (1) présente une couche de fibres (15) fixée à la couche d'amortissement (5) pour fixer la semelle de traverse (1) sur la traverse (4), de préférence une couche de fibres enchevêtrée ou une couche de fibres floquées, et/ou une couche de renforcement, de préférence en fibres. 45  
50

55

Fig. 1

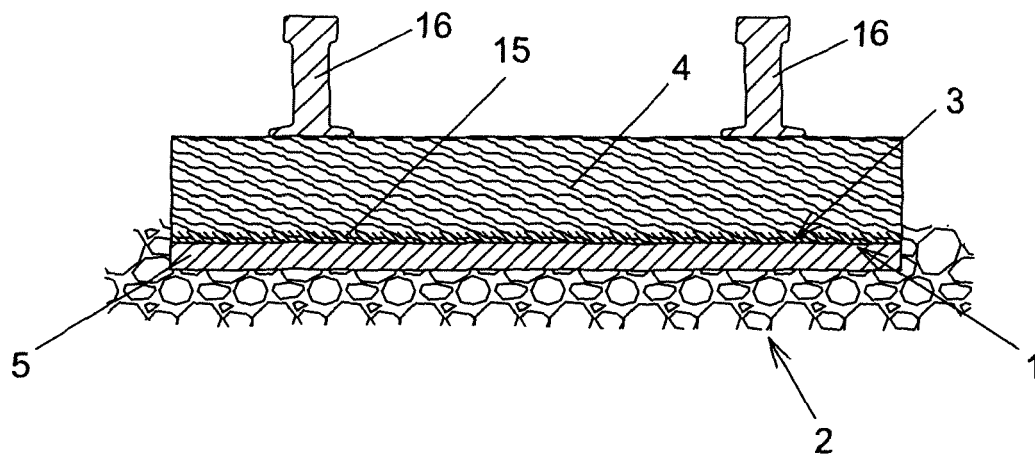


Fig.2

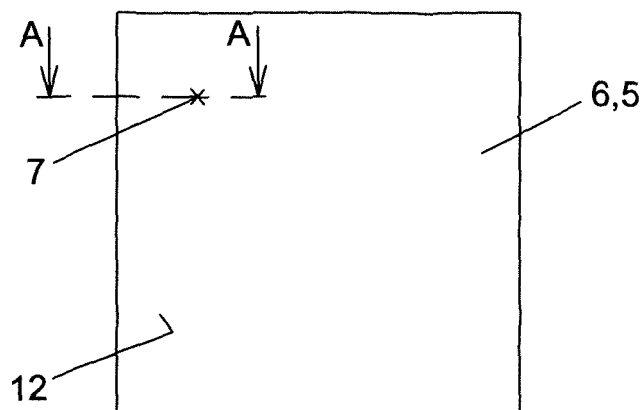


Fig. 3

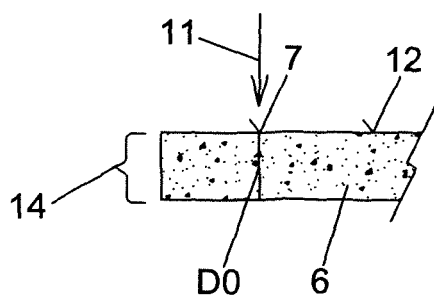


Fig. 4

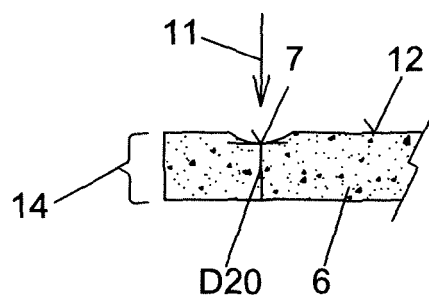


Fig. 5

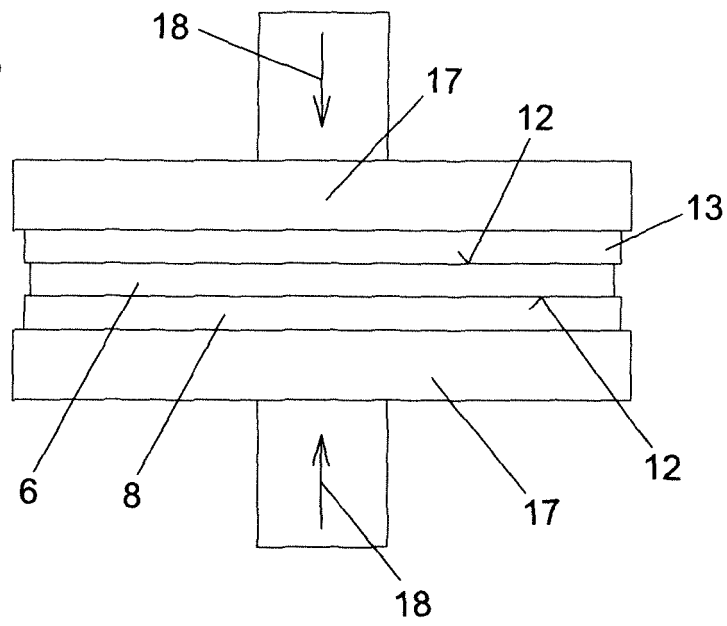


Fig.6

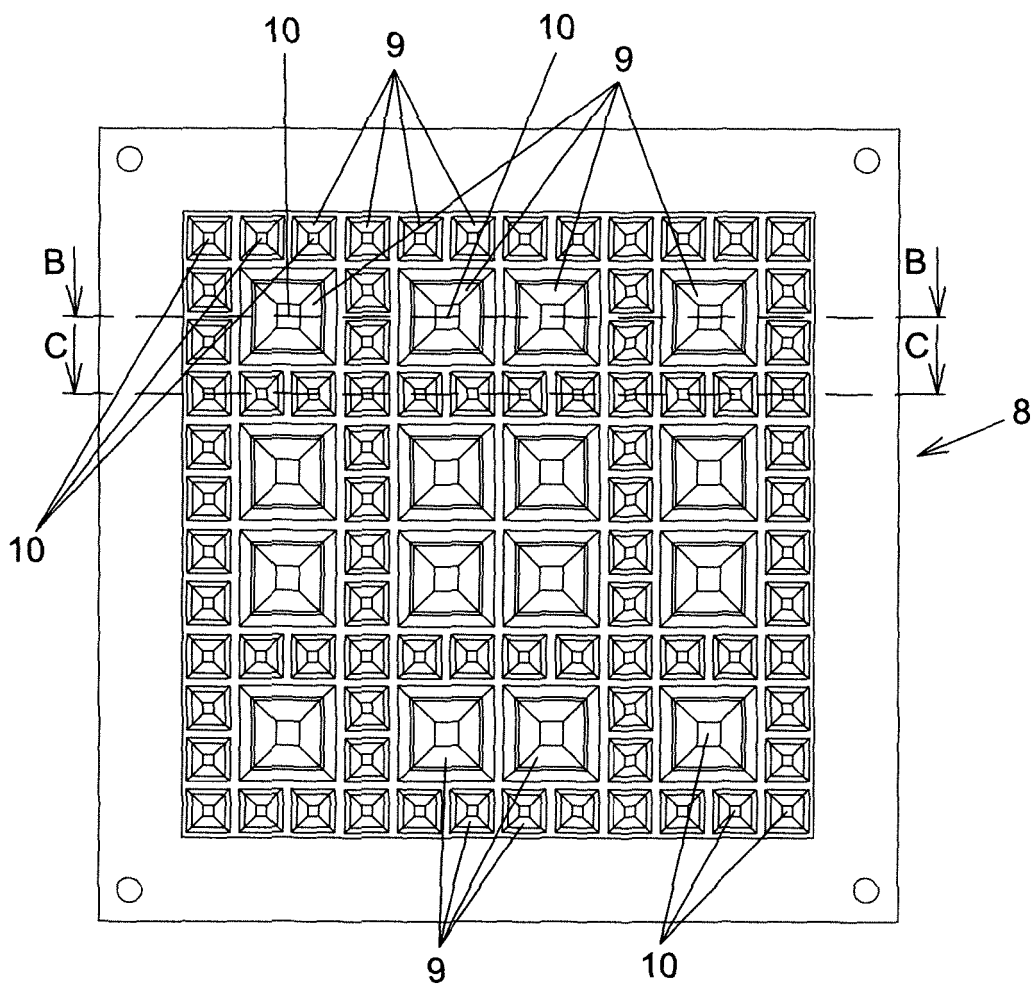


Fig. 7

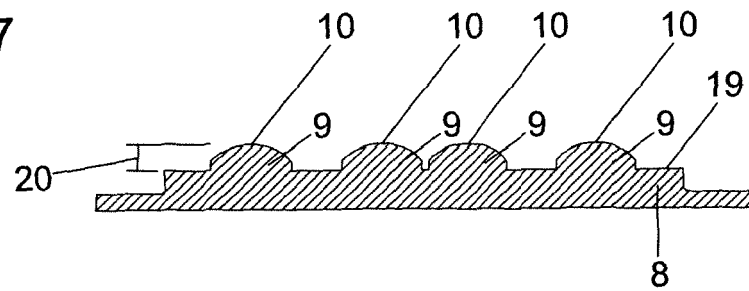


Fig. 8

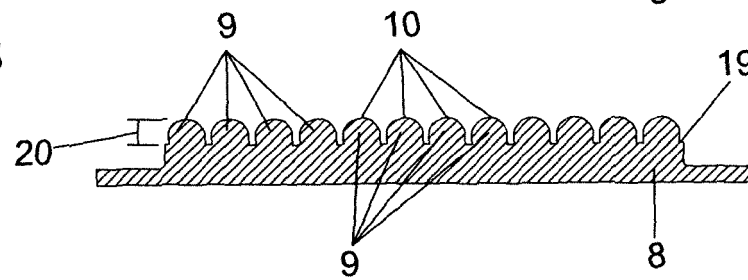
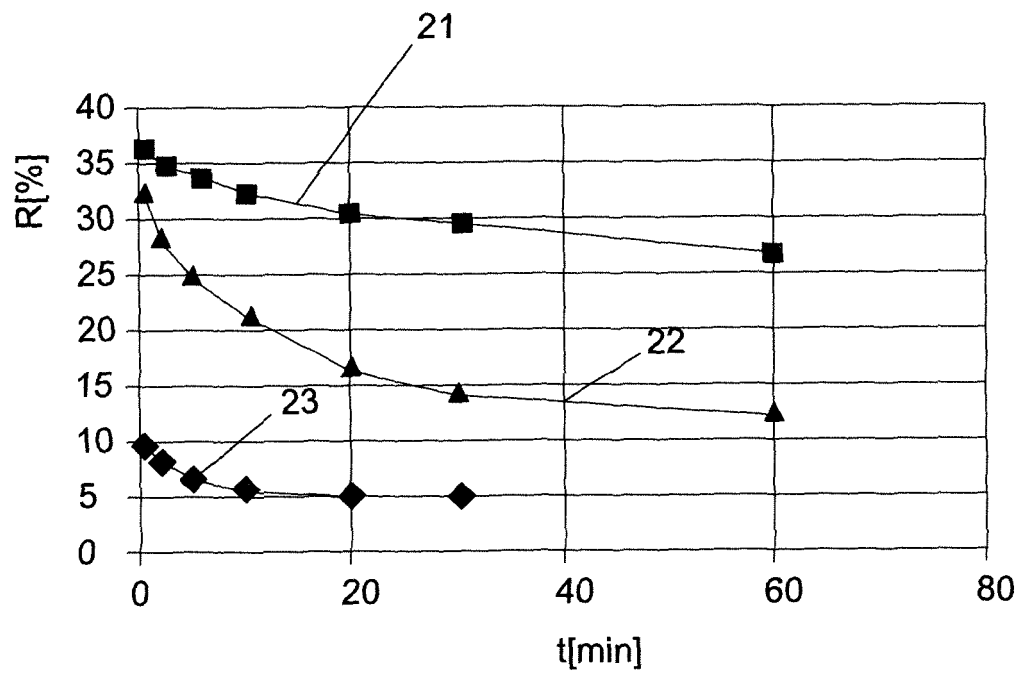


Fig. 9



**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**

- DE 20215101 U1 [0002]
- DE 4315215 A1 [0002]
- AT 506529 A1 [0002] [0010] [0011]
- WO 2008122065 A1 [0002]