



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

**EP 1 512 792 B1**

(12)

## **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**20.01.2010 Patentblatt 2010/03**

(51) Int Cl.:  
**E01B 19/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **04017565.5**

(22) Anmeldetag: **24.07.2004**

---

**(54) Schutzschicht für den Bettungskörper eines Gleisfahrweges**

Protective layer for railway track bed

Couche protectrice pour le substrat de la voie ferrée

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

(30) Priorität: **03.09.2003 DE 20313800 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**09.03.2005 Patentblatt 2005/10**

(73) Patentinhaber: **DB Netz AG  
60468 Frankfurt am Main (DE)**

(72) Erfinder: **Hoffmeister, Ralf  
14641 Börnicke (DE)**

(74) Vertreter: **Zinken-Sommer, Rainer  
Deutsche Bahn AG  
Patentabteilung  
Völckerstrasse 5  
80939 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1- 3 147 346 DE-A1- 3 524 719  
GB-A- 339 520 GB-A- 2 243 108  
US-A- 3 587 964**

---

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

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Gleisbett mit Bettungskörper, Erdkörper und einer Schutzschicht, welche den Bettungskörper gegen den anstehenden Erdkörper abtrennt sowie aneinanderstoßende plattenförmige Elemente mit hoher Druckbelastbarkeit und geringer Wasseraufnahmefähigkeit bei Langzeitkontakt mit Feuchtigkeit aufweist.

**[0002]** Seit einigen Jahrzehnten ist es im Oberbau der Eisenbahnen üblich, den aus Gleisschotter aufgebauten Bettungskörper gegen das angrenzende Erdplanum mittels sogenannter Planumsschutzschichten (PSS) abzugrenzen. Dadurch soll der Bettungskörper von den teilweise negativen bodenmechanischen Einflüssen des anstehenden Erdgrundes entkoppelt beziehungsweise die unzureichenden bodenmechanischen Kennwerte des anstehenden Erdgrundes kompensiert werden. Üblicherweise werden PSS in Form von mineralischen Kies-Sand-Gemischen (KSG) mit oder ohne Zugabe von Brechkorn oder Recycling aufgebaut, deren Zusammensetzung und Körnung in Abstimmung mit den im jeweiligen Einzelfall vorliegenden hydrologischen und bodenmechanischen Verhältnissen festgelegt werden muss. Auf jeden Fall weisen diese Mineralstoffgemische eine wasserableitende und tragfähigkeitserhöhende Wirkung auf und schützen somit das Schotterbett vor Staunässe, Frostschäden und ungleichmässigen Setzungen bzw. Hebungen. Als besonders nachteilig wird allgemein empfunden, dass die Stärke der einzubauenden Kiessand-Schichten nicht nur ortsabhängig stark variieren, sondern dass vor allem grosse Mengen an Erdmaterial ausgehoben und abtransportiert, zugleich ebenso grosse Mengen an neu einzubauenden Planumssanden angeliefert werden müssen. Da diese Transportvorgänge üblicherweise nur im Profil des gesperrten Arbeitsgleises erfolgen können, sind sie mit grossem maschinentechnischen Aufwand verbunden.

**[0003]** Aus DE 31 47 346 ist es bekannt, Hartschaumplatten als Ersatz für diese aus mineralischen Gemischen aufgebaute PSS auf das schotterfreie Planum aufzubringen und somit eine vergleichbare Wirkung wie bei der "klassischen" PSS zu erzielen. Es hat sich jedoch erwiesen, dass keine hinreichend fugenfreie Verlegung der Hartschaumplatten erzielt werden konnte und damit die von einer solchen Schutzschicht geforderte wasserableitende Wirkung nicht erreichbar war. Zur Erzielung einer besseren Wasserabdichtung schlägt DE 31 47 346 den Einbau zweier übereinanderliegender Schichten aus Hartschaumplatten vor, wobei die Trennfugen dieser beiden Schichten zueinander derart versetzt angeordnet werden sollen. In der Baustellenpraxis hat sich dieser Ansatz jedoch als wenig realitätsbezogen erwiesen.

**[0004]** Die GB 2 243 108 A offenbart eine für den Aufbau eines Gleisbettes einsetzbare Schutzschicht, die eine steife Kern-Einlage - bevorzugt aus Kunststoff - sowie hierzu obere und untere Deckschichten, die aus einem flexibleren Geotextil-Material gefertigt und um die Kern-

Einlage gewickelt sind, umfasst. Eine solche Anordnung soll eine wasserundurchdringliche Grenzschicht zur Vermeidung von aus dem Unterbau in die Schotterschicht aufsteigendem Schlamm ausbilden.

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Gleisbett mit Bettungskörper, Erdkörper und einer Schutzschicht, welche den Bettungskörper gegen den anstehenden Erdkörper abtrennt sowie aneinanderstoßende plattenförmige Elemente mit hoher Druckbelastbarkeit und geringer Wasseraufnahmefähigkeit bei Langzeitkontakt mit Feuchtigkeit aufweist, zu entwickeln, das einen verbesserten Übergangsbereich zwischen einem Bettungskörper mit bzw. einem ohne Schutzschicht gewährleistet. Insbesondere soll die Schutzschicht geeignet sein, bestehende, sanierungsbedürftige Strecken mit einem geringeren Logistik- und Maschineneinsatz als bisher zu ertüchtigen. Neben der Ableitung von Wasser aus dem Schotterbett in die Randentwässerung und dem damit einhergehenden Schutz vor Frostschäden soll zugleich das Tragverhalten des Oberbaus hinsichtlich dynamischer und statischer Lasten aus dem Zugverkehr verbessert werden. Die Schutzschicht soll in einem kontinuierlichen Umbauverfahren mit hoher Vortriebsleistung einbaubar sein. Dabei ist anzustreben, dass keine neu zu konstruierenden, kapitalintensiven Baumaschinen erforderlich werden, sondern alle erforderlichen Leistungen weitestgehend mit dem vorhandenen Maschinenpark erbringbar sein sollten. Der Einbau dieser neuen Schutzschicht soll zudem witterungsunabhängiger als bei den Tragschichten aus Kies-Sand-Gemischen sein.

**[0006]** Diese Aufgabe wird in Verbindung mit dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Stärke der plattenförmigen Elemente im Übergangsbereich zwischen einem mit den plattenförmigen Elementen und der Vliesschicht ausgeführten Bettungskörper und einem ohne Planumsschutzschicht ausgeführten Bettungskörper über eine Länge von mindestens 20 Meter kontinuierlich abnimmt und die Mindeststärke eines Elementes im Schlussbereich des Überganges noch mindestens 0,04 Meter beträgt. Dadurch wird erreicht, dass sowohl die Tragfähigkeit des Unterbaus im Übergangsbereich gewährleistet bleibt, gleichzeitig aber auch trotz unterschiedlicher Elastizitätsmoduli zwischen den beiden Bettungskörpern gleichmäßige Fahreigenschaften für die Züge sichergestellt werden. Ein mit plattenförmigen Elementen und Vliesschicht ausgeführtes System kann nicht nur den Oberbau zuverlässig entwässern, sondern auch die durch Eigengewicht des Oberbaus sowie aus dem Zugverkehr resultierenden Lasten zuverlässig und schadensfrei aufnehmen. Die bevorzugte Ausführung der plattenförmigen Elemente aus Hartschaum bietet zusätzlich die Vorteile einer sehr geringen Wärmeleitfähigkeit, eines hohen Elastizitätsmoduls, günstiger Bruchspannungsverhältnisse sowie eines geringen Eigengewichtes, wodurch auch ein manuelles Handling der Plattenelemente möglich wird. Eine Falzung der Hartschaumplatten gewährleistet eine ausreichend formschlüssige Verbindung jeweils zweier Ele-

mente.

**[0007]** Gemäss einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Gedankens entspricht die Breite der Schutzschicht in Querrichtung zur Gleislängsachse mindestens einem Betrag B, wobei B gemäss der Beziehung  $B = 2*y + SB$  ermittelt wird. Hierbei entspricht die Größe y dem vertikalen Abstand zwischen der Oberkante der Schutzschicht und der Unterkante der auf dem Bettungskörper aufliegenden Gleisschwellen, die Größe SB gibt hingegen den in Querrichtung zur Gleislängsachse gemessenen Abstand beider Köpfe einer Gleisschwelle an. Dadurch ist gewährleistet, dass die Schutzschicht unabhängig von ihrer vertikalen Einbauposition stets den relevanten Lastausbreitungsbereich abdeckt.

**[0008]** Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform sind die plattenförmigen Elemente aus Hartschaum, insbesondere extrudiertem Polystyrol (z.B. X-PS-G), aufgebaut.

**[0009]** Desweiteren ist es sinnvoll, wenn Werkstoff, vertikale Stärke und Grundfläche eines Einzelkörpers dieser plattenförmigen Elemente in Abhängigkeit von den bodenmechanischen Kennwerten des anstehenden Erdkörpers derart dimensioniert sind, dass auf der Oberfläche der eingebauten Schutzschicht Verformungsmoduli von  $E_{vd} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  oder  $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$  bei einem Verdichtungsgrad von  $D_{pr} = 100\%$  erreicht werden.

**[0010]** Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform ist die Vliesschicht aus Polypropylen ausgeführt und weist ein Flächengewicht von mindestens 400 g/m<sup>2</sup> auf. Ebenso ist es noch vorteilhaft, wenn die Vliesschicht bei einer gegebenen Auflast von 2 kN mit einer Mindeststärke von 3 mm ausgeführt ist. Durch diese Materialeigenschaften übt das Vlies eine kapillarbrechende Wirkung aus. Dies ist sinnvoll, damit sowohl das durch die Stösse zwischen den plattenförmigen Elementen eindringende Sickerwasser als auch das durch den Porenwasserüberdruck nach oben steigende Wasser durch das Vlies zuverlässig in die Randentwässerung geführt wird und eine Wasserdurchdringung der Schutzschicht verhindert wird.

**[0011]** Der Erfindungsgedanke wird in nachfolgendem Ausführungsbeispiel visualisiert. Es zeigt in Prinzipdarstellung **Figur 1** Aufbau des Gleisbetts

**[0012]** Im Vorfeld des Einbaus des erfindungsgemäßen Gleisbetts muss zunächst durch Baugrund-Untersuchungen abgesichert sein, dass im Erdplanum grobkörniger beziehungsweise gemischt- und feinkörniger Boden ansteht, der auf Verformungsmoduli von  $E_{vd} \geq 35 \text{ MN/m}^2$  oder  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  bei einem Verdichtungsgrad von  $D_{pr} = 97\%$  gebracht werden kann bzw. diese bereits aufweist.

Die Erstellung der Schutzschicht erfolgt mit Hilfe einer handelsüblichen Bettungsreinigungsmaschine, die im Vergleich zu den bei Kies-Sand-Gemischen erforderlichen Planumsverbesserungsmaschinen einen deutlich niedrigeren Kapitalaufwand verursacht. Die Bettungsreinigungsmaschine wird lediglich um eine Abrollvorrichtung für das Vlies sowie eine Verdichtungsbohle zur Her-

stellung eines ebenen und ausreichend verdichteten Erdplanums ergänzt.

Im Zuge einer Schotterbettreinigung räumt o.g. Bettungsreinigungsmaschine den Gleisschotter unterhalb des Gleisrostes mittels eines Scrappers oder Kettenbalzens aus, reinigt den Altschotter, siebt zu kleine Schotterbestandteile aus und baut den derart gereinigten Gleisschotter nachfolgend wieder unter dem Gleisrost ein. Der Gleisrost wird bei diesem Vorgang lediglich angehoben, verbleibt jedoch ansonsten in seiner Lage. Der bei diesem Arbeitsprozess von der Bettungsreinigungsmaschine geschaffene schotterfreie Raum kann nun auch zum Einbringen von Vlies und Plattenelementen genutzt werden. Innerhalb dieses schotterfreien Arbeitsraumes läuft die Verdichtungsbohle in Arbeitsrichtung voraus und stellt die geforderte Ebenflächigkeit, Tragfähigkeit und Dichte des Erdplanums her. Von der anschließenden Abrollvorrichtung wird das Vlies auf das Erdplenum ausgerollt, wobei bei einem allfälligen Rollenwechsel eine Überlappung beider Rollenbahnen von mindestens 30 cm erfolgt. Das manuelle Einlegen der Plattenelemente bildet innerhalb des schotterfreien Arbeitsraumes den letzten Arbeitsschritt, bevor der aufbereitete Schotter wieder zugeführt wird. Alternativ lässt sich natürlich eine schwerkraftunterstützte mechanische Zuführung der Plattenelemente realisieren, beispielsweise in Analogie zur Zuführung von Gleisschwellen bei den bekannten Gleisumbaumaschinen. In Bogenradien bis zu 250 m toleriert die erfindungsgemäße Schutzschicht ein Abweichen von dem an sich wünschenswerten fugenfreien Aneinanderstoßen der Plattenelemente, so dass hierfür weiterhin rechteckige Plattenelemente verwendet werden können. Die wirkt sich vorteilhaft auf die Lagerlogistik aus. Nach Einbau der erfindungsgemäßen Schutzschicht erfolgen die für Bettungsreinigungsmaßnahmen üblichen Arbeiten hinsichtlich Hebe- und Verdichtungsstopfungen sowie Gleisstabilisierung.

#### Bezugszeichenliste:

40

#### [0013]

- 1 Erdkörper
- 2 Vlieswerkstoff aus Polypropylen
- 45 3 plattenförmiges Element
- 4 Bettungskörper aus Gleisschotter
- 5 Gleisschwelle
- 6 Schiene

50

#### Patentansprüche

1. Gleisbett mit Bettungskörper (4), Erdkörper (1) und einer Schutzschicht, welche den Bettungskörper gegen den anstehenden Erdkörper (1) abtrennt sowie aneinanderstoßende plattenförmige Elemente (3) mit hoher Druckbelastbarkeit und geringer Wasseraufnahmefähigkeit bei Langzeitkontakt mit

Feuchtigkeit sowie eine zwischen dem anstehenden Erdkörper und den plattenförmigen Elementen angeordnete Vliesschicht (2) aufweist,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Stärke der plattenförmigen Elemente (3) im Übergangsbereich zwischen einem mit den plattenförmigen Elementen und der Vliesschicht ausgeführten Bettungskörper und einem ohne Planumschutzschicht ausgeführten Bettungskörper über eine Länge von mindestens 20 Meter kontinuierlich abnimmt und die Mindeststärke eines Elementes im Schlussbereich des Überganges noch mindestens 0,04 Meter beträgt.

2. Gleisbett mit Bettungskörper (4), Erdkörper (1) und einer Schutzschicht nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite der Schutzschicht in Querrichtung zur Gleislängsachse mindestens einem Betrag B entspricht, wobei B gemäss der Beziehung  $B = 2*y + SB$  ermittelt wird, die Grösse y dem vertikalen Abstand zwischen der Oberkante der Schutzschicht und der Unterkante der auf dem Bettungskörper aufliegenden Gleisschwellen (5) entspricht sowie SB den in Querrichtung zur Gleislängsachse gemessenen Abstand beider Köpfe einer Gleisschwelle angibt.

3. Gleisbett mit Bettungskörper (4), Erdkörper (1) und einer Schutzschicht nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die plattenförmigen Elemente (3) aus Hartschaum, insbesondere extrudiertem Polystyrol, aufgebaut sind.

4. Gleisbett mit Bettungskörper (4), Erdkörper (1) und einer Schutzschicht nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Werkstoff, vertikale Stärke und Grundfläche eines Einzelkörpers der plattenförmigen Elemente (3) in Abhängigkeit von den bodenmechanischen Kennwerten des anstehenden Erdkörpers derart dimensioniert sind, dass auf der Oberfläche der eingebauten Schutzschicht Verformungsmoduli von  $E_{vd} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  oder  $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$  bei einem Verdichtungsgrad von  $D_{pr} = 100\%$  erreicht werden.

5. Gleisbett mit Bettungskörper (4), Erdkörper (1) und einer Schutzschicht nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vliesschicht (2) aus Polypropylen ausgeführt ist und ein Flächengewicht von mindestens 400 g/m<sup>2</sup> aufweist.

6. Gleisbett mit Bettungskörper (4), Erdkörper (1) und einer Schutzschicht nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vliesschicht (2) bei einer gegebenen Auflast von 2 kN mit einer Mindeststärke von 3 mm ausgeführt

ist.

### Claims

5. 1. A track bed with bedding body (4), earth body (1) and a protective layer, which separates the bedding body from the in-situ earth body (1) and abutting slab-shaped elements (3) with high compressive load capacity and low water absorption capability upon long-term contact with moisture and a non-woven fabric layer (2) arranged between the in-situ earth body and the slab-shaped elements,  
**characterized**  
in that the thickness of slab-shaped elements (3) in the transition region between a bedding body embodied with the slab-shaped elements and the non-woven fabric layer and a bedding body embodied without planum protection layer continuously decreases over a length of at least 20 metres and the minimum thickness of an element in the end region of the transition still amounts to at least 0.04 metre.
10. 2. The track bed with bedding body (4), earth body (1) and a protective layer according to Claim 1, **characterized in that** the width of the protective layer in transverse direction to the track longitudinal axis corresponds to at least an amount B, wherein B is determined according to the relation  $B = 2*y+SB$ , the variable y corresponds to the vertical spacing between the upper edge of the protective layer and the lower edge of the track sleepers (5) lying on the bedding body and SB indicates the spacing of both heads of a track sleeper measured in transverse direction to the track longitudinal axis.
15. 3. The track bed with bedding body (4), earth body (1) and a protective layer according to at least one of the Claims 1 to 2, **characterized in that** the slab-shaped elements (3) are constructed of hard foam, more preferably extruded polystyrene.
20. 4. The track bed with bedding body (4), earth body (1) and a protective layer according to at least one of the Claims 1 to 3, **characterized in that** material, vertical thickness and base area of an individual body of the slab-shaped elements (3) as a function of the soil-mechanical characteristics of the in-situ earth body are dimensioned in such a manner that on the surface of the installed protective layer deformation moduli of  $E_{vd} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  or  $R_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$  with a degree of compaction of  $D_{PR} = 100\%$  are achieved.
25. 5. The track bed with bedding body (4) earth body (1) and a protective layer according to at least one of the Claims 1 to 4, **characterized in that** the non-woven fabric layer (2) is embodied of polypropylene

and has a basis weight of at least 400 g/m<sup>2</sup>.

6. The track bed with bedding body (4), earth body (1) and a protective layer according to at least one of the Claims 1 to 5, **characterized in that** the non-woven fabric layer (2) with a given top load of 2 kN is embodied with a minimum thickness of 3 mm.

## Revendications

1. Ballast ferroviaire comportant du corps de ballast (4), du corps de terre (1) et une couche protectrice qui sépare le corps de ballast du corps de terre existant (1) et des éléments en forme de plaques aboutés les uns aux autres (3) dotés d'une forte résistance à la pression et d'une faible capacité d'absorption d'eau en cas de contact de longue durée avec l'humidité ainsi qu'une couche non tissée (2) disposée entre le corps de terre existant et les éléments en forme de plaques,

### **caractérisé en ce que**

l'épaisseur des éléments en forme de plaques (3) diminue en continu sur une longueur d'au moins 20 mètres dans la zone de transition entre un corps de ballast réalisé avec les éléments en forme de plaques et la couche de non tissé et un corps de ballast réalisé sans couche protectrice de voie et que l'épaisseur minimale d'un élément est encore d'au moins 0,04 mètre au niveau terminal de la transition.

2. Ballast ferroviaire comportant du corps de ballast (4), du corps de terre (1) et une couche protectrice selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la largeur de la couche protectrice équivaut à un montant B dans le sens transversal par rapport à l'axe longitudinal de la voie, B étant déterminé suivant l'équation  $B = 2*y + SB$ , la valeur y correspondant à la distance verticale entre le bord supérieur de la couche protectrice et le bord inférieur des traverses de voie (5) reposant sur le corps de ballast et SB indiquant la distance mesurée dans le sens transversal par rapport à l'axe longitudinal de la voie des deux têtes d'une traverse de voie.

3. Ballast ferroviaire comportant du corps de ballast (4), du corps de terre (1) et une couche protectrice selon une des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** les éléments en forme de plaques (3) sont composés de mousse dure, notamment de polystyrène extrudé.
4. Ballast ferroviaire comportant du corps de ballast (4), du corps de terre (1) et une couche protectrice selon une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le matériau, l'épaisseur verticale et la surface de base d'un corps individuel des éléments en forme de plaques (3) sont dimensionnés en fonction des

valeurs caractéristiques mécaniques de sol du corps de terre existant de manière à ce que, sur la surface de la couche protectrice intégrée, des modules de déformation de  $E_{vd} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  ou  $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$  soient atteints à un niveau de compression de  $D_{pr} + 100 \%$ .

5. Ballast ferroviaire comportant du corps de ballast (4), du corps de terre (1) et une couche protectrice selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la couche de non tissé (2) est réalisée en polypropylène et présente un grammage d'au moins 400 g/m<sup>2</sup>.
- 15 6. Ballast ferroviaire comportant du corps de ballast (4), du corps de terre (1) et une couche protectrice selon une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la couche de non tissé (2) est réalisée en une épaisseur minimale de 3 mm pour une charge appliquée donnée de 2 kN.

25

30

35

40

45

50

55

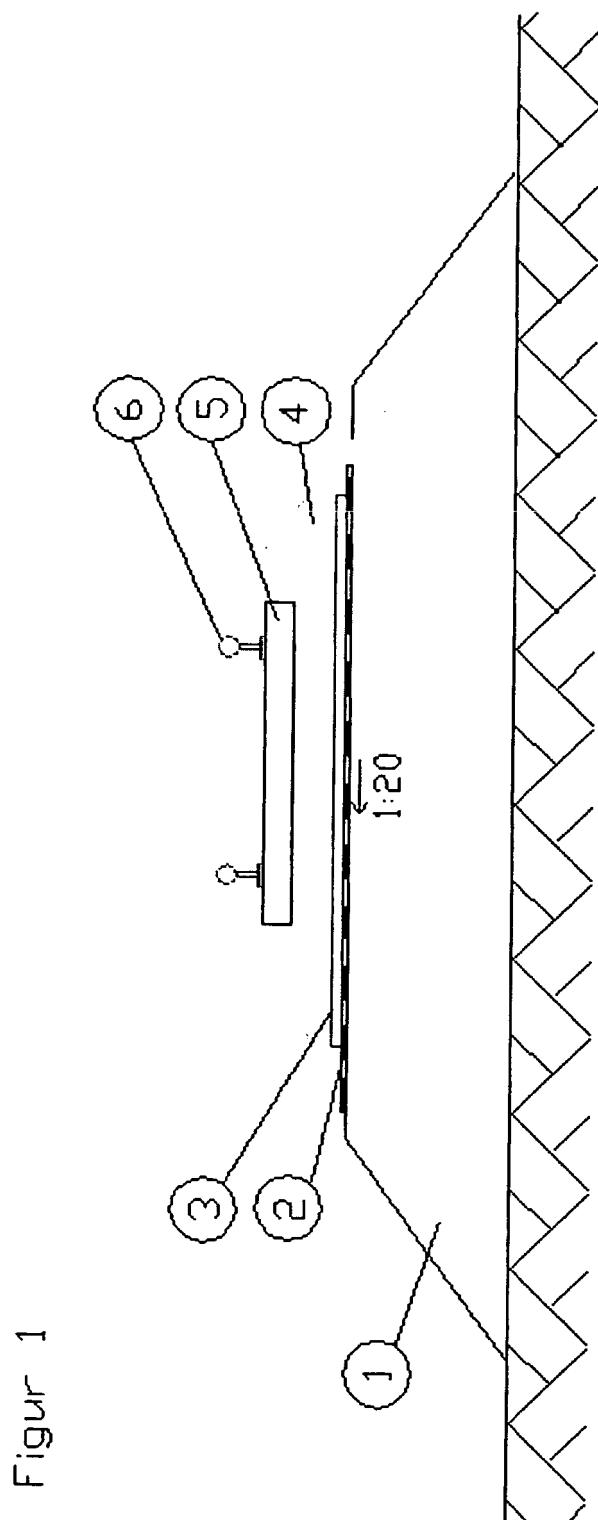


Figure 1

**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 3147346 [0003]
- GB 2243108 A [0004]