(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 945 547 B1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
26.01.2005 Patentblatt 2005/04

(51) Int Cl.[7]: **E01B 19/00**, E04B 1/86

(21) Anmeldenummer: **99104243.3**

(22) Anmeldetag: **03.03.1999**

(54) **Vorrichtung zur Dämpfung von Schallemissionen an Gleisanlagen**

Sound insulation for railway tracks

Dispositif anti-bruit pour voies de chemin de fer

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH FR LI

(30) Priorität: **21.03.1998 DE 19812481**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.09.1999 Patentblatt 1999/39

(73) Patentinhaber:
- **Rath, Johann**
  71726 Benningen (DE)
- **Baumgarten, Karl**
  27574 Bremerhaven (DE)

(72) Erfinder:
- **Rath, Johann**
  71726 Benningen (DE)
- **Baumgarten, Karl**
  27574 Bremerhaven (DE)

(74) Vertreter: **Gleiss & Grosse**
Patentanwälte
Leitzstrasse 45
70469 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-97/45592
DE-A- 3 134 473
DE-A- 3 827 547
DE-U- 29 705 321
NL-A- 9 400 910
US-A- 3 622 430
US-A- 3 887 031

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 945 547 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Dämpfung von Schallemissionen mit mindestens einem der Schallemissionsquelle zugeordneten Dämpfungskörper.

[0002] Zunehmende Verkehrsdichte im Schienenverkehr und immer höherer Geschwindigkeiten der Züge verursachen einen immer höheren Schallpegel in immer kürzeren Zeitabständen. Vor allem die Bewohner an oder im Umfeld von Bahnstrecken akzeptieren immer weniger diese Schienenverkehrsgeräusche, die als störender Lärm besonders zu Nachtstunden empfunden werden. Besonders die bei Nacht fahrenden Güterzüge alter Bauart verursachen einen Lärmpegel der bis zu 100 dB (A) und mehr reichen kann und als unerträgliche Lärmbelästigung empfunden wird. Weiterhin muß mit in Betracht gezogen werden, daß die Anzahl der Züge pro Zeiteinheit erheblich in der Vergangenheit anstieg und derzeit noch weiter ansteigt. Es ist außerdem zu bemerken, daß sich die Geschwindigkeit einfacher Züge in den letzten Jahren selbst in Nachtstundenverkehr von ca. 80 km/h auf 120 km/h und mehr erhöht hat.

[0003] Nach dem VDI-Schalltechnischen Taschenbuch sind die Immissionsgrenzwerte für den Bau oder die wesentlichen Änderungen öffentlicher Straßen und Schienenwege bei Kern-, Dorf- und Mischgebieten auf 64 dB (A) tagsüber und auf 54 dB (A) nachts begrenzt.

[0004] So stellen sich Schallschutzmaßnahmen sowohl für den Neubau von Schienenwegen als auch an bestehenden Schienenwegen als notwendig durchzuführende Maßnahmen dar.

[0005] Im Bereich des Schienenbaus sind seit langer Zeit mit Steinschotter versehene Gleiskörper üblich, auf denen die Schienen auf Holz- und/oder Betonschwellen montiert sind. Ein mit einem Schotterbett versehener Gleiskörper dieser Bauart reduziert die Schienenverkehrsgeräusche von Zügen um 3 bis 4 dB (A). Bei Zuggeschwindigkeiten von 120 bis 250 km/h liegt die Reduzierung des Schallpegels bei ca. 4 dB (A).

[0006] IR- und ICE-Züge mit höheren Geschwindigkeiten (heute von 200 bis 300 km/h) bedingen feste Fahrbahnen, die in der Regel aus Beton gefertigt sind. Diese festen Fahrbahnen besitzen aber nicht die positiven Schallabsorptionseigenschaften eines Schotterbettes und sind folglich mit 3 bis 5 dB (A) höher in der Schallabstrahlung.

[0007] Maßnahmen zur Dämpfung von Schallemissionen müssen somit sowohl für einen Gleisaufbau mit Schotterbett als auch für einen Gleisaufbau mit fester Fahrbahn nutzbar sein.

[0008] Bei der festen Fahrbahn erhält man erst durch einen schallabsorbierenden Belag eine Reduzierung der Schallabstrahlung. Hierzu sind schon verschiedene Systeme vorgeschlagen worden, wie die Füllung mit Substrat und Magerrasen, Schallabsorbtionssteinen und Auffüllung mit losem Schalldämm-Materialien.

[0009] Dämpfungsmaßnahmen beim Vorliegen eines Schotterbettes müssen davon ausgehen, daß durch Auflegen eines schallabsorbierenden Materials auf das Schotterbett es zum Teil seine eigene schallabsorbierende Wirkung verliert. Darin ist auch der Grund zu sehen, daß Schallschutzwände neben den Gleiskörpern angebracht werden. Diese Schallschutzwände werden aber sowohl von der Bevölkerung, als auch von den Fahrgästen als unangenehm empfunden, weil sie die freie Sicht behindern und als störend in der Landschaft empfunden werden.

[0010] Zum Stand oder Technik ist beispielsweise die US 3,887,031 zu nennen, die eine Vorrichtung zum Absorbieren von Umgebungslärm aufzeigt. Die Schrift schlägt ein schallabsorbierendes Element vor, welches eine Vielzahl von hornförmigen Röhren aufweist, wobei jede Röhre von Wandungen umgeben ist. Die hornförmigen Röhren sind an ihrer durchmessergrößeren Seite mit einer flexiblen Abdeckung abgedeckt. Obwohl mit der vorgeschlagenen Vorrichtung eine Schallreduzierung erzielt werden kann, verbleibt der Wunsch nach einer verbesserten Schallabsorption.

[0011] Aus der DE 297 05 321 ist ein Schienengleis mit zugeordneter Schallschluckeinrichtung bekannt. Es wird dazu eine Vorrichtung vorgeschlagen, die an ihrer Oberseite Noppen und Vertiefungen aufweist. Auch hier verbleibt der Wunsch nach einem verbesserten Schallschluckverhalten.

[0012] Aus der WO 97/45592 ist eine Vorrichtung zur Dämpfung von Schallemissionen an Gleisanlagen bekannt, die mindestens einen der Schallemissionsquelle zugeordneten Dämpfungskörper aufweist, wobei der Dämpfungskörper zumindest in seinen freiliegenden Bereichen eine Vertiefungen aufweisende Oberflächenstruktur besitzt. Die Vertiefungen weisen zur Oberfläche hin rohrförmige Endabschnitte auf, die als Schallöffnungen bezeichnet sind. Die Hohlräume sind gegen das Eindringen von Verschmutzung und eine damit verbundene Beeinträchtigung der Schalldämpfungswirkung nicht geschützt. Zudem können reflektierte Schallwellen durch die Schallöffnung leicht wieder austreten.

[0013] Demzufolge stellt sich die Erfindung die Aufgabe, diese unbefriedigenden Schallschutzmaßnahmen im Schienenverkehr zu verbessern, wobei die Schallschutzmaßnahmen sowohl für einen Gleiskörper mit Schotterbett als auch für einen Gleiskörper mit fester Fahrbahn angewendet werden können.

[0014] Zur Lösung dieser Aufgabe wird eine Vorrichtung und die Verwendung dieser Vorrichtung an beziehungsweise in Gleisanlagen vorgeschlagen, die mindestens einen Dämpfungskörper aufweist. Der Dämpfungskörper ist so in und/oder am Gleisbett eingesetzt, daß sich freiliegende, den Klimaverhältnissen ausgesetzte Bereiche ergeben. Seine Oberflächenstruktur ist derart beschaffen, daß selbige Vertiefungen aufweist. Diese Vertiefungen werden von einer die Vertiefungen überspannenden Abdeckung in Form einer gespannten Folie verschlossen, so daß sich darunter geschlossene Hohlräume ergeben. Wirken nun Schallwellen auf die

Abdeckung ein, so durchdringen sie diese und gelangen in die Hohlräume, in denen sich der Schall "totläuft". Ferner wirkt die Abdeckung und/oder der Dämpfungskörper schallabsorbierend. Dadurch, daß die Vertiefungen mit einer gespannten Folie überspannt sind, ergibt sich aufgrund der verbesserten Definition des schallschlukkenden Raums eine insgesamt verbesserte Dämpfung von Schallemissionen. Vorzugsweise hat die Abdekkung eine glatte Oberfläche, so daß diese Abdeckung leicht gereinigt werden kann, beziehungsweise selbstreinigend ist.

[0015] Die Abdeckung schirmt die Vertiefungen im wesentlichen vollständig von äußeren Einflüssen ab. Sie schützt die Vertiefungen somit gegen Verschmutzung und wirkt einem Zusetzen durch Staub, Laub, Blüten, Wasser, Schnee usw. entgegen.

[0016] Vorzugsweise ist die Folie eine auf Copolymerbasis hergestellte (Polystyrol) Folie. Diese auf Copolymerbasis hergestellte Polystyrol-Folie hat wesentliche Vorteile gegenüber einer normalen Polystyrol-Folie. Sie besitzt eine sehr hohe Reißfestigkeit-Durchstoßfestigkeit, sie ist sehr flexibel und UV-beständig. Durch Einlagerung entsprechender Farbkomponenten ist es möglich, die Folie den jeweiligen Gegebenenheiten und Wünschen anzupassen.

[0017] Es ist vorteilhaft, die Copolymerfolie und den Dämpfungskörper innig miteinander zu verbinden, vorzugsweise zu verschweißen oder zu verkleben.

[0018] Die Vertiefungen im Dämpfungskörper können auf unterschiedliche Art und Weise erzeugt werden. So ist eine mechanische Bearbeitung der Oberfläche des Dämpfungskörpers möglich. Eine weitere Möglichkeit zur Erzeugung der Vertiefungen besteht in einem Abformungsvorgang. Hierbei werden die Vertiefungen durch Abdruck einer entsprechenden Oberfläche einer Negativform erzeugt. Weiterhin ist es möglich, einen Werkstoff vorzusehen, der eine offenporige Oberflächenstruktur aufweist. So bieten sich aushärtende Kunststoffschäume, Gasbeton usw. an, die an ihrer Oberfläche offene Poren ausbilden.

[0019] Als vorteilhaft hat es sich erwiesen, einen geschlossenzelligen Hartschaum hoher Dichte zu verwenden, wobei mindestens eine Oberfläche derart behandelt wird, daß sich dort Vertiefungen ergeben. Es bieten sich hierfür als Werkstoffe vorzugsweise expandierbares Polystyrol an, ebenso kann PP-Schaum (Polypropylen), PE-Schaum (Polyethylen), PUR-Schaum (Polyurethan), MH-Schaum (Melaminharz) und PVC-Schaum (Polyvinylchlorid) als Material verwendet werden. In Versuchsreihen haben sich Materialien bewährt, die eine Dichte größer als 30 kg/m^3, vorzugsweise größer als 60 kg/m^3 bis 70 kg/m^3 und höher hatten. Die hohe Dichte des Dämpfungskörpers bedingt eine weitestgehende Schallabsorption (Verschlucken der Schallwellen) im Inneren dieses Körpers. Abhängig von den Anwendungsfällen und dem Frequenzbereich des zu dämpfenden Schallpegels ist die Oberfläche des Dämpfungskörpers mit entsprechend schalltechnisch angepaßten Vertiefungen versehen, die mit einer entsprechenden Abdekkung verbunden sind.

[0020] Verwendet man sowohl für den Dämpfungskörper als auch für die Folie Polystyrol, so ergibt sich der wesentliche Vorteil, daß der sich bildende Verbundkörper zusammen recyclebar ist.

[0021] Ein weiterer Vorteil ergibt sich daraus, daß das System Copolymerfolie und Polystyrol-Dämpfungskörper praktisch nicht verrottet. So sind auch nach vielen Jahren die sehr guten schallabsorbierenden Eigenschaften des Systems zu erwarten. Durch die Verwendung von Hartschäumen und der Copolymerfolie kann das Dämpfungssystem im wesentlichen beschädigungsfrei betreten werden. Außerdem ist das System schwer entflammbar.

[0022] Weiterhin hat es sich als vorteilhaft erwiesen, mehrere Lagen Dämpfungskörper mit aufgebrachter Abdeckung in Sandwichbauweise aufeinanderzusetzen. Die Dämpfungskörper als auch die Abdeckung können dabei Materialien unterschiedlicher Dichte aufweisen.

[0023] Der Dämpfungskörper ist bevorzugt als Formteil ausgebildet, so daß er unterschiedlichen Gegebenheiten angepaßt ist. So ist ein Formteil herstellbar, das als Dämpfungskörper mindestens einer Außenseite eines Gleises zugeordnet ist. Das Formteil hat eine Höhe, die mindestens der Höhe der Achse der Räder der Zugwagen entspricht. Zumindest die dem Gleis zugewandten freiliegenden Bereiche des Formteils sind mit der Abdeckung versehen. Mehrere Formteile können so miteinander verbunden werden, daß sie entsprechend dem Gleisverlauf einen durchgehenden niedrigen Schallschutzaufbau ausbilden. Die so seitlich angebrachten Formteile wirken als niedrige, die Sicht nicht beeinträchtigende Schallschutzmauer, indem sie den von den Rädern und vom Gleis ausgehenden Fahrschall teils reflektieren und teils dämpfen. Die Formteile können zum Beispiel im Querschnitt eine L-Form aufweisen.

[0024] Bei einem Gleiskörper mit fester Fahrbahn ist innerhalb des durch die Gleise umschlossenen Raums eine schallabsorbierende Maßnahme zu ergreifen. Diese Maßnahme ist auch für einen Gleiskörper mit Schotterbett vorgesehen. Hiermit werden die positiven Eigenschaften des Aufbaus mit Schotterbett teils noch verstärkt. Dies wird dadurch erreicht, daß der Dämpfungskörper als eine, vorzugsweise im wesentlichen ebene Platte ausgebildet ist. Diese Platte kann einstückig ausgebildet (im Querschnitt des Gleisbettes gesehen) als auch aus mehreren Platten oder Formteilen, die miteinander verbunden werden, aufgebaut sein. Zumindest die der Umgebung, also den Klimaverhältnissen, zugewandten Bereiche der Platte, hier als freiliegende Bereiche bezeichnet, sind mit der Abdeckung versehen. Die Platte wird in das Gleisbett eingelegt. Durch schalltechnische Versuche hat es sich herausgestellt, daß es sinnvoll ist, den Dämpfungskörper bis zur Oberkante des Schienenkopfes reichen zu lassen. Es hat sich so-

gar als noch wirkungsvoller herausgestellt, wenn sich die Platte über die Höhe des Gleises erstreckt. Sehr gute Dämpfungseigenschaften ergeben sich, wenn die Platte dicht an die Innenseiten der Schienen unter Freilassung der durch die Spurkränze der Laufräder des Schienenfahrzeuges erforderlichen Raums (im Querschnitt gesehen) angepreßt werden.

[0025] Um die Dämpfungswirkung noch zu verbessern, sind an den Außenseiten der Gleise ebenfalls Formteile, vorzugsweise mit einem im wesentlichen L-förmigen Querschnitt, vorgesehen. Diese Formteile sind symmetrisch bezogen auf eine zwischen den Gleisen verlaufende Mittelachse angebracht, so daß nachfolgend nur der Aufbau eines Formteils beschrieben ist. Hierbei hat das Formteil einen im wesentlichen ebenen Bereich, der sich direkt an die Außenseite des Gleises anschließt. Dieser ebene Bereich hat im wesentlichen dieselbe Höhe wie die Platte beziehungsweise das Gleis. An den ebenen Bereich schließt sich einer unter einer Steigung nach oben verlaufender Bereich an. Sowohl der ebene Bereich als auch der nach oben verlaufende Bereich sind mit der Copolymerfolie überzogen. Die Platte als auch das L-förmige Formteil sind in einem für die Gleisverlegung vorgesehenen Unterbau angebracht. So liegen sie bei einer Betonwanne beziehungsweise festen Fahrbahn direkt auf den Schwellen und eventuell erhöhten Außenbereichen der Betonwanne beziehungsweise festen Fahrbahn auf. Bei einem durch das Schotterbett und einem entsprechend verdichtetem Erdreich gebildeten Unterbau liegen die Platte und das L-förmige Formteil auf den Schwellen und dem entsprechend eingeebneten Schotter auf. Zusätzliche Effekte ergeben sich, wenn unter diesem Unterbau zusätzliche Dämmaterialien, vorzugsweise elastifizierte Polystyrolplatten angebracht sind. Die Wirkungsweise dieser Platten ist ähnlich der einer "Trittschalldämmung" im Baubereich. Somit können auch Erschütterungsemissionen und der durch das Schienenfahrzeug und die Gleise emittierte Körperschall, die beziehungsweise der beim Befahren der Gleise entstehen beziehungsweise entsteht, gedämpft werden, beziehungsweise ins Erdreich abgeleitet werden. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen. Die Zeichnungen veranschaulichen die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen, und zwar zeigt:

Figur 1a ein schematisch dargestellter Schnitt durch ein Teil eines Dämpfungskörpers mit aufgebrachter Abdeckung,

Figur 1b eine schematische perspektivische Darstellung nach Figur 1a einer bevorzugten Ausführungsform,

Figur 2a eine Diagrammdarstellung zur Bestimmung des Schallabsorbtionsgrades α nach DIN 52215 nach dem Stand der Technik und

Figur 2b dieselbe Messung wie nach Figur 3a mit dem neuen schalldämpfenden System.

Figur 3a eine Schnittdarstellung eines schalldämpfenden Systems für Schotterbett und feste Fahrbahn,

Figur 3b eine Darstellung nach Figur 2a in perspektivischer Darstellung mit einem Befestigungssystem.

[0026] Die Figur 1a zeigt ein schematisch dargestellten Dämpfungskörper 10. In seinem freiliegenden Bereich 12 weist er mehrere Vertiefungen 14 auf. Es ist jedoch auch möglich, daß der Dämpfungskörper 10 an sämtlichen Außenflächen 16 Vertiefungen 14 aufweist. In Figur 1 sind unterschiedliche Vertiefungsformen dargestellt. Ebenso sind, jedoch symmetrisch angeordnete Vertiefungen 14, die dieselbe Formgebung aufweisen, ausbildbar. In Versuchsreihen hat es sich als vorteilhaft erwiesen, als Dämpfungskörperwerkstoff einen Werkstoff hoher Dichte zu verwenden. So bietet sich insbesondere Polystyrol (EPS) an. Dieses Polystyrol weist einen geschlossenzelligen Aufbau auf, so daß bei einem relativ leichten Körper eine hohe Dichte erreicht werden kann.

[0027] Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn sich die, die Vertiefungen 14 verbindenden, Außenflächenabschnitte 18 auf einer Ebene befinden. Weiterhin ist es möglich, den geschlossenzelligen Aufbau des Dämpfungskörpers 10 an der Oberfläche leicht aufzubrechen, so daß eine rauhe Oberfläche entsteht.

[0028] Die Vertiefungen 14 können durch unterschiedliche Verfahren erzielt werden. So ist einerseits ein mechanischer Abtrag des entsprechenden Materials zur Ausbildung der Vertiefungen 14 möglich. Andererseits können die Vertiefungen 14 aber bereits bei der Herstellung eines Formteiles durch Abdruck einer Negativform erzielt werden.

[0029] In Figur 1b wird eine bevorzugte Ausführungsform des Dämpfungskörpers 10 dargestellt. Hierbei sind gleiche Bauteile mit den gleichen Bezugszeichen wie in Figur 1a versehen.

[0030] Die Vertiefungen 14 weisen ein vorzugsweise rasterartiges quadratisches oder ein anders strukturiertes Bild auf (in Draufsicht gesehen). Die Außenflächenabschnitte 18 befinden sich im wesentlichen wieder in einer Ebene. Die Vertiefungen 14 sind so ausgebildet, daß sie eine im wesentlichen quaderförmige Form aufweist. Die Außenflächenabschnitte 18 bilden mit den Wänden der Vertiefungen 14 Stützpfeiler 17 aus.

[0031] Es ist möglich, die Oberfläche der Vertiefungen 14 beziehungsweise der Außenflächenabschnitte 18 etwas aufzurauhen, so daß eine größere Oberfläche entsteht. Dies kann auch dadurch erreicht werden, daß der im wesentlichen geschlossenzellige Aufbau des Dämpfungskörpers 10 durch entsprechende Herstell- beziehungsweise Bearbeitungsverfahren an der Ober-

fläche aufgebrochen wird.

[0032] In Versuchsreihen hat es sich herausgestellt, daß die im wesentlichen quaderförmige Ausbildung der Vertiefungen 14 sich vorteilhaft auf den Schallabsorptionsgrad des Dämpfungskörpers 10 auswirkt.

[0033] Um diese Schallabsorptionseigenschaften des Dämpfungskörpers 10 noch zu erhöhen, werden die Vertiefungen 14 und die Oberflächenabschnitte 18 mit einer Abdeckung 20 versehen (siehe Figuren 1a, 1b).

[0034] Die Abdeckung 20 liegt hierbei bündig auf den Stützpfeilern 17 auf (siehe Figur 1b). Durch Versuchsreihen hat sich besonders eine auf Copolymerbasis hergestellte Polystyrolfolie (PS) bewährt. Neben den schon aufgeführten Eigenschaften ist die Copolymerfolie hygienisch, chemisch neutral sowie umweltfreundlich zu entsorgen.

[0035] Jedoch sind auch andere Werkstoffe für die Abdekkung möglich, die in etwa die gleichen Materialeigenschaften wie die Copolymerfolie aufweisen sollten. So ist auch eine Abdeckung denkbar, die als im wesentlichen dünne Platte ausgebildet ist, zum Beispiel aus Aluminium oder aus einem anderen Material, wobei diese Platte dicht auf dem Dämpfungskörper 10 aufliegt und die Vertiefungen 14 abschließt.

[0036] In der bevorzugten Ausführungsform wird aber der Dämpfungskörper 10, hier also das Polystyrolteil, mit der Copolymerfolie 20 verschweißt beziehungsweise verklebt oder anderweitig verbunden. Durch diese Verbindung der Copolymerfolie 20 einerseits und den Außenflächenabschnitten 18 andererseits werden geschlossene Hohlräume 22 gebildet. Diese geschlossenen Hohlräume 22 bestehen aus einem durch die Vertiefung 14 gebildeten Abschnitt und einem Folienabschnitt 24.

[0037] Treffen nun Schallwellen auf die Copolymerfolie 20 auf, so durchdringen sie diese und gelangen in die Vertiefung 14, somit in den durch den Folienabschnitt 24 und die Vertiefung 14 gebildeten Hohlraum 22. Die Schallwellen werden sozusagen im Hohlraum 22 gefangen, das heißt, daß durch entsprechende Gestaltung der Hohlräume 22 sich eine bis zur Totalreflektion erstreckende Vernichtung der Schallwellen ergeben kann beziehungsweise erfolgt eine hohe Dämpfung mit Ableitung der Energie in tiefere Schichten des Dämpfungskörpers 10. Der Dämpfungskörper 10 wirkt hierbei durch seine hohe Dichte als Absorptionskörper für die Schallwellen. Auch die Abdeckung 20 kann so ausgebildet sein, daß sie einen gewissen Anteil des Schalls absorbiert.

[0038] Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenigstens die der in Figur 1a und 1b dargestellte mit der Copolymerfolie 20 überzogenen Fläche 16 entgegengesetzt liegenden Fläche ebenfalls mit der Copolymerfolie 20 zu überziehen. Vorzugsweise ist ein vollständiger Überzug aller Außenflächen 16 des Dämpfungskörpers 10 mit der Copolymerfolie 20 vorzusehen, da die Schallwellenausbreitung nach allen Richtungen gleichmäßig erfolgt und somit ein Einfangeffekt im Dämpfungskörper 10, bedingt durch die Copolymerfolie 20 und ein anschließendes quasi Totlaufen (Totalreflektion) der Schallwellen erreichbar ist. Somit kann der Dämpfungseffekt der erfindungsgemäßen Lösung weiter erhöht werden.

[0039] Durch die Verbindung Copolymerfolie mit einem entsprechend dem Ausführungsbeispiel ausgebildeten Dämpfungskörper hoher Dichte ergibt sich so ein widerstandsfähiges Schallabsorbtions-System.

[0040] Die Wirksamkeit dieses Schallabsorptionssystemes hat sich auch bei Versuchen in Kundtschen Rohr zur Messung des Schallabsorptionsgrades α nach DIN 52215 erwiesen. In einem Frequenzbereich von 400 bis 4000 Hz war der Schallabsorptionsgrad α bei einem Vertiefungen, entsprechend der Ausführungsform, die zu Figur 1b beschrieben wurde, aufweisendem EPS-Körper, der an allen seinen Oberflächen mit der Copolymerfolie bespannt war, um bis zu 85 % höher als bei einem weder Vertiefungen, noch Abdeckungen aufweisenden EPS-Körper (siehe hierzu Figur 2a, 2b).

[0041] Figur 3a zeigt eine Anwendungsmöglichkeit des erfindungsgemäßen Systems. Der Aufbau stellt speziell einen Gleiskörper mit einer festen Fahrbahn dar. In den Untergrund ist eine Betonwanne 200 eingesetzt, die die nicht dargestellten Schwellen, auf denen die Gleise 400 angebracht sind, trägt. Die Gleise 400 weisen einen Schienenkopf 410, eine Außenseite 420, eine Innenseite 430 und einen Schienenfuß 440 auf. Die Gleise 400 sind über ihren Schienenfuß 440 in bekannter Weise mit den Schwellen und damit mit der Betonwanne 200 verbunden. In die Betonwanne 200 sind beidseitig Formteile 120, 140 eingesetzt. Die Formteile 120, 140 bestehen, wie bereits nach dem in Figur 1 beschriebenen Ausführungsbeispiel, aus Polystyrol mit der entsprechenden Vertiefungen aufweisenden Oberflächenstruktur. Es ist jedoch auch möglich, wie schon beschrieben, andere geeignete Materialien zu verwenden. Die Polystyrol-Formteile 120, 140 haben eine Dichte vorzugsweise größer als 60 bis 70 kg/m^3. Es hat sich in entsprechenden Testreihen als günstig erwiesen die Formteile 120, 140 im wesentlichen L-förmig zu gestalten, wobei nach oben verlaufende Bereiche in ihrer Höhe bis zur Achse der Räder der Zugwagen reichen. Die Formteile 120, 140 haben einen im wesentlichen ebenen Bereich 122, 142, der sich ausgehend von der Außenseite 420 der Gleise 400 erstreckt. Der ebene Bereich 122, 142 hat eine Höhe h1, die im wesentlichen der Höhe der Gleise 400 entspricht. Die der Außenseite 420 der Gleise 400 zugewandte Stirnseite des ebenen Bereiches 122, 142 weist eine mit der Gleiskontur konvergierende Außenkontur 126, 146 auf.

[0042] Da die Formteile 120 beziehungsweise 140 symmetrisch bezogen auf eine Mittelachse, die zwischen den Gleisen verläuft, aufgebaut sind, wird nachfolgend der Detailaufbau der Formteile 120 beziehungsweise 140 anhand des Formteiles 120 beschrieben. In seiner Oberseite 127 ist eine Ausnehmung 128 vorgesehen, die zur Aufnahme eines Befestigungselemen-

tes, hier als Befestigungsschiene 190 ausgebildet, dient. An den ebenen Bereich 122, 142 schließt sich ein unter einer Steigung nach oben verlaufender Bereich 124, 144 an. Der nach oben verlaufende Bereich 124, 144 hat eine Höhe h2, die im wesentlichen der Höhe der Achse der Räder der Zugwagen entspricht. Der nach oben verlaufende Bereich 124, 144 schließt einen Winkel zum ebenen Bereich 122, 142 ein. Diese Anschrägung hat sich innerhalb von Versuchsreihen als schalltechnisch besonders günstig erwiesen. Es sind jedoch auch andere Oberflächenformen, zum Beispiel konkave Kurvenformen, möglich, auf die hier nicht näher eingegangen wird. Die in Figur 3a mit einer Strichpunktpunkt-Linie dargestellten Bereiche des Formteils 120, 140 sind mit der Copolymerfolie 130, 132 überzogen. Es hat sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, die Fläche des nach oben verlaufenden Bereichs 124 die den Gleisen 400 zugewandt ist mit der Folie 130 zu bespannen. Die Oberfläche 127 des ebenen Bereichs 122 ist ebenfalls mit der Copolymerfolie 132 überspannt, so daß die von den Zügen ausgehenden Schallemissionen durch den schon in den Figuren 1a und 1b beschriebenen Aufbau gedämpft beziehungsweise reduziert werden. Weiterhin haben sich in Versuchsaufbauten auch solche Formteile bewährt, die vollständig mit der Copolymerfolie überzogen sind. So ist ein vollständiger Oberflächenschutz der in der Oberfläche des Formteiles 120, 140 befindlichen Vertiefungen gegeben. Diese können somit nicht verschmutzen und sich zusetzen. Durch das Einbringen von Vertiefungen in alle Außenflächen des Formteils 120 beziehungsweise 140 ergibt sich außerdem noch der zusätzliche Effekt, daß auch Reflektionsschall beziehungsweise Körperschall des fahrenden Schienenfahrzeugs, der in den Unterbau teilweise eindringt und von diesem reflektiert wird, durch das Verbundsystem Dämpfungskörper/Copolymerfolie eingefangen und gedämpft wird (in Figur 1b schematisch dargestellt).

[0043] Die Abdeckung mit Copolymerfolie muß sich allerdings nicht auf die eben beschriebenen Flächen beschränken, sondern es ist auch möglich, nur bestimmte Teilflächen des Formteils 120, 140 mit der Abdeckung zu versehen.

[0044] Es ist weiterhin möglich, die Formteile 120 beziehungsweise 140 mit durchgehenden Wasserablaßöffnungen zu versehen.

[0045] Innerhalb der Gleise 400 sind zwei Platten 160, 180 eingelegt. Es ist jedoch auch vorstellbar nur eine Platte beziehungsweise mehrere Platten zu verwenden. Die Platten 160, 180 weisen eine Höhe h3 auf, die im wesentlichen der Höhe der Gleise 400 entspricht. Die der Innenseite 430 der Gleise 400 zugewandte Stirnfläche weist eine zu dieser Innenseite 430 konvergierende Außenkontur 164, 184 auf. Die konvergierende Außenkontur 164, 184 weist in ihrem oberen Bereich einen Ausbruch, der sich bis in die Oberfläche 162 beziehungsweise 182 erstreckt, auf. Dieser Ausbruch läßt den für die Spurkränze der Laufräder des Schienenfahrzeugs notwendigen Raum frei. Somit liegen die Platten 160, 180 bedingt durch ihre Außenkonturen 164, 184 im wesentlichen dicht am Gleis 400 an.

[0046] Die Platte 160 hat in ihrer Oberfläche 162 eine Ausnehmung 166, so daß sich bei der der Außenkontur 164 entgegengesetzt liegenden Seitenfläche eine federförmige Kontur 167 ergibt. Die Oberseite 162 der Platte 160 ist mit einer Strichpunktpunktförmig dargestellten Copolymerfolie 170 überzogen.

[0047] Die Platte 180 ist entsprechend der Platte 160 aufgebaut. Sie weist ebenfalls eine durch die Copolymerfolie 172 überzogene Oberfläche 182 auf. Die Außenkontur 184 ist, wie schon beschrieben, der Außenkontur der Schiene 400 angepaßt. Die der Außenkontur 184 entgegengesetzt liegende Seitenfläche 185 ist mit einer nutförmigen Ausnehmung 186 versehen, die mit der federförmigen Ausnehmung 167 und der Befestigungsschiene 190 korrespondiert. Somit ist es möglich, daß die Platten 160, 180 formschlüssig ineinandergreifen und die Befestigungsschiene 190 bündig mit den Oberflächen 162, 182 abschließt. Andere formschlüssige Verbindungen, zum Beispiel schwalbenschwanzartige Verbindungen usw., sind ebenfalls möglich. Weiterhin ist es möglich, nicht nur die Oberflächen 162, 182 mit der Copolymerfolie zu versehen, sondern auch die restlichen Flächen der Platten 160, 180 beziehungsweise Teilbereiche von diesen.

[0048] Wie in Figur 3a gezeigt und im vorangegangen Teil beschrieben, ist ein an den Gleisen 400 sich beidseitig anschließendes und zwischen den Gleisen 400 sich befindliches Schalldämpfungssystem 100 entstanden. Dieses Schalldämpfungssystem 100 sitzt fest auf den Schwellen und in der Betonwanne 200 und liegt im wesentlichen dicht an den Schienen 400 an. Sowohl die Platten 160, 180 als auch die ebenen Bereiche 122, 142 schließen in etwa bündig mit der Oberkante des Schienenkopfes 410 ab. Die Formteile 120, 140 und die Platten 160, 180 sind Stoß an Stoß verlegt, so daß sie sich dem Gleisverlauf in Schienenlängsrichtung anpassen. Treffen nun durch die Bewegung des Zuges verursachte Schallwellen auf dieses Schalldämpfungssystem 100, so werden die Schallwellen durch die in den Figuren 1a und 1b schon beschriebene Schalldämpfungsvorrichtung gedämpft beziehungsweise zumindest teilweise absorbiert.

[0049] Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, um das Schalldämpfungssystem 100 noch weiter zu verbessern, wenn unter der Betonwanne 200 beziehungsweise unter den Schwellen eine Dämpfungsschicht zwischen Betonwanne 200 und Unterboden angebracht ist. Diese Dämpfungsschicht kann ebenfalls aus, in Schienenlängsrichtung Stoß an Stoß verlegten, vorzugsweise elastifizierten Polystyrolplatten 300 bestehen. Diese Polystyrolplatten 300 dienen dazu, den Körperschall im Gleisbett von fahrenden Zügen zu absorbieren. Sie wirken ebenso wie die aus dem Baubereich bekannte "Trittschalldämmung".

[0050] Die Abmaße der Formteile 120, 140 und der

Platten 160, 180 können so gewählt werden, daß sie sich dem jeweiligen Gleisverlauf in Schienenlängsrichtung als auch bei Gleiserhöhungen, zum Beispiel im Kurvenbereich, anpassen können.

[0051] So sind in Bahnhofsbereichen oder, wenn es die örtlichen Gegebenheiten nicht zulassen, nur die Platten 160, 180 innerhalb des Gleises 400 verlegt. Bei Weichen und dergleichen sind nur die Formteile 120, 140 beziehungsweise nur ein Formteil an einer Gleisaußenseite vorhanden. Die Formteile 120, 140 können unterschiedliche Abmaße aufweisen, die der jeweiligen Gegebenheit angepaßt sind. Ebenso die Platten 160, 180.

[0052] Zur Befestigung der Platten 160, 180 und der Formteile 120, 140 in Schienenlängsrichtung dienen Befestigungsschienen 190. Diese Befestigungsschienen 190 haben eine Ausdehnung in Schienenlängsrichtung, die über die Platten 160, 180 und Formteile 120, 140 beidseitig hinausragt. Die Befestigungsschienen 190 bilden hierbei Endbereiche 193, 194 aus, die in die angrenzenden nicht dargestellten Platten beziehungsweise Formteile überlappend eingreifen. Sie weisen Befestigungsbohrungen 192 auf, durch die entsprechende, nicht dargestellte, Befestigungsmittel zum Verbinden von Befestigungsschiene 190 und Platte 160, 180 beziehungsweise Formteil 120, 140 eingeführt werden. Es ist jedoch auch möglich, die Befestigungsschienen 190 so auszubilden, daß sie überlappende Endbereiche 193, 194 ausbilden, die mittels formschlüssigen Verbindungen ineinandergreifen. Die Befestigungsschienen 190 sind vorzugsweise aus Stahlbeton oder Stahl ausgeführt und gewährleisten auch bei hohen Zuggeschwindigkeiten einen sicheren Halt des Schalldämpfungssystems 100.

[0053] Das Schalldämpfungssystem 100, bestehend aus Vertiefungen aufweisenden EPS-Formteilen 120, 140 beziehungsweise Platten 160, 180, die mit der Copolymerfolie oder zum Beispiel einer PS-Folie überzogen sind, erlaubt ein problemloses Recycling, da beide Materialien aus dem gleichen Grundrohstoff Polystyrol hergestellt sind. Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, daß die permanent hohen schallabsorbierenden Eigenschaften aufgrund der Abdeckung mit der Copolymerfolie auch noch nach vielen Jahren zu erwarten sind, da sich die Vertiefungen nicht durch Staub, Wasser usw. zusetzen können. Durch die Materialeigenschaften ist das Schalldämpfungssystem 100 schwer entflammbar, im wesentlichen beschädigungsfrei begehbar und durch den Überzug mit der Folie leicht sauberzuhalten. Durch die neutralen Eigenschaften des Kunststoffmaterials sind keine Ausgasungen beziehungsweise Ausschwemmungen aus selbigen zu erwarten. Das System ist somit hygienisch und umweltfreundlich handhabbar. Nach Gebrauch können die Formteile 120, 140 beziehungsweise die Platten 160, 180 zusammen mit der Copolymerfolie umweltfreundlich entsorgt beziehungsweise wiederverwendet werden. So ist auch ein nachfolgendes Shreddern möglich, um so Füllstoffe für andere Anwendungen zu erhalten.

[0054] Durch entsprechende Konstruktion und Neigung der im wesentlichen ebenen Oberflächen der Platten 160, 180 beziehungsweise der Formteile 120, 140 kann Wasser abfließen und das Schalldämpfungssystem 100 ist dadurch auch selbstreinigend.

[0055] Die im vorangegangenen Teil beschriebenen positiven Eigenschaften, die sich beim Einsatz von Formteilen 120, 140 und Platten 160, 180 bei einem Gleiskörperaufbau mit fester Fahrbahn ergeben, sind im wesentlichen auch auf einen Gleiskörperaufbau mit einer Schotterbettung übertragbar. Die positiven Eigenschaften des Schotterbettes werden durch das Einlegen der Platten 160, 180 nur minimal beeinträchtigt. Es ergibt sich im Gegenteil ein zusätzlicher positiver Schalldämm- beziehungsweise Schallabsorptionseffekt.

[0056] Die Formteile 120, 140 und die in das Gleisbett eingelegten Platten 160, 180 liegen hierbei, wie vorangegangen bei einem Gleiskörper mit fester Fahrbahn schon beschrieben, auf den Schwellen auf. Die Schotterbettung erstreckt sich bis an die Randbezirke der Formteile 120, 140, um eine feste Verankerung dieser im Unterbau zu erhalten. Bei anderen baulichen Gegebenheiten ist eine tiefere Verankerung der Formteile 120, 140 im Unterbau ebenso wie deren andere räumliche Gestaltung möglich. So können die den Gleisen 400 zugewandten Flächen zum Beispiel in Form einer konkaven Kurve ausgebildet sein. Auch können weitere Flächen mit der Copolymerfolie überspannt sein. Auch sind, wie vorangegangen schon beschrieben, andere Materialien sowohl für die Formteile 120, 140 als auch für die Abdekkung, die aber im wesentlichen die gleiche Materialeigenschaften aufweisen müssen, einsetzbar.

[0057] Somit wird die Schallreduzierung der Schienenverkehrsgeräusche bei einem Gleiskörper mit Schotterbett und Holz- oder Betonschwellen dadurch erreicht, daß die positiven Schalldämpfungseigenschaften des Schotterbettes noch durch die Formteile 120 beziehungsweise 140 und die Platten 160, 180 verstärkt werden.

[0058] In Figur 3b ist eine andere Befestigungsmöglichkeit des Schalldämpfungssystems 100 gezeigt. Diese Befestigungsart ist sowohl für einen Gleiskörper mit fester Fahrbahn, als auch einen Gleiskörper mit Schotterbett verwendbar. Wie in Figur 3b gezeigt, weist diese Befestigungsmöglichkeit eine Spanneinrichtung 500 auf. Die Spanneinrichtung 500 besteht aus einem Spannteil 510, das sich quer zur Schienenlängsrichtung unterhalb der Gleise 400 im Bereich der Schwellen 450 erstreckt. Es weist vorzugsweise eine Länge auf, die im wesentlichen mit der Außenkante der Formteile 120 beziehungsweise 140 abschließt. Auf dem Spannteil 510 ist ein Ansatzstück 540 angeordnet. Das Ansatzstück 540 umgreift das Spannteil 510. Es ist derart zwischen den Gleisen 400 angeordnet, daß es zwischen den Platten 160, 180 eingreifen kann und mit den Befestigungsschienen 190 korrespondiert. Insbesondere greift das Ansatzstück 540 in die Befestigungsbohrung 192 ein.

Somit ist das Ansatzstück 540 über die Befestigungsbohrung 192 mit der Befestigungsschiene beziehungsweise den Befestigungsschienen 190, mittels aus dem Stand der Technik bekannten Befestigungsmitteln, zum Beispiel Schraubverbindungen usw., verbunden.

[0059] Das Spannteil 510 greift in, an den unteren Bereichen der Außenflächen 121 beziehungsweise 141 der Formteile 120 beziehungsweise 140, beziehungsweise an den Unterseiten der Formteile 120 beziehungsweise 140 angebrachten beziehungsweise eingebrachten Gegenstücken 520 beziehungsweise 530 ein. Diese Gegenstücke 520, 530 können zum Beispiel in Form von Winkelstücken ausgebildet sein, die beim Herstellungsvorgang mit in die Formteile 120, 140 eingeschäumt werden. Jedoch sind auch andere konstruktive Ausführungsformen der Gegenstücke 520, 530 mit als in dem Bereich der Erfindung fallend zu betrachten. Das Spannteil 510 greift derart in Ausnehmungen 521 beziehungsweise 531 der Gegenstücke 520, 530 ein, das mittels Schraubverbindungen oder anderen konstruktiven Ausführungsformen ein Verspannen und ein sicheres Halten der Formteile 120, 140 und der Platten 160, 180 im Gleiskörper gewährleistet ist.

[0060] Durch entsprechende Ausbildung der Gegenstücke 520, 530 und des Spannteiles 510 kann durch die Spanneinrichtung 500 eine einstellbare Spannkraft auf die Formteile 120, 140 und die Platten 160, 180 ausgeübt werden. Die Formteile 120, 140 und die Platten 160, 180 liegen somit dicht an den Innenseiten 430 beziehungsweise Außenseiten 420 der Gleise 400 an. Durch eine Erhöhung der Spannkraft ist es möglich, eine geringfügige Schrägstellung der Formteile 120, 140 beziehungsweise der Platten 160, 180 zu erreichen, so daß eine Selbstreinigung des Schalldämpfungssystemes 100 ermöglicht ist. Vorzugsweise haben hierbei die Formteile 120, 140 beziehungsweise die Platten 160, 180 Wasserdurchlaßöffnungen. Es ist auch möglich, zwischen den Formteilen 120, 140 und den Platten 160, 180 in Schienenlängsrichtung gesehen zu den anschließenden Formteilen beziehungsweise Platten einen schmalen Spalt als Wasserdurchlaß vorzusehen.

[0061] Es hat sich weiterhin als vorteilhaft erwiesen, die Außenflächen 121 beziehungsweise 141 der Formteile 120, 140 in ihrem unteren Bereich mit einer Nut zu versehen. Die Gegenstücke 520 beziehungsweise 530 sind mit einem Teil ihrer Fläche auf Höhe der Nut im vorderen oder hinteren der Vorder- oder Hinterkante zugewandten Teil in das Formteil 120 beziehungsweise 140 eingeschäumt beziehungsweise anderweitig mit diesem verbunden. Der restliche Teil der Gegenstücke 520, 530 ragt über die Vorder- oder Hinterkante des Formteils 120 beziehungsweise 140 hinaus. Vorteilhafterweise sind die Gegenstücke 520, 530 immer an einer Vorder- oder Hinterkante der Formteile 120 beziehungsweise 140 angebracht.

[0062] Bei der Montage der Spanneinrichtung 500 und der Formteile 120, 140 beziehungsweise der Platten 160, 180 kommen die freiliegenden Bereiche der Gegenstücke 520, 530 in der Nut des benachbarten Formteiles zu liegen und greifen krallenartig in selbige ein. Die Gegenstücke 530 sind parallel zu den Gegenstücken 520 angeordnet. Nun wird durch das Gegenstück 520 beziehungsweise 530 das Spannteil 510 derart geschoben, daß es unter den Gleisen 400 und zwischen den Schwellen 450 zu liegen kommt und mit seinem anderen Ende durch das entsprechende Gegenstück 530 beziehungsweise 520 ragt. Das Spannteil 510 ist entweder in seinem mittigen Bereich schon mit einem verdrehbaren Ansatzstück 540 versehen, oder das Ansatzstück 540 wird krallenartig auf das Spannteil 510 nach erfolgter Einlage der Platten 160 und 180 und erfolgter Montage eingesetzt beziehungsweise befestigt. Durch Verbindung des Ansatzstückes 540 mit den Befestigungsschienen 190, wie schon beschrieben, werden die Platten 160, 180 fest im Gleiskörper gehalten. Ebenso sind die Formteile 120, 140 jetzt fest im Gleiskörper arretiert und liegen dicht an den Gleisen 400 an.

[0063] Somit ist auch die Befestigung des Schalldämpfungssystem 100 einfach und kostengünstig gelöst. Das Befestigungssystem erfüllt somit sowohl eine Tragefunktion als auch eine Spannfunktion. Das Schalldämmsystem 100 ist dermaßen fest im Gleiskörper angebracht, daß auf eine Unterfütterung bei einem Gleiskörper mit Schotterbett weitestgehenst verzichtet werden kann. Auch bei einem Gleiskörper mit fester Fahrbahn ergeben sich diese positive Eigenschaften.

[0064] Das Schalldämpfungssystem 100 ist einfach und schnell montierbar, somit auch entsprechend einfach demontierbar, so daß eventuelle Reparaturarbeiten einfach und zügig ausgeführt werden können. Das Schalldämpfungssystem 100 liegt sicher im Gleiskörper, so daß eventuelle Sogwirkungen (Unterdruck) oder entsprechende Überdruckbelastungen der vorbeifahrenden Züge keine Auswirkungen auf selbiges haben.

[0065] Es ist somit mit einfachen Mitteln und wenigen Einzelteilen möglich, ein Dämpfungssystem bereitzustellen, das wirtschaftlich herstellbar und installierbar ist. Das Dämpfungssystem kann an die jeweiligen Bedürfnisse und den Gleisverlauf optimal angepaßt werden. So sind auch Steigungsstrecken und Kurvenstrekken damit ausrüstbar. Das System ist nicht nur bei Neubauten von Gleisanlagen verwendbar, sondern es können auch bestehende Gleisanlagen den entsprechenden Bedürfnissen nach optimal angepaßt, das heißt mit schalldämmenden Maßnahmen entsprechend der erfindungsgemäßen Lösung nachgerüstet werden. Durch entsprechende Materialauswahl und eine eventuell in Frage kommende Sandwichbauweise sind auch höhere Reduzierungen des abgestrahlten Schallpegels denkbar. Die nur bis zur Achse der Räder der Zugwagen reichenden Formteile 120, 140 stellen keine Sichtbehinderung für die Passagiere beziehungsweise für die an der Bahnstrecke lebende Bevölkerung dar. Somit kommen zu den positiven Schalldämmungseigenschaften des Schalldämpfungssystems 100 auch noch positive ästhetische Gesichtspunkte. Auch kann die Farbgebung

des Systems den jeweiligen landschaftlichen Gegebenheiten und/oder Wünschen Rechnung getragen werden.

[0066] Neben den positiven Eigenschaften bei der Verwendung an beziehungsweise in Gleisanlagen sind noch weitere Anwendungsmöglichkeiten denkbar. So können Rollgeräusche von Fahrzeugen zumindest beim Einsatz der niedrigen Formteile beziehungsweise Formkörper gedämpft werden. Auch in lärmintensiven Fertigungen, die jedoch eine Sichtkontrolle zulassen müssen, ist der Einsatz entsprechend geformter Teile möglich.

[0067] Weitere Anwendungsfälle können bei Motoren, Gebläsen oder Kompressoren usw. gesehen werden. Vorteilhaft sind bei diesen Anwendungsfällen ebenfalls das relativ geringe Gewicht verbunden mit einer hohen Festigkeit des Materials.

[0068] Je nach frequenzabhängiger Anforderung kann das mit den Vertiefungen und der Abdeckung versehene System derart gestaltet werden, daß seine maximale Schallabsorption in diesem Frequenzbereich liegt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Dämpfung von Schallemissionen an Gleisantagen, mit mindestens einem der Schallemissionsquelle zugeordneten Dämpfungskörper (10), wobei der Dämpfungskörper (10) mindestens in seinen in Einbaustellung freiliegenden Bereichen (12) eine Vertiefungen (14) aufweisende Oberflächenstruktur besitzt, wobei die Oberflächenstruktur mit einer die Vertiefungen (14) abdeckenden und dadurch geschlossene, schalkvellenvemichtende Hohlräume (22) herbeiführenden Abdeckung (20) versehen ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abdeckung (20) eine die Vertiefungen (14) über spannende Abdeckung (20) in Form einer gespannten Folie ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abdeckung (20) eine glatte Oberfläche aufweist.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Folie eine auf Copolymer-Basis hergestellte PS (Polystyrol)-Folie ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abdeckung (20) und der Dämpfungskörper (10) miteinander innig verbunden sind, vorzugsweise miteinander verschweißt und/oder verklebt sind.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vertiefungen (14) im Dämpfungskörper (10) durch mechanische Bearbeitung der Oberfläche des Dämpfungskörpers (10) eingebracht sind.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vertiefungen (14) durch Abdruck einer entsprechenden Oberfläche einer Negativ-Form bei der Herstellung des Dämpfungskörpers (10) geschaffen sind.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vertiefungen (14) von offenen Poren des Dämpfungskörper-Werkstoffes gebildet sind.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Dämpfungskörper (10) aus einem geschäumten Kunststoff besteht.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Dämpfungskörper (10) aus einem Hartschaum hoher Dichte, vorzugsweise expandierbaren Polystyrol besteht.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Dämpfungskörper (10) gleichmäßig über seine im wesentlichen ebene Oberfläche verteilte, vorzugsweise im wesentlichen gleich ausgebildete quaderförmige oder anders strukturierte Vertiefungen (14) aufweist.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** mehrere Lagen Dämpfungskörper (10) mit Abdeckung (20) aufeinander in Sandwichbauweise aufbringbar sind.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Dämpfungskörper (10) mit der Abdeckung (20) zusammen recyclebar ist.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** mehrere Dämpfungskörper (10) durch wenigstens ein Befestigungselement miteinander verbindbar sind.

14. Gleisunterbau mit einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens ein Dämpfungskörper (10) in und/oder am Gleisbett anbringbar beziehungsweise diesem zugewandt ist, wobei zumindest die dem Gleis (400) zugewandten und/oder mit der Oberkante des Gleises (400) abschließenden freiliegenden Bereiche mit der Abdeckung (20) ver-

sehen sind.

15. Gleisunterbau mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Dämpfungskörper (10) als mindestens einem Gleis (400) zugeordnetes Formteil (120, 140) ausgebildet ist, welches eine Höhe (h2) aufweist, die mindestens der Höhe der Achse der Räder der Zugwagen entspricht, wobei wenigstens die dem Gleis (400) zugewandten freiliegenden Bereiche des Formteils (120, 140) durch die Copolymerfolie (130, 132) abgedeckt sind.

16. Gleisunterbau nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Dämpfungskörper (10) als mindestens eine in das Gleisbett einlegbare, im wesentlichen ebene Platte (160, 180) ausgebildet ist, wobei mindestens deren freiliegende Bereiche mit der Copolymerfolie (170, 172) abgedeckt sind.

17. Gleisunterbau nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Formteile (120, 140) und die Platten (160, 180) im wesentlichen dicht an die jeweiligen Außen- (420) und/oder Innenseiten (430) der jeweiligen Gleise (400) anpreßbar sind, wobei die an die Gleise (400) anschließenden Bereiche eine Höhe (h3, h1)aufweisen, die durch die Höhe des Gleises (410) begrenzt ist.

18. Gleisunterbau nach einem der Ansprüche 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Platten (160, 180) miteinander formschlüssig verbindbar sind.

19. Gleisunterbau nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Formteile (120, 140) und/oder die Platten (160, 180) in den die Gleise (400) tragenden Unterbau eingesetzt sind, wobei der Unterbau auf wenigstens einer Schalldämpfungsunterlage, vorzugsweise auf einer Polystyrol-Platte (300), aufliegt.

20. Gleisunterbau nach einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Formteile (120, 140) und/oder Platten (160, 180) in Schienenlängs- und/oder -querrichtung durch wenigstens ein Befestigungselement miteinander verbunden sind.

21. Gleisunterbau nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Befestigungselement aus mehreren, vorzugsweise aus Stahl- oder Stahlbeton hergestellten Befestigungsschienen (190) besteht, wobei die Befestigungsschienen (190) überlappende Befestigungsendbereiche (193, 194) aufweisen.

22. Gleisunterbau nach einem der Ansprüche 14 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gleisunterbau zur Festlegung eine die Gleise (400) untergreifende Spanneinrichtung aufweist.

23. Gleisunterbau nach einem der Ansprüche 16 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens zwei gegenüberliegende Formteile (120, 140) mit den zugeordneten Platten (160, 180) durch wenigstens eine die Gleise (400) untergreifende Spanneinrichtung (500) miteinander verbindbar, vorzugsweise verspannbar sind.

24. Gleisunterbau nach einem der Ansprüche 22 oder 23, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spanneinrichtung (500) aus einem Spannteil (510) und Gegenstücken (520, 530) besteht, wobei sich das Spannteil (510) quer unter den Gleisen (400) zwischen den Schwellen (450) erstreckt, und die Gegenstücke (520, 530) in und/oder an den Formteilen (120, 140) angebracht sind, wobei durch Kraftbeaufschlagung in quer zu den Gleisen (400) verlaufender Richtung die Formteile (120, 140) untereinander verspannbar sind.

25. Gleisunterbau nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Spannteil (510) zumindest in seinen den Platten (160, 180) zugewandten Teil ein Ansatzstück (540) aufweist, das mit den Befestigungsschienen (190) verbindbar ist.

26. Gleisunterbau nach einem der Ansprüche 16 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, daß** die im wesentlichen ebenen Oberflächen der Formteile (120, 140) und/oder der Platten (160, 180) eine geringfügige Schräglage aufweisen.

Claims

1. Device for damping of sound emissions in rail track systems, having at least one damping element (10) allocated to the sound emission source, wherein said damping element (10) has at least in those areas (12) exposed in its installed position a surface structure having cavities (14), wherein said surface structure is provided with a cover (20) covering the cavities (14) and hence creating closed and sound-wave-destroying hollow areas (22), **characterized in that** the cover (20) is a taut film stretched over the cavities (14).

2. Device according to Claim 1, **characterized in that** the cover (20) has a smooth surface.

3. Device according to one of the previous claims, **characterized in that** the film is a PS (polystyrene) film made on a copolymer basis.

4. Device according to one of the previous claims,

characterized in that the cover (20) and the damping element (10) are intimately connected to one another, preferably welded and/or glued to one another.

5. Device according to one of the previous claims, **characterized in that** the cavities (14) are provided in the damping element (10) by machining of the surface of the damping element (10).

6. Device according to one of the previous claims, **characterized in that** the cavities (14) are created by taking an impression of a suitable surface of a negative mould during manufacture of the damping element (10).

7. Device according to one of the previous claims, **characterized in that** the cavities (14) are formed by open pores of the damping element material.

8. Device according to one of the previous claims, **characterized in that** the damping element (10) comprises a foamed plastic.

9. Device according to one of the previous claims, **characterized in that** the damping element (10) comprises a high-density hard foam, preferably expandable polystyrene.

10. Device according to one of the previous claims, **characterized in that** the damping element (10) has cavities (14) evenly distributed over its substantially plane surface and preferably of substantially identical and block-shaped or otherwise structured design.

11. Device according to one of the previous claims, **characterized in that** several layers of damping elements (10) with cover (20) can be provided one on top of the other in sandwich form.

12. Device according to one of the previous claims, **characterized in that** the damping element (10) is recyclable together with the cover (20).

13. Device according to one of the previous claims, **characterized in that** several damping elements (10) are connectable to one another by at least one fastening element.

14. Track substructure with a device according to one of the previous claims, **characterized in that** at least one damping element (10) is attachable in and/or on the track bed or faces this, wherein at least the exposed areas facing the rail (400) and/or level with the upper edge of the rail (400) are provided with the cover (20).

15. Track substructure with a device according to one of Claims 3 to 13, **characterized in that** the damping element (10) is designed as a shaped part (120, 140) assigned to at least one rail (400) and having a height (h2) corresponding to least the height of the wheels of the rolling stock, wherein at least those exposed areas of the shaped part (120, 140) facing the rail (400) are covered by the copolymer film (130, 132).

16. Track substructure according to Claim 15, **characterized in that** the damping element (10) is designed as at least one substantially plane plate (160, 180) insertable into the track bed, wherein at least its exposed areas are covered by the copolymer film (170, 172).

17. Track substructure according to Claim 16, **characterized in that** the shaped parts (120, 140) and the plates (160, 180) are substantially tightly pressable against the respective outer (420) and/or inner faces (430) of the respective rails (400), wherein the areas adjacent to the rails (400) are of a height (h3, h1) limited by the height of the rail (410).

18. Track substructure according to one of Claims 16 or 17, **characterized in that** the plates (160, 180) are positively connectable to one another.

19. Track substructure according to one of Claims 16 to 18, **characterized in that** the shaped parts (120, 140) and/or the plates (160, 180) are inserted into the substructure supporting the rails (400), wherein the substructure rests on at least one sound-damping layer, preferably on a polystyrene panel (300).

20. Track substructure according to one of Claims 16 to 19, **characterized in that** the shaped parts (120, 140) and/or plates (160, 180) are connected in the longitudinal and/or transverse direction of the rail by at least one fastening element.

21. Track substructure according to Claim 20, **characterized in that** the fastening element comprises several fastening rails (190) preferably made from steel or reinforced concrete, wherein said fastening rails (190) have overlapping end fastening areas (193, 194).

22. Track substructure according to one of Claims 14 to 21, **characterized in that** the track substructure has a clamping device gripping underneath the rails (400) for fixing them.

23. Track substructure according to one of Claims 16 to 21, **characterized in that** at least two opposite shaped parts (120, 140) with the associated plates (160, 180) are connectable, preferably clampable,

to one another by at least one clamping device (500) gripping underneath the rails (400).

24. Track substructure according to one of Claims 22 or 23, **characterized in that** the clamping device (500) comprises a clamping part (510) and engagement pieces (520, 530), wherein the clamping part (510) extends transversely underneath the rails (400) between the sleepers (450) and the engagement pieces (520, 530) are attached in and/or on the shaped parts (120, 140), wherein the shaped parts (120, 140) can be tensioned against one another by the application of force in the direction transverse to the rails (400).

25. Track substructure according to Claims 24, **characterized in that** the clamping part (510) has at least in its part facing the plates (160, 180) a projection (540) connectable to the fastening rails (190).

26. Track substructure according to one of Claims 16 to 25, **characterized in that** the substantially plane surfaces of the shaped parts (120, 140) and/or of the plates (160, 180) have a slightly angled position.

Revendications

1. Dispositif antibruit pour voies de chemin de fer, avec au moins un corps amortisseur de bruit (10) affecté à la source de bruit, sachant que le corps amortisseur de bruit (10) possède au moins dans ses zones dégagées (12) dans sa position de montage une structure superficielle présentant des évidements (14), que la structure superficielle est munie d'un chapeau (20) recouvrant les évidements (14) et créant ainsi des cavités fermées (22) qui annihilent les ondes sonores,
caractérisé en ce que
le chapeau (20) est un chapeau (20) recouvrant les évidements (14) constitué par un film tendu.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le chapeau (20) présente une surface lisse.

3. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le film de plastique est un film de PS (polystyrène) fabriqué à base de copolymère.

4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le chapeau (20) et le corps amortisseur de bruit (10) sont intimement reliés entre eux, de préférence soudés et/ou collés l'un à l'autre.

5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les évidements (14) dans le corps amortisseur de bruit (10) sont pratiqués par usinage mécanique de la surface du corps amortisseur de bruit (10).

6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les évidements (14) sont créés par application sous pression de la surface conjuguée d'un moule négatif lors de la fabrication du corps amortisseur de bruit (10).

7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les évidements (14) sont formés par des pores ouverts du matériau du corps amortisseur de bruit.

8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le corps amortisseur de bruit (10) est constitué d'une matière plastique expansée.

9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le corps amortisseur de bruit (10) est constitué d'une mousse à haute résistance de forte densité, de préférence de polystyrène expansé.

10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le corps amortisseur de bruit (10) présente, régulièrement répartis sur sa surface essentiellement plane, des évidements (14) de préférence formés de parallélépipèdes de même taille pour l'essentiel ou ayant une autre structure.

11. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** plusieurs couches de corps amortisseurs de bruit (10) avec chapeau (20) peuvent être superposées en sandwich.

12. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le corps amortisseur de bruit (10) avec le chapeau (20) sont ensemble recyclables.

13. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** plusieurs corps amortisseurs de bruit (10) peuvent être reliés les uns aux autre par au moins un élément de fixation.

14. Infrastructure de voie ferrée avec un dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins un corps amortisseur de bruit (10) peut être placé dans le et/ou sur le ballast, ou est orienté vers lui, sachant qu'au moins les zones dégagées orientées vers le rail (400) et/ou alignées sur l'arête supérieur du rail (400) sont munies du chapeau (20).

15. Infrastructure de voie ferrée avec un dispositif selon l'une des revendications 3 à 13, **caractérisée en ce que** le corps amortisseur de bruit (10) est formé comme une pièces moulée (120, 140) affectée à au moins un rail (400) et ayant une hauteur (h2) qui correspond au moins à la hauteur de l'axe des roues du véhicule tracteur, sachant qu'au moins les zones dégagées orientées vers le rail (400) de la pièce moulée (120, 140) sont recouvertes par le film de copolymère (130, 132).

16. Infrastructure de voie ferrée selon la revendication 15, **caractérisée en ce que** le corps amortisseur de bruit (10) est formé par au moins une plaque (160, 180) plane pour l'essentiel et pouvant être posée sur le ballast, sachant qu'au moins ses zones dégagées sont recouvertes du film copolymère (170, 172).

17. Infrastructure de voie ferrée selon la revendication 16, **caractérisée en ce que** les pièces moulées (120, 140) et les plaques (160, 180) peuvent être pressées de manière jointive pour l'essentiel contre les âmes extérieures (420) et/ou intérieures (430) des rails respectifs (400), sachant que les zones s'appuyant contre les rails (400) présentent une hauteur (h3, h1) limitée par la hauteur du rail (410).

18. Infrastructure de voie ferrée selon l'une des revendications 16 ou 17, **caractérisée en ce que** les plaques (160, 180) peuvent être reliées les unes aux autres de manière géométrique.

19. Infrastructure de voie ferrée selon l'une des revendications 16 à 18, **caractérisée en ce que** les pièces moulées (120, 140) et/ou les plaques (160, 180) sont placées dans l'infrastructure portant les rails (400), l'infrastructure étant posée sur au moins un support amortissant le bruit, de préférence sur une plaque en polystyrène (300).

20. Infrastructure de voie ferrée selon l'une des revendications 16 à 19, **caractérisée en ce que** les pièces moulées (120, 140) et/ou les plaques (160, 180) sont reliées les unes aux autres par au moins un élément de fixation dans le sens longitudinal et/ou transversal par rapport aux rails.

21. Infrastructure de voie ferrée selon la revendication 20, **caractérisée en ce que** l'élément de fixation est constitué de plusieurs barres de fixation (190) de préférence en acier ou en béton armé, les barres de fixation (190) présentant des zones extrémités de fixation (193, 194) se chevauchant.

22. Infrastructure de voie ferrée selon l'une des revendications 14 à 21, **caractérisée en ce qu'**elle présente un dispositif de serrage passant sous les rails (400) afin d'assurer la fixation.

23. Infrastructure de voie ferrée selon l'une des revendications 16 à 21, **caractérisée en ce qu'**au moins deux pièces moulées opposées (120, 140) avec les plaques conjointes (160, 180) peuvent être de préférence serrées en étant reliées les unes aux autres par au moins un dispositif de serrage (500) passant sous les rails (400).

24. Infrastructure de voie ferrée selon l'une des revendications 22 ou 23, **caractérisée en ce** le dispositif de serrage (500) est constitué d'une pièce de serrage (510) et de pièces conjuguées (520, 530), sachant que la pièce de serrage (510) s'étend transversalement sous les rails (400) entre les traverses (450) et que les pièces conjuguées (520, 530) sont fixées dans et/ou sur les pièces moulées (120, 140), les pièces moulées (120, 140) pouvant être serrées les unes contre les autres par application d'une force transversale par rapport aux rails (400).

25. Infrastructure de voie ferrée selon la revendication 24, **caractérisée en ce qu'**au moins dans sa partie orientée vers les plaques (160, 180), la pièce de serrage (510) présente une broche (540) pouvant être reliée aux barres de fixation (190).

26. Infrastructure de voie ferrée selon l'une des revendications 16 à 25, **caractérisée en ce que** les surfaces planes pour l'essentiel des pièces moulées (120, 140) et/ou des plaques (160, 180) présentent une légère inclinaison.

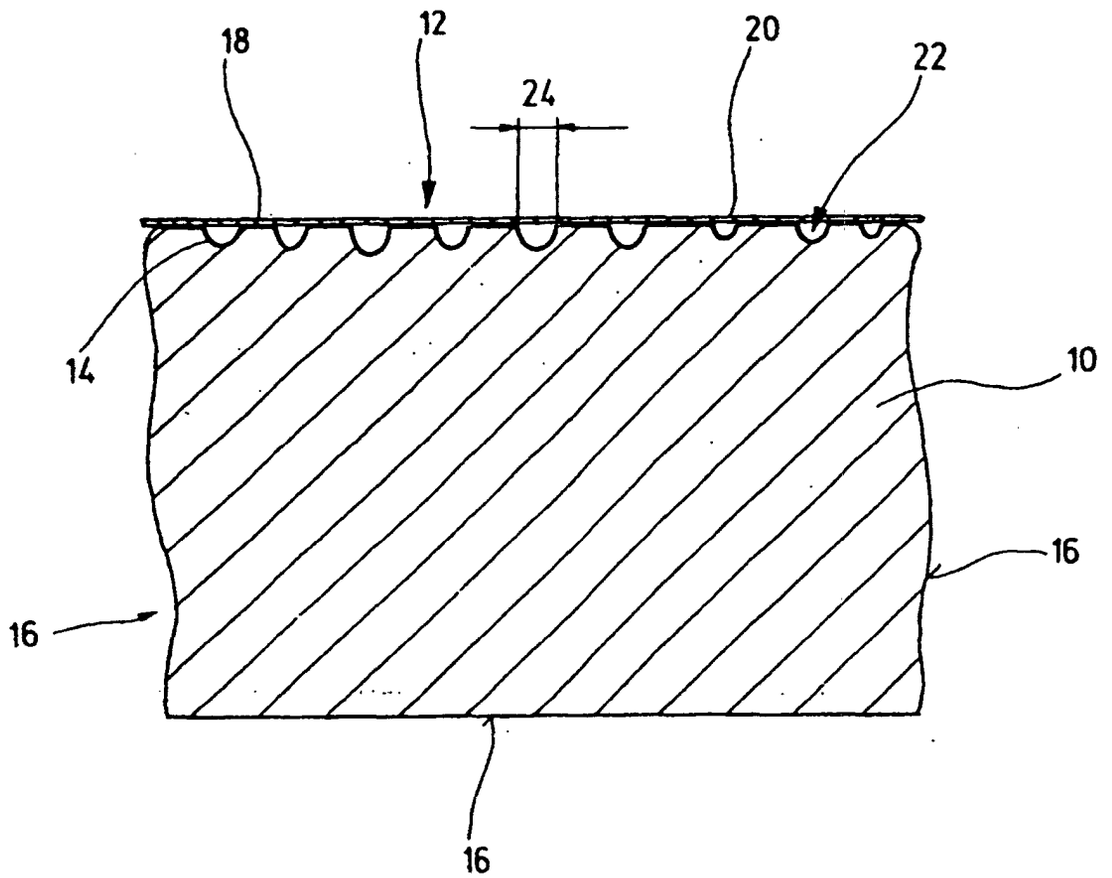


Fig. 1a

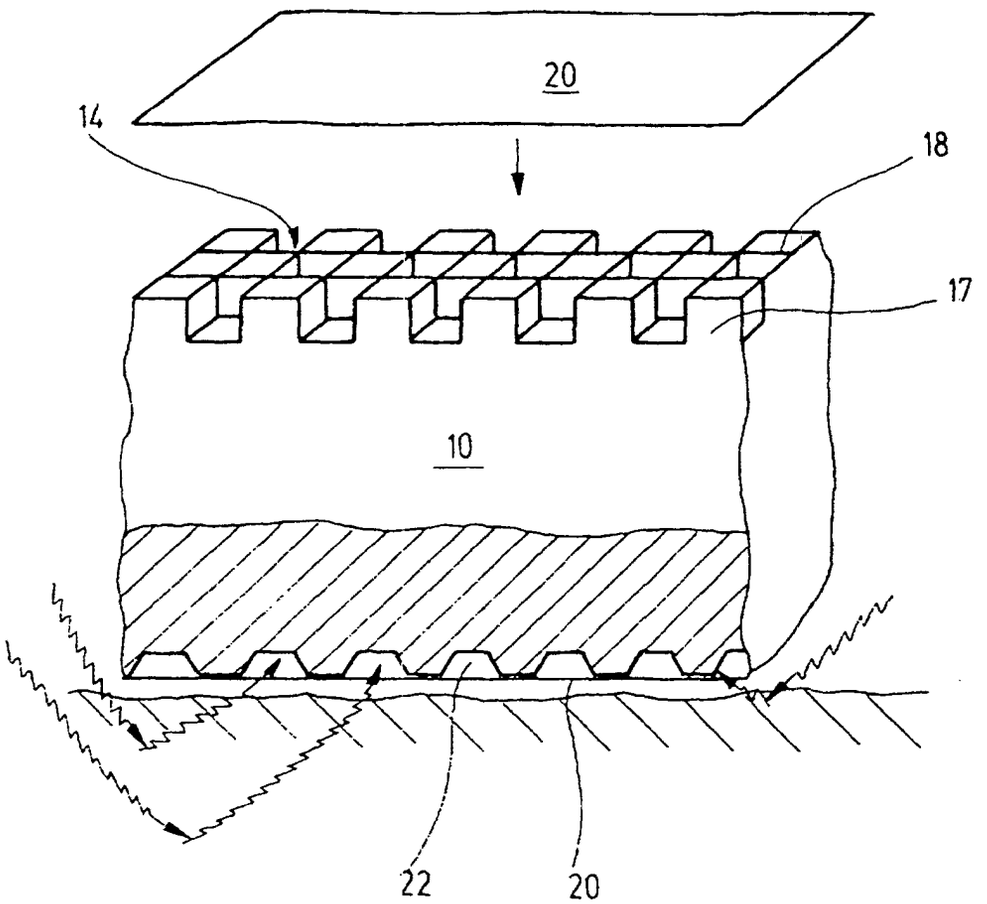


Fig. 1b

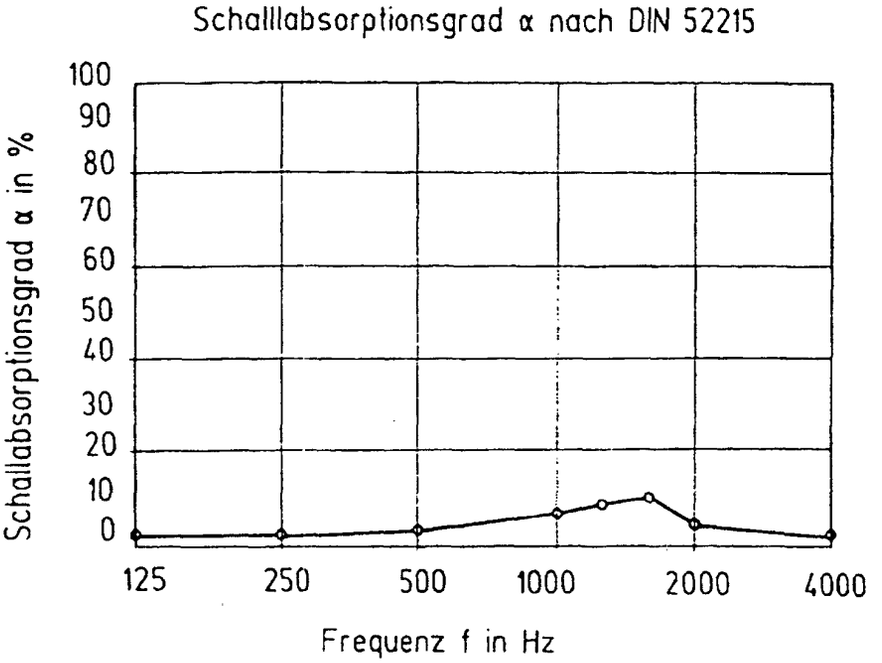

Schalllabsorptionsgrad α nach DIN 52215
Schallabsorptionsgrad α in %
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
125
250
500
1000
2000
4000
Frequenz f in Hz

Fig. 2a

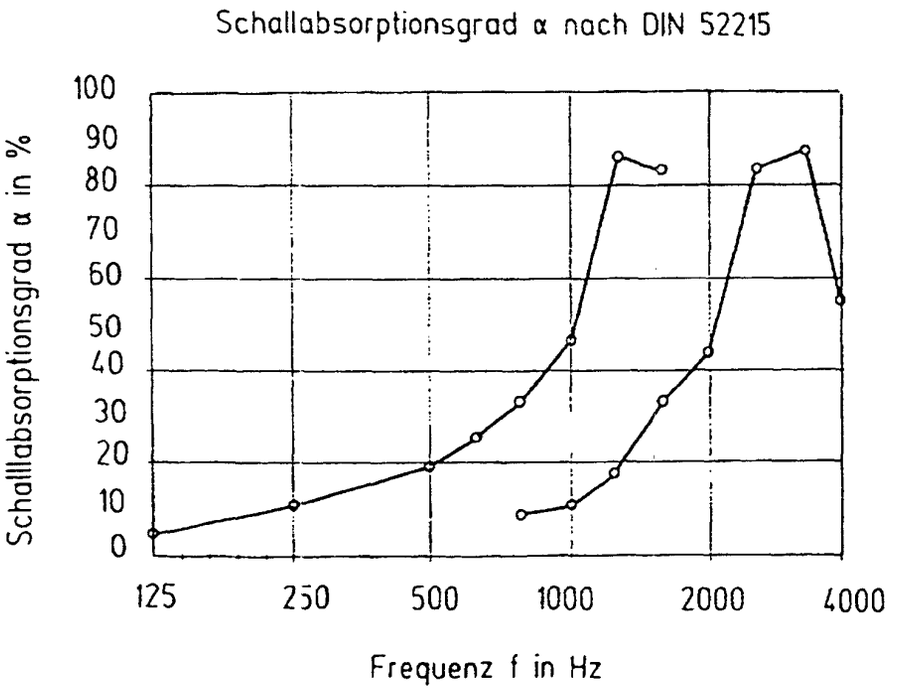

Schallabsorptionsgrad α nach DIN 52215
Schalllabsorptionsgrad α in %
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
125
250
500
1000
2000
4000
Frequenz f in Hz

Fig. 2b

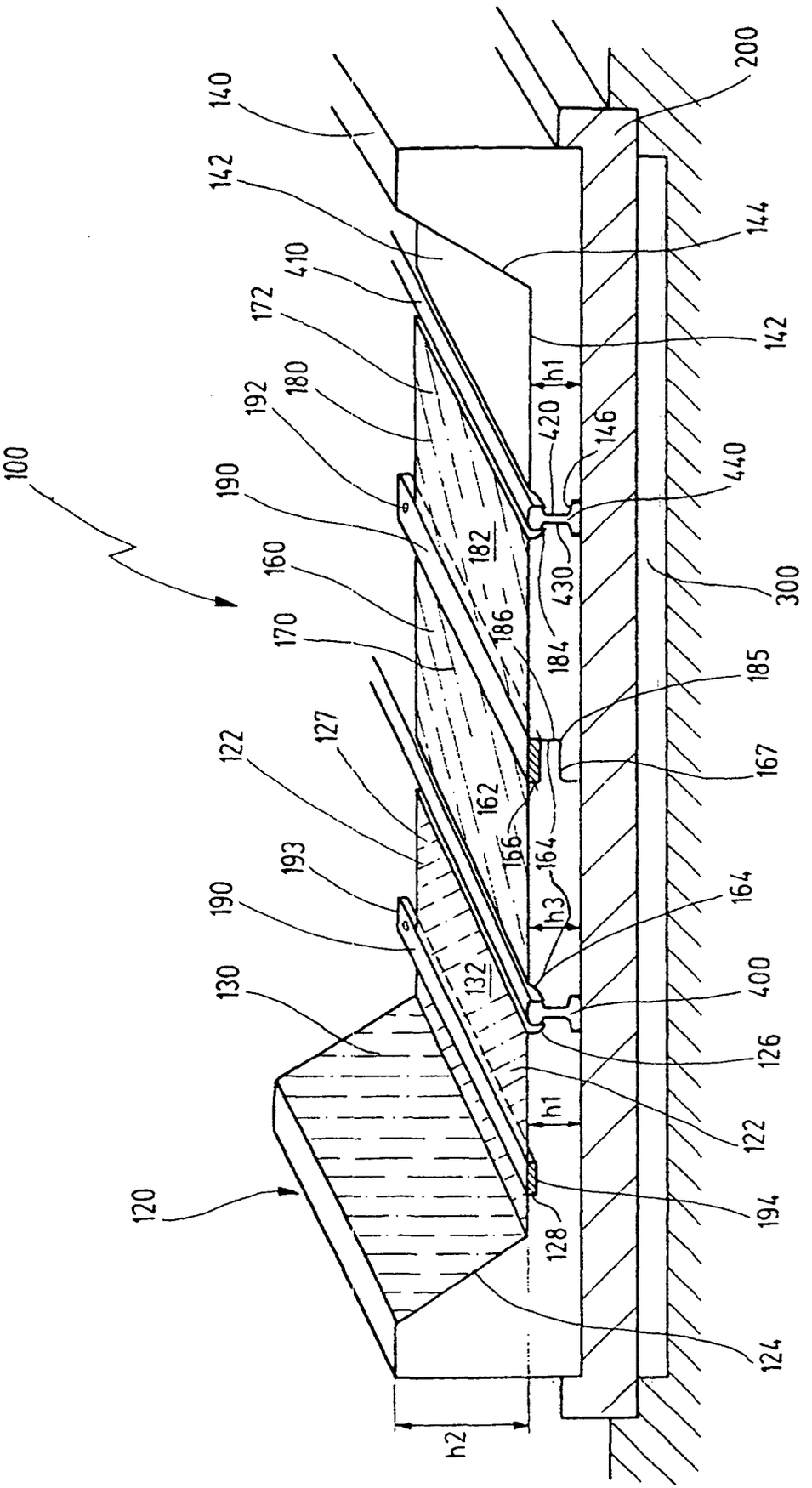

100
120
122
124
126
127
128
130
132
140
142
144
146
160
162
164
166
167
170
172
180
182
184
185
186
190
192
193
194
200
300
400
410
420
430
440
h1
h2
h3

Fig. 3a

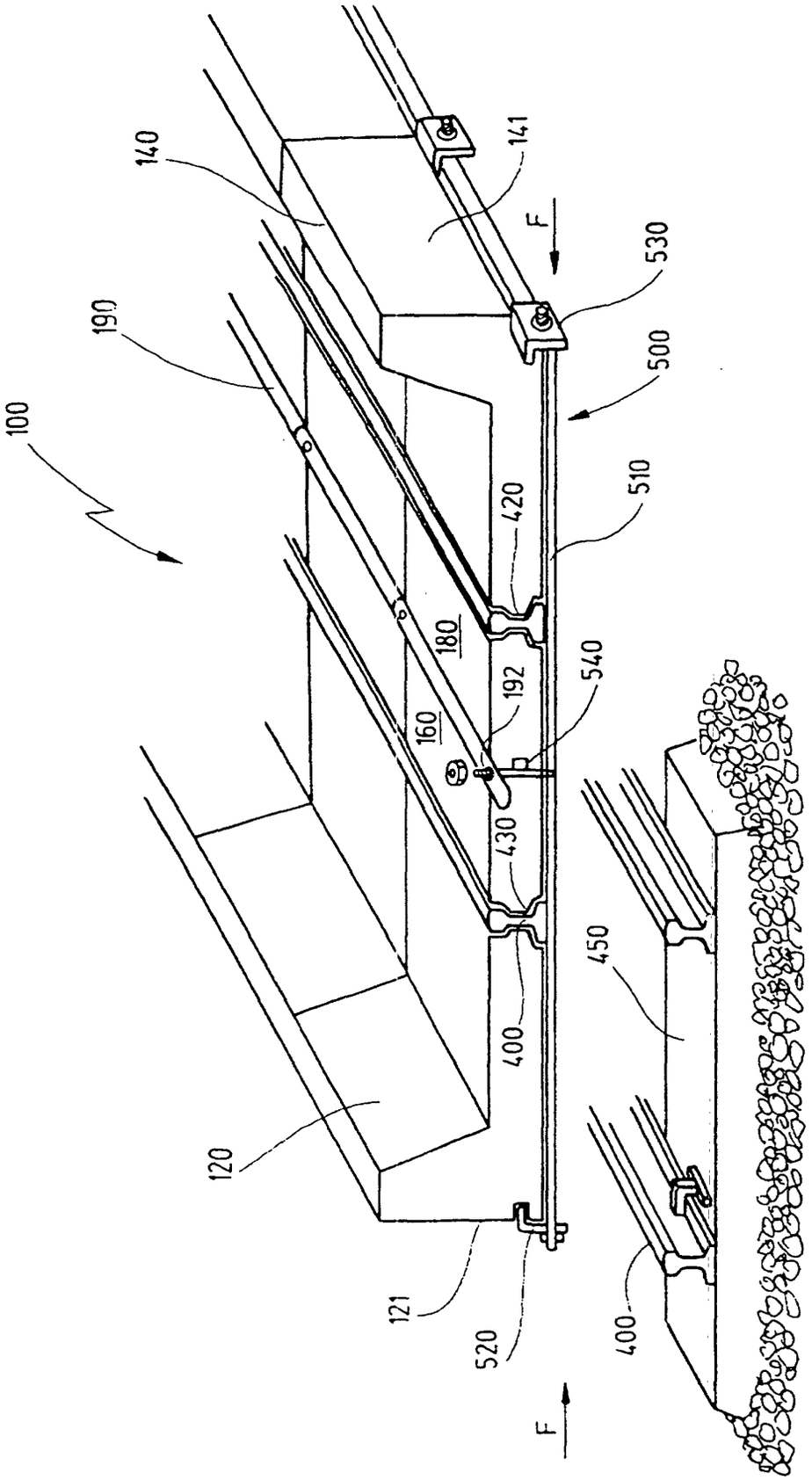

100
120
121
140
141
160
180
190
192
400
400
420
430
450
500
510
520
530
540
F
F

Fig. 3b