

Beschreibung

Oberbaukonstruktion

Die Erfindung bezieht sich auf eine Oberbaukonstruktion umfassend eine über einer Unterlage wie Betonschwelle angeordnete Schiene, die ihrerseits von einer Befestigung wie Rippenplatte ausgeht, wobei zwischen der Unterlage und der Befestigung zumindest eine Zwischenlage mit einer Steifigkeit x angeordnet ist.

Es ist bekannt, Schwellen auf Schotter zu betten oder auf Konstruktionen einer Festen Fahrbahn mit stabilen steifen Schwellenlagerungen zurückzugreifen. Im letzteren Fall wird die Schwelle wie Betonschwelle auf Asphalt- oder Betontragplatten oder entsprechende Tröge eingebracht und sodann in einer Vergußmasse wie Beton oder Asphalt teilweise eingegossen.

Um bei Festen Fahrbahnen eine Verringerung des von einer Schiene ausgehenden Körper- und Luftschalls zu erreichen, ist eine Konstruktion bekannt, eine Regelschiene wie S54 in einem Kanal, der aus Beton- bzw. Stahlteilen besteht, auf einer Korkschiicht aufzubringen. Zusätzlich sind Hohlkörper vorgesehen, die nach oben hin mit Polyure-



than-Kork-Gemisch gefüllt sind, um den Schall zu verringern. Allerdings hat eine entsprechende Konstruktion nicht zu dem gewünschten Ergebnis geführt. Vielmehr haben Schallmessungen ergeben, daß sogar gegenüber dem Schotterbau eine Schallerhöhung um 10 dB erfolgt.

Aus dem DE 89 15 837 U 1 ist eine Einrichtung zum Lagern von Schienen für Schienenfahrzeuge bekannt, bei der eine Rippenplatte auf einer elastischen Zwischenlage angeordnet wird, deren Dicke mindestens der der Rippenplatte entspricht. Dabei kann die Zwischenlage durch bestimmte Geometrievorgaben eine gewünschte Elastizität aufweisen. Gleiches gilt für die DE 40 11 013 A1, die sich auf eine temperierte Schienenkonstruktion für Gleise mit hohen Geschwindigkeiten bezieht. Dabei soll durch Ausbildung eines Hohlraums mit kunststoffmodifiziertem Klebemörtel sichergestellt werden, daß eine unmittelbare Übertragung von Wärme- oder Kühlenergie auf die Fahrschiene vermieden wird.

Nach der DE 41 38 575 A1 kann die Federsteifigkeit einer elastischen Zwischenlage aufstandskraftabhängig ausgebildet werden.

Der EP 0 632 164 A1 ist der Vorschlag zu entnehmen, eine elastische Zwischenlage bodenseitig derart zu strukturieren, daß sich bei Belastung eine größere Steifigkeit ergibt, wobei gleichzeitig eine Weiterleitung von Schall begrenzt werden soll.

Aus der DE 43 14 578 A1 ist eine elastische Schienenunterlage mit bodenseitigen Kompressionspunkten und umlaufender geschlossener Randleiste bekannt.

Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine Oberbaukonstruktion, insbesondere eine solche einer Festen Fahrbahn derart weiterzubilden, daß eine Reduzierung von Körper- und Luftschall erfolgt.

Das Problem wird erfindungsgemäß im wesentlichen dadurch gelöst, daß die Steifigkeit x der Zwischenlage in Abhängigkeit einer maximal gewünschten fußseitigen Schienen-



spannung in der Schiene bestimmt ist, insbesondere daß die Steifigkeit x derart ausgelegt ist, daß in der Schiene fußunterseitig eine maximale vorgebbare Schienenspannung erzeugbar ist.

Erfindungsgemäß wird die Zwischenlage auf die zulässige bzw. gewünschte maximale Schienenspannung ausgelegt, wodurch sich der Vorteil ergibt, daß die Schiene selbst weicher gelagert wird, wodurch eine Entkopplung zwischen der Schiene und der Schwelle erfolgt. Dies wirkt sich auch auf eine geringere Stützpunktbelastung aus, wodurch wiederum eine Reduzierung des Körperschalls erfolgt. Verstärkt kann dies dadurch werden, daß man als Schiene solche mit hohem Trägheits- und Widerstandsmoment über die Schienenmittellachse betrachtet verwendet, zum Beispiel eine Vollschiene, so daß die Schiene die Funktion eines Trägers ausübt und eine lasttragende Wirkung entfalten kann. Hierdurch erfolgt eine weitere Entkopplung zwischen der Schiene und der Schwelle, wodurch wiederum der von der Schiene ausgehende Körperschall beim Durchfahren eines Schienenfahrzeuges verringert wird.

Insbesondere wird die erfindungsgemäße Lehre dadurch realisiert, daß die Zwischenlage eine Federkennlinie derart aufweist, daß bei maximal zulässiger und/ oder vorgebbarer Schienenspannung die Zwischenlage im wesentlichen unelastische Eigenschaften besitzt. Es wird eine Zwischenlage vorgeschlagen, die vor Erreichen der maximal zulässigen und/oder vorgebbaren Schienenspannung eine geringe und bei Erreichen dieser eine hohe Steifigkeit aufweist.

Dabei ist vorzugsweise vorgesehen, daß die Zwischenlage im Bereich zulässiger Schienenspannung eine Steifigkeit x mit $x \leq 25 \text{ kN/mm}$ aufweist, vorzugsweise $4 \leq x \leq 25 \text{ kN/mm}$, bzw. daß bei Vorliegen der maximal zulässigen Schienenspannung die Zwischenlage eine Steifigkeit x mit $x \geq 35 \text{ kN/mm}$, insbesondere $x \geq 90 \text{ kN/mm}$ aufweist, vorzugsweise im Bereich von 100 kN/mm .

Insbesondere und nach einem eigenerfinderischen Vorschlag ist jedoch vorgesehen, daß bei unbelasteter Zwischenlage diese über ihrer Unterseite vorstehende Vorsprünge

aufweist, die innerhalb der Zwischenlage umfangsseitig von einem Freiraum (Ausparung) umgeben sind. Der Freiraum weist ein Volumen V_f auf, das gleich einem Volumen V_v ist, das der jeweilige Vorsprung in seinem über der Unterseite vorstehenden Abschnitt aufweist.

Durch den erfindungsgemäßen Vorschlag üben die Vorsprünge die Funktion einer Tragfeder aus, die dann wirksam ist, wenn die maximale Schienenspannung der über die Unterlage abgestützten Schiene noch nicht erreicht ist. Wird diese sodann erreicht, so werden die Vorsprünge derart in die Unterlage hineingedrückt, daß die Vorsprünge bündig mit der Unterseite der Zwischenlage abschließen und gleichzeitig die gesamten Freiräume (Ausparungen) ausfüllen. Hierdurch bedingt wird der Formfaktor der Zwischenlage derart erhöht, daß die maximal zulässige Schienenspannung auch bei weiterer Krafteinleitung grundsätzlich nicht überschritten werden kann. Insbesondere dann, wenn die Freiräume in der Unterlage vollständig vom Material der Vorsprünge ausgefüllt sind, sollte die Zwischenlage eine Steifigkeit x aufweisen, die im Bereich von 100 kN/mm liegt.

Insbesondere ist vorgesehen, daß die Schiene eine Vignolschiene mit einer maximal zulässigen Schienenspannung von 70 bis 100 N/mm² ist und daß die Zwischenlage eine Steifigkeit x von in etwa 4 bis 16 kN/mm aufweist, sofern die maximal zulässige Schienenspannung noch nicht erreicht ist.

Losgelöst von der Geometrie der Schiene sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, daß insbesondere Schienen zum Einsatz gelangen, die ein Trägheitsmoment I_x mit vorzugsweise $I_x \geq 3.400 \text{ cm}^4$ und einem Widerstandsmoment W_x mit vorzugsweise $W_x \geq 350 \text{ cm}^3$ aufweisen.

Insbesondere ist eine Oberbaukonstruktion einer Festen Fahrbahn vorgesehen, bei der die Schiene eine Vollschiene mit einem Trägheitsmoment I_x mit $3.700 \leq I_x \leq 3.800 \text{ cm}^4$ und einem Widerstandsmoment W_x mit $390 \leq W_x \leq 410 \text{ cm}^3$ ist und eine maximal gewünschte Schienenspannung σ (etwa $70 \pm 4 \text{ N/mm}^2$ für Schienenstahl UIC Güte A mit

880N/mm² Zugfestigkeit) erzeugbar ist und die Zwischenschicht eine Steifigkeit x von in etwa 10 ± 2 kN/mm bei Vollbahnen aufweist. Bei Verkehrsträgern mit geringeren Achslasten ergeben sich Steifigkeiten, die unter dem zuvor angegebenen Wert liegen.

In Weiterbildung der Erfindung sieht die Erfindung vor, daß die Schiene fußseitig derart ausgestaltet ist, daß der Fuß bei Schwingungsanregung Schallwellen einer Frequenz v aussendet, die im wesentlichen außerhalb eines Frequenzbereichs zwischen 500 und 3.000 Hz liegen. Hierdurch ergibt sich eine schwingungstechnische Gestaltung des Schienenfußes derart, daß im erheblichen Umfang eine Reduzierung des Luftschalls erfolgt.

Zusätzlich kann die Schiene steglos ausgebildet sein, wodurch ebenfalls verhindert wird, daß Beeinträchtigungen durch unerwünschte Luftschalls unterbleiben.

Sofern die Schiene einen Steg aufweist, sollte dieser derart gestaltet sein, daß der Steg bei Schwingungsanregung Schallwellen einer Frequenz v aussendet, die im wesentlichen außerhalb eines Frequenzbereichs zwischen in etwa 500 und 3.000 Hz liegen.

Um sicherzustellen, daß die Schiene aufgrund der Tatsache, daß diese über die Befestigung auf einer relativ weichen Zwischenlage ruht, nicht kippen kann, sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, daß die Schiene mit der Befestigung wie Rippenplatte eine Schienenverbreiterung bewirkende Einheit bildet. Dabei kann die Befestigung in der Zwischenlage eingelassen und von dieser längsrandseitig umschlossen sein.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen -für sich und/oder in Kombination-, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung von der Zeichnung zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch eine Oberbaukonstruktion mit einer ersten Ausführungsform einer Vignolschiene,

Fig. 2 einen Schnitt durch eine Oberbaukonstruktion mit einer zweiten Ausführungsform einer Vignolschiene,

Fig. 3 einen Schnitt durch eine Oberbaukonstruktion mit einer Vollschiene,

Fig. 4 einen Schnitt durch eine Zwischenlage mit wirksamer geringer Steifigkeit,

Fig. 5 die Zwischenlage nach Fig. 4 mit wirksamer hoher Steifigkeit und

Fig. 6 eine Kennlinie.

In den Figuren, in denen grundsätzlich gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, sind Ausschnitte einer Festen Fahrbahn umfassend eine Betonschwelle 10, eine über Schrauben 12, 14 mit dieser verbundene Rippenplatte 16 sowie eine auf dieser befestigten Schiene, bei der es sich bei der Fig. 1 um eine UIC60-Schiene 18, bei der Fig. 2 um eine Vignolschiene 20, die im Vergleich zu der UIC60-Schiene 18 in bezug auf Steg 22 und Fuß 24 schwingungstechnisch verändert ist, und um eine Vollschiene 26 gemäß Fig. 3 handelt.

Die jeweilige Schiene 18, 20, 26 ist mit der Rippenplatte 16 über geeignete Befestigungsmittel wie Spannbügel 28, 30 gesichert, die sich auf den Füßen 24 bzw. 32, 34 der Schienen 20 bzw. 18 und 26 abstützen. Dabei ist die Verbindung zwischen den Befestigungsmitteln 28 und 30 und den jeweiligen Schienenfüßen 24, 32, 34 derart, daß sich eine mechanische Einheit bildet, die zu einer scheinbaren Schienenfußverbreiterung führt. Hierdurch erfährt die jeweilige Schiene 18, 20, 26 eine höhere Kippstabilität.

Hinsichtlich der Befestigung der Rippenplatte 16 mit der Betonschwelle 10 über die

Schrauben 12 und 14 wird auf übliche Konstruktionen, insbesondere jedoch auf eine solche verwiesen, wie diese der WO 95/17552 zu entnehmen ist. Insoweit wird die diesbezügliche Offenbarung Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

Unabhängig von der Art der Befestigung zwischen der Rippenplatte 16 oder einem gleichwirkenden Element und der Schwelle 10 ist jedoch erfindungsgemäß vorgesehen, daß zwischen der Rippenplatte 16 bzw. einer entsprechenden Befestigung für die Schiene 18, 20, 26 und der Schwelle 10 eine elastische Zwischenlage 36, 38 bzw. 40 mit einer Steifigkeit x verläuft, die von der maximal gewünschten Schienenspannung der jeweiligen Schiene 18, 20, 26 abhängt. Dabei ist die Rippenplatte 16 vorzugsweise in die Zwischenlage 36, 38, 40 einvulkanisiert, die ihrerseits eine sogenannte geknickte Steifigkeits-Kennlinie aufweist. Dies bedeutet, daß die Zwischenlage 36, 38, 40 in ihrem Arbeitsbereich, in dem die Schiene 18, 20, 26 die maximal zulässige Schienenspannung noch nicht erreicht hat, weiche Eigenschaften besitzt, jedoch dann schlagartig hart werden, wenn die maximal zulässige Schienenspannung vorliegt. Um eine sogenannte geknickte Kennlinie zu erreichen, können konstruktive Maßnahmen gewählt werden, die der WO 94/08093 zu entnehmen sind. Dabei ist auf die entsprechende Offenbarung zu verweisen, die Gegenstand der vorliegenden Beschreibung ist.

Insbesondere sind jedoch die den Fig. 4 und 5 zu entnehmenden Maßnahmen vorzusehen, um die Zwischenlage in ihrer Steifigkeit derart einzustellen, daß vor Erreichen der maximal zulässigen Schienenspannung weiche Eigenschaften vorliegen, die sich dann schlagartig in harte Eigenschaften ändern, wenn die maximal zulässige Schienenspannung vorliegt.

Eine der Fig. 1 bis 3 zu entnehmende Zwischenlage 36, 38, 40 kann vom Prinzip her einen Aufbau zeigen, wie dieser den Fig. 4 und 5 zu entnehmen und mit dem Bezugszeichen 42 versehen ist. So weist die Zwischenlage 42 über ihrer Unterseite 44 vorstehende Vorsprünge 46 auf. Gleichzeitig sind die Vorsprünge 46 bei unbelasteter Zwischenlage 42 von einem Freiraum 48 (Ausparung in der Zwischenlage 42) umgeben. Dieser Freiraum 48 weist ein Volumen V_1 auf, das dem Volumen V_2 des Ab-

schnitts 50 der Vorsprünge 46 entspricht, der über der Unterseite 44 der Zwischenlage 42 vorsteht.

Die Vorsprünge 46 üben bei üblicher Belastung der Schiene, also bevor die maximal zulässige Schienenspannung erreicht ist, Tragfederfunktionen aus, stützen demzufolge allein die Rippenplatte 16 ab. Bei zunehmender Krafteinleitung und der damit verbundenen zunehmenden Schienenspannung drückt sich der Vorsprung 46 immer mehr in die Zwischenlage 42 mit der Folge ein, daß der Freiraum 48 vom Material des Vorsprungs 46 ausgefüllt wird. Ist die maximal zulässige Schienenspannung erreicht, so füllt der Vorsprung 46 den gesamten Freiraum 48 aus, so daß infolgedessen der Vorsprung 46 mit seiner Stirnfläche 52 mit der Unterseite 44 der Zwischenlage 42 bündig abschließt. Hierdurch bedingt übt die gesamte Zwischenlage 42 Tragfunktionen mit der Folge aus, daß die Zwischenlage 42 als Ganzes mit einer hohen Steifigkeit wirksam wird. Dies wiederum bedeutet, daß bei weiterer Krafteinleitung in die Schiene deren Schienenspannung nicht oder nicht im wesentlichen Umfang erhöht werden kann.

In Fig. 5 ist die Zwischenlage 42 mit in diese hineingedrückten Vorsprüngen 46 dargestellt. Man erkennt, daß die Stirnflächen 52 des Vorsprünge mit der Unterseite 44 der Zwischenlage 42 fluchten.

Anhand der Fig. 6 ist rein prinzipiell die Kennlinie der Zwischenlage 42 dargestellt. So ist in Abhängigkeit von der auf die Zwischenlage 42 einwirkenden Kraft die Einsenkung s dargestellt. In dem Bereich, in dem die maximal zulässige Schienenspannung noch nicht erreicht ist, zeigt die Kennlinie einen flachen Verlauf, der dann steil ansteigt, wenn die maximal zulässige Schienenspannung erreicht ist.

Anders ausgedrückt wird die Zwischenlage 42 derart ausgelegt, daß die Schiene derart biegsam ist, daß die maximal zulässige Schienenspannung erzeugbar ist und bei Vorliegen dieser ein weiteres Durchbiegen nicht mehr erfolgen kann, da die Zwischenlage 42 eine hohe Steifigkeit x aufweist, die vorzugsweise im Bereich von 100 kN/mm oder mehr liegen sollte.

Unter maximaler zulässiger Schienenspannung ist dabei diejenige zu verstehen, die fußunterseitig auftreten kann und zum Beispiel über den Meßstreifen ermittelbar ist. Dabei ist für Feste Fahrbahnen vorgesehen, daß die maximal gewünschte Schienenspannung $70 \pm 4 \text{ N/mm}^2$ bei üblicher Radlast von 10 t eines die Schiene durchfahrenden Fahrzeuges beträgt.

Um eine entsprechende maximale Schienenspannung beim Durchfahren des Schienenfahrzeugs mit der Radlast von 10 t zuzulassen, wird die Steifigkeit x der jeweiligen Zwischenlage 36, 38, 40 entsprechend ausgelegt, d. h., daß die Steifigkeit x der Zwischenlage 36, 38, 40 im Vergleich zu bekannten Oberbaukonstruktionen verringert, also die Schiene 18, 20, 26 weicher gelagert werden kann. Hierdurch wiederum ergibt sich eine Reduzierung des Körperschalls, da die Schiene 18, 20, 26 von der Schwelle 10 entkoppelt wird. Auch ist die Stützpunktbelastung reduziert.

Zur Realisierung der erfindungsgemäßen Lehre ist jedoch insbesondere vorgesehen, daß die Zwischenlage 36, 38, 40 in bezug auf ihre Federeigenschaften bzw. Steifigkeit eine sogenannte geknickte Kennlinie aufweist. So weist die Zwischenlage 36, 38, 40 solange elastische bzw. "weiche" Eigenschaften auf, bis die maximal zulässige bzw. vorgebbare Schienenspannung noch nicht erreicht ist. Liegt diese dagegen vor, so ist die Zwischenlage 36, 38, 40 "hart", weist also eine hohe Steifigkeit auf, so daß eine weitere Durchbiegung der Schiene 18, 20, 26 und damit Erhöhung der Schienenspannung unterbleibt.

Da in Abhängigkeit von der Geometrie einer Schiene diese mehr oder weniger die Funktion eines Trägers ausüben und damit eine lasttragende Wirkung entfalten kann, ergibt sich eine Verringerung der Steifigkeit x der Zwischenlage dann, wenn das Trägheitsmoment I_x und das Widerstandsmoment W_x der Schiene erhöht wird, also zum Beispiel die Geometrie einer üblichen UIC60-Schiene 18 dahingehend verändert wird, daß entsprechend der Fig. 2 der Steg 22 verbreitert und der Schienenfuß 24 mit geringerer Krümmung in den Steg 22 übergeht. Hieraus resultiert, daß die Schiene 20 weicher gelagert werden kann, ohne daß die maximal zulässige Schienenspannung von insbesondere $70 \pm 4 \text{ N/mm}^2$ überschritten wird. Weiche Lagerung bedeutet jedoch wei-

tergehende Entkopplung von der Schwelle 10 mit der Folge, daß der von der Schiene 20 abgegebene Körperschall verringert wird.

Noch bessere Ergebnisse zeigen sich bei der Vollschiene 26 gemäß Fig. 3, da aufgrund des noch höheren Trägheitsmoments I_x und Widerstandsmoments W_x eine noch weichere Lagerung erfolgen kann, bevor die maximal zulässige Schienenspannung erreicht ist.

Durch die Geometrie der Schiene 20 bzw. der der Vollschiene 26 bedingt ergibt sich des weiteren der Vorteil, daß der Fuß 24 bzw. 34 im Vergleich zu der UIC60-Schiene 18 schwingungstechnisch dergestalt verändert wurde, daß bei Schwingungsanregung der abgegebene Schall nicht im unerwünschten Frequenzbereich zwischen 500 und 3.000 Hz liegt. Durch die Verbreiterung bzw. Änderung der Form des Stegs 22 der Schiene 20 wird auch der üblicherweise von dem Steg einer Vignolschiene abgegebene Luftschall verringert.

Aufgrund der erfindungsgemäßen Lehre, daß die Schiene 18, 20, 26 auf der Zwischenlage 36, 38, 40 derart elastisch gelagert wird, daß bei üblichen Radlasten die maximal zulässige Schienenspannung erreichbar, jedoch aufgrund eines geknickten Verlaufs der Kennlinie grundsätzlich nicht überschritten wird, ergibt sich der Vorteil, daß eine Entkopplung zwischen der Schiene 18, 20, 26 und der Schwelle 10 derart erfolgt, daß unerwünschter Körperschall unterbunden wird. Wird ferner eine Vollschiene 26 oder eine Vignolschiene 20 mit schwingungstechnisch verändertem Steg 22 und Fuß 24 benutzt, um die Emission von Luftschall im Bereich zwischen 500 und 3.000 Hz weitgehend zu unterbinden, ergibt sich eine weitere schalltechnische Verbesserung einer Festen Fahrbahn.

Unter Berücksichtigung der erfindungsgemäßen Lehre ergibt sich für eine Vollschiene Vo 1-60 mit $I_x = 3.760 \text{ cm}^4$, $W_x = 430 \text{ cm}^3$ und einer maximalen zulässigen Schienenspannung von 73 N/mm^2 für die Zwischenlage 40 eine Steifigkeit von 10 kN/mm , woraus sich wiederum eine maximale Stützpunktbelastung von $25,3 \text{ kN}$ errechnet. Diese Werte gelten in dem Arbeitsbereich, in dem die maximale Schienenspannung nicht

überschritten ist. Wird diese dagegen erreicht, so ändert sich die Steifigkeit der Zwischenlage 40 derart, daß diese "hart" ist, also weitgehend unelastisch wird, so daß eine weitere Durchbiegung der Schiene unterbleibt. In diesem "harten" Bereich sollte die Steifigkeit $x \geq 35 \text{ kN/mm}$ betragen.

Diese Werte zeigen, daß die Vollschiene 26 in einem Umfang von der Unterlage 40 entkoppelt ist, daß beim Durchfahren der Schiene 26 deren Körperschall nur im geringen Umfang auf die Schwelle 10 und damit den Unterbau übertragen wird.



Patentansprüche

Oberbaukonstruktion

1. Oberbaukonstruktion wie feste Fahrbahn umfassend eine über einer Unterlage wie Betonschwelle (10) angeordnete Schiene (18, 20, 26), die ihrerseits von einer Befestigung (16) wie Rippenplatte ausgeht, wobei zwischen der Unterlage und der Befestigung zumindest eine Zwischenlage (36, 38, 40, 42) mit einer Steifigkeit x angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Steifigkeit x der Zwischenlage (36, 38, 40, 42) derart ausgelegt ist, daß in der Schiene (18, 20, 26) fußseitig eine maximal zulässige und/oder vorgebbare Schienenspannung erzeugbar ist.
2. Oberbaukonstruktion nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zwischenlage (36, 38, 40, 42) eine Federkennlinie derart aufweist, daß bei maximal zulässiger und/oder vorgegebbarer Schienenspannung die Zwischenlage im wesentlichen unelastische Eigenschaften besitzt.
3. Oberbaukonstruktion nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,





daß die Zwischenlage (36, 38, 40, 42) vor Erreichen der maximal zulässigen und/oder vorgebbaren Schienenspannung eine geringe und bei Erreichen dieser eine hohe Steifigkeit aufweist.

4. Oberbaukonstruktion nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenlage (36, 38, 40, 42) im Bereich zulässiger Schienenspannung eine Steifigkeit x mit $x \leq 25 \text{ kN/mm}$, vorzugsweise $4 \leq x \leq 25 \text{ kN/mm}$, aufweist.
5. Oberbaukonstruktion nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Vorliegen der maximal zulässigen Schienenspannung die Zwischenlage (36, 38, 40, 42) eine Steifigkeit $x \geq 35 \text{ kN/mm}$, insbesondere $x \geq 90 \text{ kN/mm}$ aufweist, vorzugsweise im Bereich von 100 kN/mm oder größer.
6. Oberbaukonstruktion nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schiene eine Vignolschiene (20) mit einer maximal zulässigen Schienenspannung von 70 bis 100 N/mm^2 ist und daß die Zwischenlage (38) eine Steifigkeit x von in etwa 4 bis 16 kN/mm vor Erreichen der maximal zulässigen Schienenspannung aufweist.
7. Oberbaukonstruktion nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schiene eine Vollschiene (26) vorzugsweise eines Schienenstahls UIC Güte A mit in etwa 880 N/mm^2 Zugfestigkeit mit einem Trägheitsmoment I_x mit $I_x \geq 3.700 \text{ cm}^4$ und/oder einem Widerstandsmoment W_x mit $W_x \geq 390 \text{ cm}^3$ ist und daß bei maximal gewünschter Schienenspannung von in etwa $70 \pm 4 \text{ N/mm}^2$ die Zwischenlage (40) eine Steifigkeit x mit x in etwa $10 \pm 2 \text{ kN/mm}$ aufweist.





8. Oberbaukonstruktion nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schiene (20) fußseitig derart gestaltet ist, daß der Fuß (24) bei Schwingungsanregung Schallwellen einer Frequenz ν aussendet, die im wesentlichen außerhalb eines Frequenzbereichs zwischen in etwa 500 und 3.000 Hz liegen.
9. Oberbaukonstruktion nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schiene (26) steglos ausgebildet ist.
10. Oberbaukonstruktion nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schiene (20) stegseitig derart gestaltet ist, daß der Steg (22) bei Schwingungsanregung Schallwellen einer Frequenz ν aussendet, die im wesentlichen außerhalb eines Frequenzbereichs zwischen in etwa 500 und 3.000 Hz liegen.
11. Oberbaukonstruktion nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schiene (18, 20, 26) mit der Befestigung (16) eine Schienenfußverbreiterung bewirkende Einheit bildet.
12. Oberbaukonstruktion nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Befestigung (16) in der Zwischenlage (36, 38, 40) eingelassen, vorzugsweise längsrandseitig von dieser umschlossen ist.
13. Oberbaukonstruktion wie feste Fahrbahn umfassend eine über einer Unterlage wie Betonschwelle (10) angeordnete Schiene (18, 20, 26), die ihrerseits von einer Befestigung (16) wie Rippenplatte ausgeht, wobei zwischen der Unterlage und der Befestigung zumindest eine Zwischenlage (36, 38, 40, 42) mit einer Steifigkeit x angeordnet ist,





dadurch gekennzeichnet,

daß die Steifigkeit x der Zwischenlage (36, 38, 40, 42) derart ausgelegt ist, daß die Schiene (18, 20, 26) fußunterseitig maximal bis zu einer Schienenspannung im Bereich von 70 bis 100 N/mm² verformbar ist.

14. Oberbaukonstruktion nach vorzugsweise zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

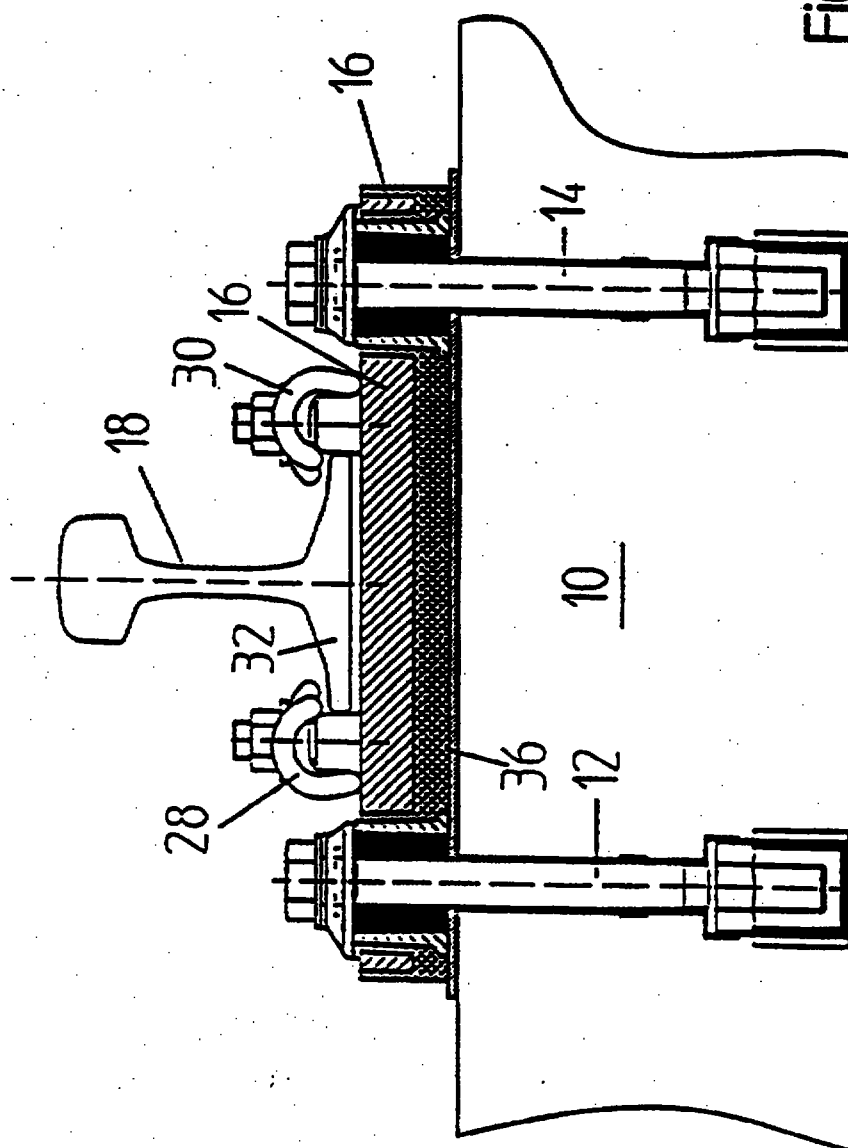
daß bei unbelasteter Zwischenlage (42) diese über ihrer Unterseite (44) vorstehende Vorsprünge (46) aufweist, die innerhalb der Zwischenlage umfangsseitig von einem Freiraum (48) umgeben sind, wobei jeder Freiraum ein Volumen V_f aufweist, das gleich einem Volumen V_v ist, das dem eines Vorsprungs (46) in seinem über der Unterseite der Zwischenlage vorstehenden Abschnitt (50) entspricht.

15. Oberbaukonstruktion nach zumindest Anspruch 14,

dadurch gekennzeichnet,

daß bei Vorliegen der maximal zulässigen Schienenspannung die Volumina der Freiräume (48) vollständig vom Material der Vorsprünge (46) ausgefüllt sind und daß die Vorsprünge bündig zur Unterseite (44) der Zwischenlage zur Erzielung einer hohen Steifigkeit x der Zwischenlage (42) abschließen, insbesondere zur Erzielung einer Steifigkeit x im Bereich von 100 kN/mm.





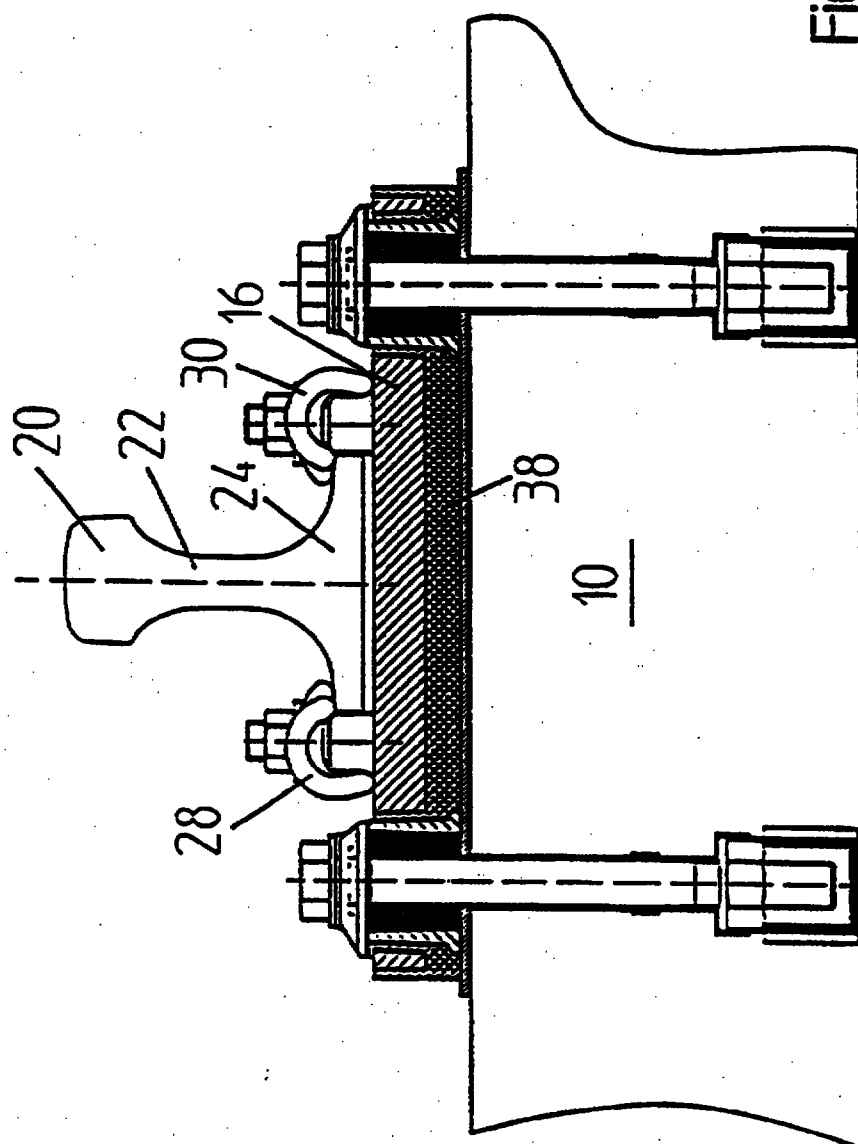


Fig. 2

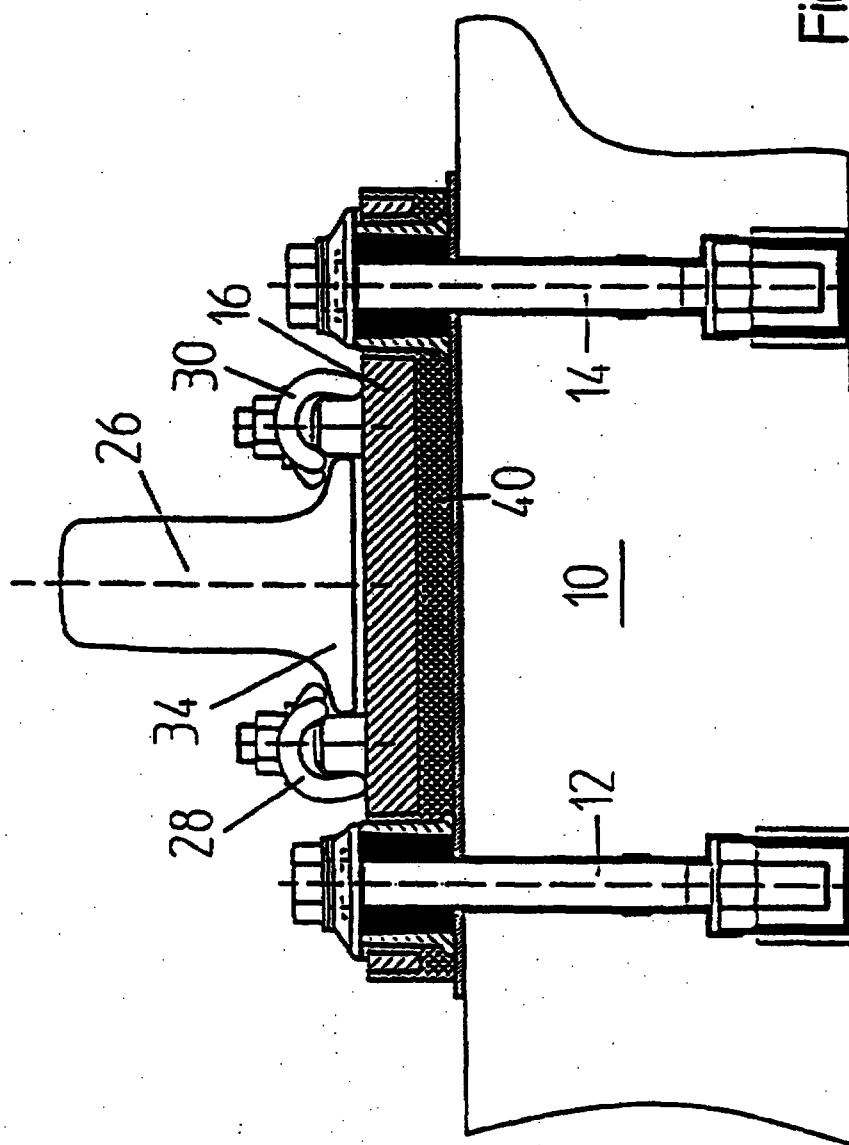
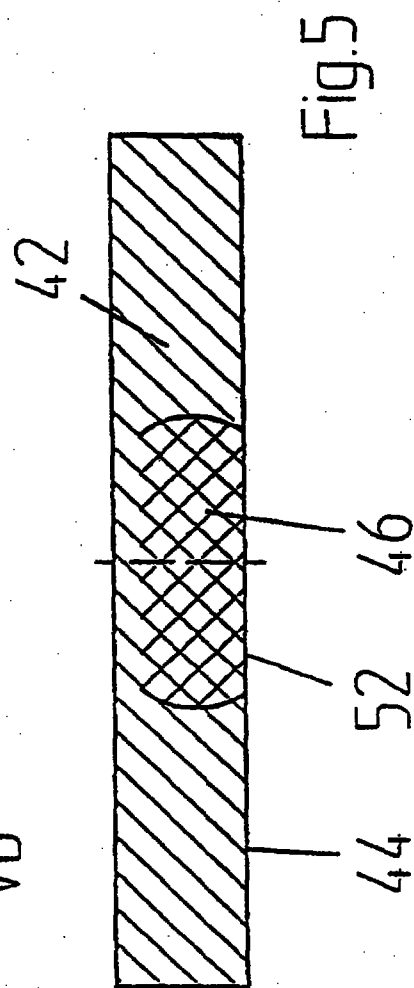
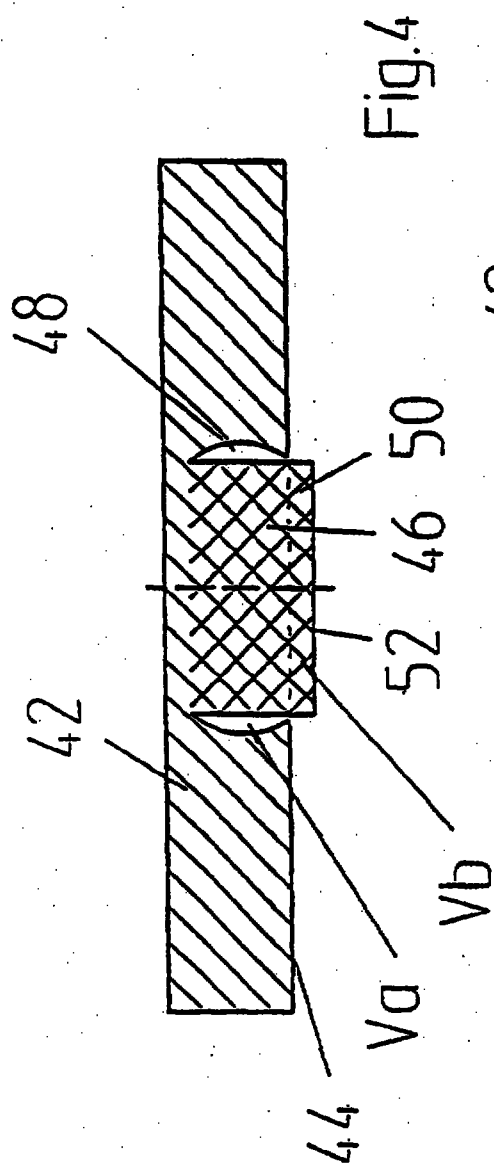


Fig. 3



5/5

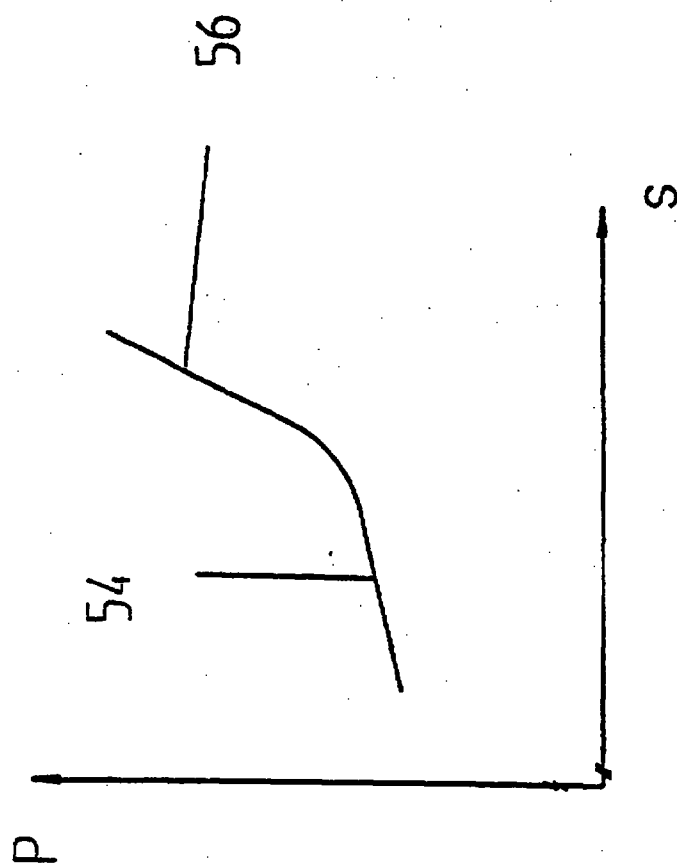


Fig.6

than-Kork-Gemisch gefüllt sind, um den Schall zu verringern. Allerdings hat eine entsprechende Konstruktion nicht zu dem gewünschten Ergebnis geführt. Vielmehr haben Schallmessungen ergeben, daß sogar gegenüber dem Schotterbau eine Schallerhöhung um 10 dB erfolgt.

Aus dem DE 89 15 837 U 1 ist eine Einrichtung zum Lagern von Schienen für Schienenfahrzeuge bekannt, bei der eine Rippenplatte auf einer elastischen Zwischenlage angeordnet wird, deren Dicke mindestens der der Rippenplatte entspricht. Dabei kann die Zwischenlage durch bestimmte Geometrievorgaben eine gewünschte Elastizität aufweisen. Gleiches gilt für die DE 40 11 013 A1, die sich auf eine temperierte Schienenkonstruktion für Gleise mit hohen Geschwindigkeiten bezieht. Dabei soll durch Ausbildung eines Hohlraums mit kunststoffmodifiziertem Klebemörtel sichergestellt werden, daß eine unmittelbare Übertragung von Wärme- oder Kühlenergie auf die Fahrschiene vermieden wird.

Nach der DE 41 38 575 A1 kann die Federsteifigkeit einer elastischen Zwischenlage aufstandskraftabhängig ausgebildet werden.

Der EP 0 632 164 A1 ist der Vorschlag zu entnehmen, eine elastische Zwischenlage bodenseitig derart zu strukturieren, daß sich bei Belastung eine größere Steifigkeit ergibt, wobei gleichzeitig eine Weiterleitung von Schall begrenzt werden soll.

Aus der DE 43 14 578 A1 ist eine elastische Schienenunterlage mit bodenseitigen Kompressionspunkten und umlaufender geschlossener Randleiste bekannt.

Aus der WO 95/06165 ist eine Oberbaukonstruktion bekannt, bei der Schiene auf einer Unterlage abgestützt ist, in der ein beweglicher Abschnitt gelagert ist. Auf diesen ist die Schiene zunächst abgestützt. Wird eine vorgebbare Kraft überschritten, wird die Kraft auf die Unterlage und somit in eine Abstützung wie Schwelle abgeleitet.

Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine Oberbaukonstruktion, insbesondere eine solche einer Festen Fahrbahn derart weiterzubilden, dass eine Reduzierung von Körper- und Luftschall erfolgt.

Das Problem wird erfindungsgemäß im wesentlichen dadurch gelöst, dass die Steifigkeit x der Zwischenlage derart ausgelegt ist, dass bei maximal zulässiger und/oder vorgebarer Schienenspannung in der Schiene die Zwischenlage im wesentlichen unelastische Eigenschaften derart besitzt, dass ein weiteres Durchbiegen der Schiene nicht oder im wesentlichen nicht mehr erfolgt.

Erfindungsgemäß wird die Zwischenlage auf die zulässige bzw. gewünschte maximale Schienenspannung ausgelegt, wodurch sich der Vorteil ergibt, daß die Schiene selbst weicher gelagert wird, wodurch eine Entkopplung zwischen der Schiene und der Schwelle erfolgt. Dies wirkt sich auch auf eine geringere Stützpunktbelastung aus, wodurch wiederum eine Reduzierung des Körperschalls erfolgt. Verstärkt kann dies dadurch werden, daß man als Schiene solche mit hohem Trägheits- und Widerstandsmoment über die Schienenmittelachse betrachtet verwendet, zum Beispiel eine Vollschiene, so daß die Schiene die Funktion eines Trägers ausübt und eine lasttragende Wirkung entfalten kann. Hierdurch erfolgt eine weitere Entkopplung zwischen der Schiene und der Schwelle, wodurch wiederum der von der Schiene ausgehende Körperschall beim Durchfahren eines Schienenfahrzeuges verringert wird.

Es wird eine Zwischenlage vorgeschlagen, die vor Erreichen der maximal zulässigen und/oder vorgebbaren Schienenspannung eine geringe und bei Erreichen dieser eine hohe Steifigkeit aufweist.

Dabei ist vorzugsweise vorgesehen, daß die Zwischenlage im Bereich zulässiger Schienenspannung eine Steifigkeit x mit $x \leq 25 \text{ kN/mm}$ aufweist, vorzugsweise $4 \leq x \leq 25 \text{ kN/mm}$, bzw. daß bei Vorliegen der maximal zulässigen Schienenspannung die Zwischenlage eine Steifigkeit x mit $x \geq 35 \text{ kN/mm}$, insbesondere $x \geq 90 \text{ kN/mm}$ aufweist, vorzugsweise im Bereich von 100 kN/mm .

Insbesondere und nach einem eigenerfinderischen Vorschlag ist jedoch vorgesehen, daß bei unbelasteter Zwischenlage diese über ihrer Unterseite vorstehende Vorsprünge



BWG Butzbacher Weichenbau GmbH
Wetzlarer Straße 101

35510 Butzbach

Patentansprüche

Oberbaukonstruktion

1. Oberbaukonstruktion wie feste Fahrbahn umfassend eine über einer Unterlage wie Betonschwelle (10) angeordnete Schiene (18, 20, 26), die ihrerseits von einer Befestigung (16) wie Rippenplatte ausgeht, wobei zwischen der Unterlage und der Befestigung zumindest eine Zwischenlage (36, 38, 40, 42) mit einer Steifigkeit x angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steifigkeit x der Zwischenlage (36, 38, 40, 42) derart ausgelegt ist, dass bei maximal zulässiger und/oder vorgegebbarer Schienenspannung in der Schiene (18, 20, 26) die Zwischenlage im wesentlichen unelastische Eigenschaften derart besitzt, dass ein weiteres Durchbiegen der Schiene nicht oder im wesentlichen nicht mehr erfolgt.



2. Oberbaukonstruktion nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenlage (36, 38, 40, 42) im Bereich zulässiger Schienenspannung eine Steifigkeit x mit $x \leq 25 \text{ kN/mm}$, vorzugsweise $4 \leq x \leq 25 \text{ kN/mm}$, aufweist.
3. Oberbaukonstruktion nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Vorliegen der maximal zulässigen Schienenspannung die Zwischenlage (36, 38, 40, 42) eine Steifigkeit $x \geq 35 \text{ kN/mm}$, insbesondere $x \geq 90 \text{ kN/mm}$ aufweist, vorzugsweise im Bereich von 100 kN/mm oder größer.
4. Oberbaukonstruktion nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schiene eine Vignolschiene (20) mit einer maximal zulässigen Schienenspannung von 70 bis 100 N/mm^2 ist und daß die Zwischenlage (38) eine Steifigkeit x von in etwa 4 bis 16 kN/mm vor Erreichen der maximal zulässigen Schienenspannung aufweist.
5. Oberbaukonstruktion nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schiene eine Vollschiene (26) vorzugsweise eines Schienenstahls UIC Güte A mit in etwa 880 N/mm^2 Zugfestigkeit mit einem Trägheitsmoment I_x mit $I_x \geq 3.700 \text{ cm}^4$ und/oder einem Widerstandsmoment W_x mit $W_x \geq 390 \text{ cm}^3$ ist und daß bei maximal gewünschter Schienenspannung von in etwa $70 \pm 4 \text{ N/mm}^2$ die Zwischenlage (40) eine Steifigkeit x mit x in etwa $10 \pm 2 \text{ kN/mm}$ aufweist.



6. Oberbaukonstruktion nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Fuß der Schiene (20) bei Schwingungsanregung Schallwellen einer Frequenz ν aussendet, die im wesentlichen außerhalb eines Frequenzbereichs zwischen in etwa 500 und 3.000 Hz liegen.
7. Oberbaukonstruktion nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schiene (26) steglos ausgebildet ist.
8. Oberbaukonstruktion nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schiene (20) stegseitig derart gestaltet ist, daß der Steg (22) bei Schwingungsanregung Schallwellen einer Frequenz ν aussendet, die im wesentlichen außerhalb eines Frequenzbereichs zwischen in etwa 500 und 3.000 Hz liegen.
9. Oberbaukonstruktion nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schiene (18, 20, 26) mit der Befestigung (16) eine Schienenfußverbreiterung bewirkende Einheit bildet.
10. Oberbaukonstruktion nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Befestigung (16) in der Zwischenlage (36, 38, 40) eingelassen, vorzugsweise längsrandseitig von dieser umschlossen ist.
11. Oberbaukonstruktion nach zumindest Anspruch 1,



d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß die Steifigkeit x der Zwischenlage (36, 38, 40, 42) derart ausgelegt ist, daß die Schiene (18, 20, 26) fußunterseitig maximal bis zu einer Schienenspannung im Bereich von 70 bis 100 N/mm² verformbar ist.

12. Oberbaukonstruktion wie feste Fahrbahn umfassend eine über einer Unterlage wie Betonschwelle (10) angeordnete Schiene (18, 20, 26), die ihrerseits von einer Befestigung (16) wie Rippenplatte ausgeht, wobei zwischen der Unterlage und der Befestigung zumindest eine Zwischenlage (36, 38, 40, 42) mit einer Steifigkeit x angeordnet ist,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß bei unbelasteter Zwischenlage (42) diese über ihrer Unterseite (44) vorstehende Vorsprünge (46) aufweist, die innerhalb der Zwischenlage umfangsseitig von einem Freiraum (48) umgeben sind, wobei jeder Freiraum ein Volumen V_a aufweist, das gleich einem Volumen V_b ist, das dem eines Vorsprungs (46) in seinem über der Unterseite der Zwischenlage vorstehenden Abschnitt (50) entspricht, wobei bei Erreichen einer maximal zulässigen und/oder vorgebbaren Schienenspannung in der Schiene (18, 20, 26) die Vorsprünge derart in der Zwischenlage hineingedrückt sind, dass die Vorsprünge bündig mit der Unterseite der Zwischenlage verlaufen.

13. Oberbaukonstruktion nach zumindest Anspruch 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß bei Vorliegen der maximal zulässigen Schienenspannung die Volumina der Freiräume (48) vollständig vom Material der Vorsprünge (46) ausgefüllt sind und daß die Vorsprünge bündig zur Unterseite (44) der Zwischenlage zur Erzielung einer hohen Steifigkeit x der Zwischenlage (42) abschließen, insbesondere zur Erzielung einer Steifigkeit x im Bereich von 100 kN/mm.

Description

Superstructure Construction

The invention relates to a superstructure construction comprising a rail disposed above a support layer such as a concrete sleeper and in its turn extending from a securing device such as a ribbed plate, where at least one intermediate layer with a rigidity x is disposed between the support layer and the securing device.

Bedding sleepers on ballast or resorting to designs with a ballastless track and stable, rigid sleeper mountings is known. In the latter case, the sleeper such as a concrete sleeper is placed on asphalt or concrete supporting plates or suitable troughs and then partially cast in place using a sealing compound such as concrete or asphalt.

To achieve a reduction of the structure-borne and airborne sound emitted by a rail in ballastless tracks, a construction is known where a standard rail such as S54 is placed on a cork layer inside a channel comprising concrete or steel parts. In addition, cavities are provided that are filled at the top with a polyurethane/cork mixture to reduce sound.

THIS SHEET HAS BEEN
REPLACED

WO 97/06356

2

PCT/EP96/03497

However, this construction has not brought the desired result, and indeed sound measurements show that there has even been a 10 dB sound increase compared with the ballast construction.

A device for mounting rails for rolling stock is known from DE 89 15 837 U1, in which a ribbed plate is disposed on an elastic intermediate layer whose thickness is at least that of the ribbed plate. The intermediate layer can here have a required elasticity thanks to certain geometrical parameters. The same applies for DE 40 11 013 A1, which relates to a tempered rail structure for high-speed tracks. It is intended here to ensure, by providing a cavity with plastic-modified adhesive mortar, that a direct transmission of heat energy or cooling energy to the rail is prevented.

According to DE 41 38 575 A1, the spring rigidity of an elastic intermediate layer can be designed dependent on the contact force.

EP 0 632 164 A1 contains the proposal to structure the bottom of an elastic intermediate layer such that under load a higher rigidity results, while the transmission of sound is to be restricted at the same time.

An elastic rail support layer with bottom compression points and all-round closed edge strip is known from DE 43 14 578 A1.

The problem underlying the present invention is to develop a superstructure construction, in particular one on a ballastless track, such that a reduction of structure-borne and airborne sound is achieved.

The problem is substantially solved in accordance with the invention in that the rigidity

This Sheet Has Been Replaced



THIS SHEET HAS BEEN
REPLACED

WO 97/06356

3

PCT/EP96/03497

x of the intermediate layer is determined as a function of the maximum required foot-side rail stress in the rail, in particular in that the rigidity x is rated such that a maximum presettable rail stress can be generated in the rail on the underside of the foot.

In accordance with the invention, the intermediate layer is rated for the permissible or required maximum rail stress, which has the advantage that the rail itself is on a softer support, thus achieving a decoupling between the rail and the sleeper. The effect of this is a lower loading of the support point and in turn a reduction in the structure-borne sound. This can be improved by using as rails those with high moment of inertia and moment of resistance when seen over the rail central axis, for example a filled section rail, so that the rail can perform the function of a support and develop a load-bearing effect. This results in a further decoupling between rail and sleeper, whereby a further reduction is achieved of the structure-borne sound emitted by the rail when it is traversed by rolling stock.

In particular, the teachings in accordance with the invention are achieved in that the intermediate layer has a spring characteristic such that the intermediate layer has substantially non-elastic properties at maximum permissible and/or presettable rail stress. An intermediate layer is proposed that has a low rigidity before the maximum permissible and/or presettable rail stress is reached and a high rigidity when this rail stress is reached.

It is preferably provided here that the intermediate layer has a rigidity x of $x \leq 25$ kN/mm, preferably $4 \leq x \leq 25$ kN/mm, and/or that at the maximum permissible rail stress the intermediate layer has a rigidity x of $x \geq 35$ kN/mm, in particular $x \geq 90$ kN/mm, preferably in the vicinity of 100 kN/mm.

This Sheet Has Been Replaced



In particular, and in accordance with a proposal inventive per se, it is proposed that when the intermediate layer is without load it has projections extending beyond its underside and surrounded within the intermediate layer by a cavity (recess) on the circumferential side. The cavity has a volume V_a , which is equal to a volume V_b that the respective projection has in its section projecting beyond the underside.

Thanks to the proposal in accordance with the invention, the projections have the function of a supporting spring which is effective when the maximum rail stress of the rail supported by the support layer has not yet been reached. If this is then reached, the projections are forced into the support layer such that the projections are flush with the underside of the intermediate layer and at the same time fill the entire cavities (recesses). As a result, the form factor of the intermediate layer is increased such that the maximum permissible rail stress is not generally exceeded even when further forces are introduced. The intermediate layer should have a rigidity x which is in the vicinity of 100 kN/mm in particular when the cavities in the support layer are completely filled by the material of the projections.

It is provided in particular that the rail is a Vignol rail with a maximum permissible rail stress of 70 to 100 N/mm² and that the intermediate layer has a rigidity x of approximately 4 to 16 kN/mm, provided the maximum permissible rail stress has not yet been reached.

Apart from the geometry of the rail, an embodiment of the invention provides that in particular rails are used that have a moment of inertia I_x with preferably $I_x \geq 3400 \text{ cm}^4$ and a moment of resistance W_x with preferably $W_x \geq 350 \text{ cm}^3$.

In particular, a superstructure construction with ballastless track is provided in which the

rail is a filled section rail with a moment of inertia I_x of $3700 \leq I_x \leq 3800 \text{ cm}^4$ and a moment of resistance W_x of $390 \leq W_x \leq 410 \text{ cm}^3$ and a maximum required rail stress σ can be generated (approx. $70 \pm 4 \text{ N/mm}^2$ for rail steel UIC Class A with 880 N/mm^2 tensile strength) and the intermediate layer has a rigidity x of approximately $10 \pm 2 \text{ kN/mm}$ for filled section tracks. In the case of traffic carriers with low axle loads, rigidities lower than the previously stated value are obtained.

In an embodiment of the invention, the invention provides for the rail to be designed at its foot such that the latter emits sound waves with a frequency ν when vibrations are excited, said waves being substantially outside a frequency range between 500 and 3000 Hz. This results in a rail foot design in respect of its vibration technology that ensures a considerable reduction of the airborne sound.

In addition, the rail can be designed without a web, which also prevents problems from unwelcome airborne sound.

If the rail has a web, the latter should be designed such that it emits sound waves with a frequency ν when vibrations are excited, said waves being substantially outside a frequency range between approximately 500 and 3000 Hz.

To ensure that the rail cannot tilt due to the fact that it rests on a relatively soft intermediate layer with its securing device, an embodiment of the invention provides that the rail forms together with the securing device such as a ribbed plate a unit which has the effect of widening the rail. The securing device here can be positioned inside the intermediate layer and enclosed by the latter along its longitudinal edge.

Further details, advantages and features of the invention are shown not only in the

claims and in the features they contain - singly and/or in combination - but also in the following description of preferred design examples shown in the drawing.

The drawing shows in

Fig. 1 a section through a superstructure construction with a first embodiment of a Vignol rail,

Fig. 2 a section through a superstructure construction with a second embodiment of a Vignol rail,

Fig. 3 a section through a superstructure construction with a filled section rail,

Fig. 4 a section through an intermediate layer with low effective rigidity,

Fig. 5 the intermediate layer according to Fig. 4 with high effective rigidity, and,

Fig. 6 a characteristic.

The figures - where as a general rule identical elements are identified by identical reference numbers - show sections through a ballastless track comprising a concrete sleeper 10, a ribbed plate 16 connected thereto by bolts 12, 14, and a rail attached to this ribbed plate, the rails being a UIC60 rail 18 in Fig. 1, a Vignol rail 20 in Fig. 2, which has a changed vibration technology compared with the UIC60 rail 18 in respect of the web 22 and the foot 24, and a filled section rail 26 in Fig. 3.

The respective rails 18, 20, 26 are secured to the ribbed plate 16 using suitable fasteners

such as clips 28, 30 resting on the feet 24 or 32, 34 of the rails 20 or 18 and 26 respectively. Here the connection between the fasteners 28 and 30 and the respective rail feet 24, 32, 34 is such that a mechanical unit is formed that leads to an apparent widening of the rail foot. As a result, the respective rail 18, 20, 26 attains a greater tilting stability.

As regards the fastening of the ribbed plate 16 to the concrete sleeper 10 using the bolts 12 and 14, reference is made to standard designs, in particular however to those found in WO 95/17552. To that extent, the disclosure in this respect is the subject matter of the present invention.

Regardless of the type of fastening between the ribbed plate 16 or element with the same effect and the sleeper 10, however, it is provided in accordance with the invention that an elastic intermediate layer 36, 38, 40 passes between the ribbed plate 16 or corresponding securing device for the rail 18, 20, 26 respectively and the sleeper 10, said intermediate layer having a rigidity x that depends on the maximum required rail stress of the respective rail 18, 20, 26. In this case the ribbed plate 16 is preferably vulcanized into the intermediate layer 36, 38, 40, which in turn has a so-called kinked rigidity characteristic. This means that the intermediate layer 36, 38, 40 has properties which are soft in that working range in which the rail 18, 20, 26 has not yet reached the maximum permissible rail stress, but then abruptly become hard when the maximum permissible rail stress prevails. To obtain a so-called kinked characteristic, design measures to be found in WO 94/08093 can be selected. Reference is made here to the appropriate disclosure, which is the subject of the present invention.

In particular however, the measures to be found in Figs. 4 and 5 must be provided, in order to set the rigidity of the intermediate layer such that its properties are soft before

the maximum permissible rail stress is reached, and then change abruptly to hard properties when the maximum permissible rail stress prevails.

An intermediate layer 36, 38, 40 shown in Figs. 1 to 3 can in its principle have a design as shown in Figs. 4 and 5 and provided with the reference number 42. The intermediate layer 42 therefore has projections 46 projecting beyond its underside 44. At the same time, the projections 46 are surrounded by a cavity 48 (recess in the intermediate layer 42) when the intermediate layer 42 is without load. This cavity 48 has a volume V_1 corresponding to the volume V_0 of that section 50 of the projections 46 which extends beyond the underside 44 of the intermediate layer 42.

The projections 46 perform, under standard loading of the rail, i.e. before the maximum permissible rail stress is attained, supporting spring functions, and accordingly support the ribbed plate 16 alone. As the force introduced increases and, concomitantly, the rail stress likewise increases, the projection 46 is forced more and more into the intermediate layer 42, the result being that the cavity 48 is filled by the material of the projection 46. When the maximum permissible rail stress is reached, the projection 46 fills the entire cavity 48, so that as a consequence thereof the front face 52 of the projection 46 is flush with the underside 44 of the intermediate layer 42. Because of this, the entire intermediate layer 42 performs supporting functions, with the result that the intermediate layer as a whole is effective with a high rigidity. This in turn means that when further forces are introduced into the rail its rail stress can only be increased insubstantially, if at all.

Fig. 5 shows the intermediate layer 42 with the projections 46 forced into it. It can be seen that the front faces 52 of the projections are aligned with the underside 44 of the intermediate layer 42.

Fig. 6 shows purely in principle the characteristic of the intermediate layer 42. The subsidence s is therefore shown as a function of the force acting on the intermediate layer 42. In the area in which the maximum permissible rail stress has not yet been reached the characteristic has a flat curve, which rises steeply when the maximum permissible rail stress has been reached.

In other words, the intermediate layer 42 is designed such that the rail is bendable enough that the maximum permissible rail stress can be generated and when the latter is reached no further bending is possible, since the intermediate layer 42 has a high rigidity x which is preferably in the vicinity of 100 kN/mm or more.

The maximum permissible rail stress is that rail stress which can occur at the foot underside and can be ascertained using the measuring strip, for example. It is provided here for ballastless tracks that the maximum required rail stress is $70 \pm 4 \text{ N/mm}^2$ with a standard wheel load of 10 t in rolling stock traversing the rail.

To permit an appropriate maximum rail stress when rolling stock with a wheel load of 10 t traverses the rail, the rigidity x of the respective intermediate layer 36, 38, 40 is rated accordingly, i.e. the rigidity x of the intermediate layer 36, 38, 40 compared with known superstructure constructions is reduced, meaning that the rail 18, 20, 26 can have a softer support. This in turn results in a reduction of the structure-borne sound since the rail 18, 20, 26 is decoupled from the sleeper 10. The support point load too is reduced.

To realize the teachings in accordance with the invention, however, it is provided that the intermediate layer 36, 38, 40 has in respect of its spring properties or rigidity a so-called kinked characteristic. The intermediate layer 36, 38, 40 therefore has elastic or "soft" properties as long as the maximum permissible or presettable rail stress has not

yet been reached. If this rail stress does prevail, the intermediate layer 36, 38, 40 is "hard", i.e. has a high rigidity, so that there is no further bending of the rail 18, 20, 26 and hence no increase in the rail stress.

Since a rail can, depending on its geometry, more or less perform the function of a support and hence develop a load-carrying effect, a reduction of the rigidity x of the intermediate layer results when the moment of inertia I_x and the moment of resistance W_x of the rail are increased, i.e. for example when the geometry of a standard UIC60 rail 18 is altered to the effect that the web 22 is widened and the rail foot 24 merges with a slight curvature into the web 22 in accordance with Fig. 2. The result of this is that the rail 20 can be mounted more softly without exceeding the maximum permissible rail stress of $70 \pm 4 \text{ N/mm}^2$ in particular. Soft mounting means however a further decoupling from the sleeper 10, with the consequence that the structure-borne sound emitted by the rail 20 is reduced.

Even better results are obtained with the filled section rail 26 according to Fig. 3, since the even higher moment of inertia I_x and moment of resistance W_x permit an even softer mounting before the maximum permissible rail stress is attained.

The geometry of the rail 20 or that of the filled section rail 26 furthermore has the advantage that the foot 24 or 34 respectively has been changed in its vibration technology compared with the UIC60 rail 18, such that when vibrations are excited the emitted sound is not in the undesirable frequency range between 500 and 3000 Hz. The widening or shape alteration of the web 22 of the rail 20 also reduces the airborne sound usually emitted by the web of a Vignol rail.

On the basis of the teachings in accordance with the invention, that the rail 18, 20, 26

is elastically mounted on the intermediate layer 36, 38, 40 such that under normal wheel loads the maximum permissible rail stress can be reached, but - thanks to the kinked curve of the characteristic - is not generally exceeded, the advantage is obtained that the rail 18, 20, 26 and the sleeper 10 are decoupled such that undesirable structure-borne sound is prevented. If in addition a filled section rail 26 or a Vignol rail 20 with web 22 of modified vibration characteristics and foot 24 is used in order to largely suppress the emission of airborne sound in the range between 500 and 3000 Hz, the result is an improvement of the ballastless track from the acoustic viewpoint.

Taking into account the teachings in accordance with the invention, the result for a filled section rail Vo 1-60 with $I_x = 3760 \text{ cm}^4$, $W_x = 430 \text{ cm}^3$ and a maximum permissible rail stress of 73 N/mm^2 for the intermediate layer 40 is a rigidity of 10 kN/mm , from which in turn a maximum support point load of 25.3 kN is calculated. These values apply in that working range in which the maximum rail stress is not exceeded. If by contrast the latter is reached, the rigidity of the intermediate layer 40 changes such that the latter is "hard", i.e. largely non-elastic, so that there is no further bending of the rail. In this "hard" range the rigidity x should be $\geq 35 \text{ kN/mm}$.

These values show that the filled section rail 26 is decoupled from the support layer 40 to an extent that when it is traversed by rolling stock the structure-borne sound of the rail 26 is only transmitted to a minor extent to the sleeper 10 and hence to the substructure.



WO 97/06356

12

PCT/EP96/03497

THIS SHEET HAS BEEN
REPLACED

Claims

Superstructure Construction

1. A superstructure construction such as a ballastless track comprising a rail (18, 20, 26) disposed above a support layer such as a concrete sleeper (10) and in its turn extending from a securing device (16) such as a ribbed plate, where at least one intermediate layer (36, 38, 40, 42) with a rigidity x is disposed between the support layer and the securing device,
w h e r e i n
the rigidity x of the intermediate layer (36, 38, 40, 42) is rated such that a maximum permissible and/or presettable rail stress can be generated in the rail (18, 20, 26) on the foot side.
2. Superstructure construction according to Claim 1,
w h e r e i n
the intermediate layer (36, 38, 40, 42) has a spring characteristic such that the intermediate layer has substantially non-elastic properties at maximum permissible and/or presettable rail stress.

This Sheet Has Been Replaced





WO 97/06356

13

PCT/EP96/03497

THIS SHEET HAS BEEN
REPLACED

3. Superstructure construction according to Claim 1 or Claim 2,
w h e r e i n
the intermediate layer (36, 38, 40, 42) has a low rigidity before the maximum permissible and/or presettable rail stress is reached and a high rigidity when this rail stress is reached.
4. Superstructure construction according to at least one of the preceding claims,
w h e r e i n
the intermediate layer (36, 38, 40, 42) has a rigidity x of $x \leq 25$ kN/mm, preferably $4 \leq x \leq 25$ kN/mm, in the range of permissible rail stress.
5. Superstructure construction according to at least one of the preceding claims,
w h e r e i n
at the maximum permissible rail stress the intermediate layer (36, 38, 40, 42) has a rigidity x of $x \geq 35$ kN/mm, in particular $x \geq 90$ kN/mm, preferably in the vicinity of 100 kN/mm.
6. Superstructure construction according to at least one of the preceding claims,
w h e r e i n
the rail is a Vignol rail (20) with a maximum permissible rail stress of 70 to 100 N/mm² and wherein the intermediate layer (38) has a rigidity x of approximately 4 to 16 kN/mm before the maximum permissible rail stress is reached.

This Sheet Has Been Replaced





WO 97/06356

14

PCT/EP96/03497

THIS SHEET HAS BEEN
REPLACED

7. Superstructure construction according to at least one of the preceding claims,
w h e r e i n
the rail is a filled section rail (26) preferably of a rail steel UTC Class A with approximately 880 N/mm² tensile strength with a moment of inertia I_x of $I_x \geq 3700 \text{ cm}^4$ and/or a moment of resistance W_x of $W_x \geq 390 \text{ cm}^3$, and wherein at a maximum required rail stress of approximately $70 \pm 4 \text{ N/mm}^2$ the intermediate layer (40) has a rigidity x of approximately $10 \pm 2 \text{ kN/mm}$.
8. Superstructure construction according to at least one of the preceding claims,
w h e r e i n
the rail (20) is designed at its foot such that the foot (24) emits sound waves with a frequency ν when vibrations are excited, said waves being substantially outside a frequency range between 500 and 3000 Hz.
9. Superstructure construction according to at least one of the preceding claims,
w h e r e i n
the rail (26) is designed without a web.
10. Superstructure construction according to at least one of the preceding claims,
w h e r e i n
the rail (20) is designed at its web such that the web (22) emits sound waves with a frequency ν when vibrations are excited, said waves being substantially outside a frequency range between 500 and 3000 Hz.

This Sheet Has Been Replaced





WO 97/06356

15

PCT/EP96/03497

THIS SHEET HAS BEEN
REPLACED

11. Superstructure construction according to at least one of the preceding claims,
w h e r e i n
the rail (18, 20, 26) forms with the securing device (16) a unit effecting a
widening of the rail foot.
12. Superstructure construction according to at least one of the preceding claims,
w h e r e i n
the securing device (16) is positioned inside the intermediate layer (36, 38, 40),
preferably enclosed by the latter along its longitudinal edge.
13. A superstructure construction such as a ballastless track comprising a rail (18, 20,
26) disposed above a support layer such as a concrete sleeper (10) and in its turn
extending from a securing device (16) such as a ribbed plate, where at least one
intermediate layer (36, 38, 40, 42) with a rigidity x is disposed between the
support layer and the securing device,
w h e r e i n
the rigidity x of the intermediate layer (36, 38, 40, 42) is rated such that the rail
(18, 20, 26) is deformable on the foot underside up to the rail stress in the range
from 70 to 100 N/mm².
14. Superstructure construction according to preferably at least one of the preceding
claims,
w h e r e i n
when the intermediate layer (42) is without load it has projections (46) projecting
beyond its underside (44) and surrounded by a cavity (48) inside the intermediate
layer on the circumferential side, with each cavity (48) having a volume V_a equal

This Sheet Has Been Replaced





WO 97/06356

16

PCT/EP96/03497

THIS SHEET HAS BEEN
REPLACED

to a volume V_p corresponding to that of a projection (46) in its section (50) projecting beyond the underside of the intermediate layer.

15. Superstructure construction according to at least Claim 14,

wherein

when the maximum permissible rail stress prevails the volumes of the cavities (48) are completely filled by the material of the projections (46) and wherein the projections are flush with the underside (44) of the intermediate layer in order to achieve a high rigidity x of the intermediate layer (42), in particular in order to achieve a rigidity x in the vicinity of 100 kN/mm.

This Sheet Has Been Replaced



However, this construction has not brought the desired result, and indeed sound measurements show that there has even been a 10 dB sound increase compared with the ballast construction.

A device for mounting rails for rolling stock is known from DE 89 15 837 U1, in which a ribbed plate is disposed on an elastic intermediate layer whose thickness is at least that of the ribbed plate. The intermediate layer can here have a required elasticity thanks to certain geometrical parameters. The same applies for DE 40 11 013 A1, which relates to a tempered rail structure for high-speed tracks. It is intended here to ensure, by providing a cavity with plastic-modified adhesive mortar, that a direct transmission of heat energy or cooling energy to the rail is prevented.

According to DE 41 38 575 A1, the spring rigidity of an elastic intermediate layer can be designed dependent on the contact force.

EP 0 632 164 A1 contains the proposal to structure the bottom of an elastic intermediate layer such that under load a higher rigidity results, while the transmission of sound is to be restricted at the same time.

An elastic rail support layer with bottom compression points and all-round closed edge strip is known from DE 43 14 578 A1.

2a

A superstructure construction is known from WO 95/06165 in which the rail is supported on a support layer in which a movable section is mounted. The rail is initially supported on this section. If a presettable force is exceeded, the force is passed to the support layer and hence into a support such as a sleeper.

The problem underlying the present invention is to develop a superstructure construction, in particular one on a ballastless track, such that a reduction of structure-borne and airborne sound is achieved.

The problem is substantially solved in accordance with the invention in that the rigidity x of the intermediate layer is rated such that at the maximum permissible and/or presettable rail stress in the rail the intermediate layer has substantially non-elastic properties such that further bending of the rail only takes place insubstantially if at all.

In accordance with the invention, the intermediate layer is rated for the permissible or required maximum rail stress, which has the advantage that the rail itself is on a softer support, thus achieving a decoupling between the rail and the sleeper. The effect of this is a lower loading of the support point and in turn a reduction in the structure-borne sound. This can be improved by using as rails those with high moment of inertia and moment of resistance when seen over the rail central axis, for example a filled section rail, so that the rail can perform the function of a support and develop a load-bearing effect. This results in a further decoupling between rail and sleeper, whereby a further reduction is achieved of the structure-borne sound emitted by the rail when it is traversed by rolling stock.

An intermediate layer is proposed that has a low rigidity before the maximum permissible and/or presettable rail stress is reached and a high rigidity when this rail stress is reached.

It is preferably provided here that the intermediate layer has a rigidity x of $x \leq 25$ kN/mm, preferably $4 \leq x \leq 25$ kN/mm, and/or that at the maximum permissible rail stress the intermediate layer has a rigidity x of $x \geq 35$ kN/mm, in particular $x \geq 90$ kN/mm, preferably in the vicinity of 100 kN/mm.

**Claims****Superstructure Construction**

1. A superstructure construction such as a ballastless track comprising a rail (18, 20, 26) disposed above a support layer such as a concrete sleeper (10) and in its turn extending from a securing device (16) such as a ribbed plate, where at least one intermediate layer (36, 38, 40, 42) with a rigidity x is disposed between the support layer and the securing device,
w h e r e i n
the rigidity x of the intermediate layer (36, 38, 40, 42) is rated such that at maximum permissible and/or presettable rail stress in the rail (18, 20, 26) the intermediate layer has substantially non-elastic properties such that further bending of the rail only takes place insubstantially if at all side.
2. Superstructure construction according to Claim 1,
w h e r e i n
the intermediate layer (36, 38, 40, 42) has a rigidity x of $x \leq 25 \text{ kN/mm}$, preferably $4 \leq x \leq 25 \text{ kN/mm}$, in the range of permissible rail stress.



3. Superstructure construction according to at least one of the preceding claims,
w h e r e i n
at the maximum permissible rail stress the intermediate layer (36, 38, 40, 42) has
a rigidity x of $x \geq 35$ kN/mm, in particular $x \geq 90$ kN/mm, preferably in the
vicinity of 100 kN/mm.
4. Superstructure construction according to at least one of the preceding claims,
w h e r e i n
the rail is a Vignol rail (20) with a maximum permissible rail stress of 70 to 100
N/mm² and wherein the intermediate layer (38) has a rigidity x of approximately
4 to 16 kN/mm before the maximum permissible rail stress is reached.
5. Superstructure construction according to at least one of the preceding claims,
w h e r e i n
the rail is a filled section rail (26) preferably of a rail steel UIC Class A with
approximately 880 N/mm² tensile strength with a moment of inertia I_x of $I_x \geq$
3700 cm⁴ and/or a moment of resistance W_x of $W_x \geq 390$ cm³, and wherein at
a maximum required rail stress of approximately 70 ± 4 N/mm² the intermediate
layer (40) has a rigidity x of approximately 10 ± 2 kN/mm.
6. Superstructure construction according to at least one of the preceding claims,
w h e r e i n
the foot of the rail (20) emits sound waves with a frequency ν when vibrations
are excited, said waves being substantially outside a frequency range between
500 and 3000 Hz.



7. Superstructure construction according to at least one of the preceding claims,
w h e r e i n
the rail (26) is designed without a web.
8. Superstructure construction according to at least one of the preceding claims,
w h e r e i n
the rail (20) is designed at its web such that the web (22) emits sound waves
with a frequency ν when vibrations are excited, said waves being substantially
outside a frequency range between 500 and 3000 Hz.
9. Superstructure construction according to at least one of the preceding claims,
w h e r e i n
the rail (18, 20, 26) forms with the securing device (16) a unit effecting a
widening of the rail foot.
10. Superstructure construction according to at least one of the preceding claims,
w h e r e i n
the securing device (16) is positioned inside the intermediate layer (36, 38, 40),
preferably enclosed by the latter along its longitudinal edge.
11. A superstructure construction according to at least Claim 1,
w h e r e i n
the rigidity x of the intermediate layer (36, 38, 40, 42) is rated such that the rail
(18, 20, 26) is deformable on the foot underside up to the rail stress in the range
from 70 to 100 N/mm².



12. Superstructure construction such as a ballastless track comprising a rail (18, 20, 26) disposed above a support layer such as a concrete sleeper (10) and in its turn extending from a securing device (16) such as a ribbed plate, where at least one intermediate layer (36, 38, 40, 42) with a rigidity x is disposed between the support layer and the securing device,

wherein

when the intermediate layer (42) is without load it has projections (46) projecting beyond its underside (44) and surrounded by a cavity (48) inside the intermediate layer on the circumferential side, with each cavity (48) having a volume V_c equal to a volume V_p corresponding to that of a projection (46) in its section (50) projecting beyond the underside of the intermediate layer, where upon reaching a maximum permissible and/or presettable rail stress in the rail (18, 20, 26) the projections are forced into the intermediate layer such that the projections are flush with the underside of the intermediate layer.

13. Superstructure construction according to at least Claim 14,

wherein

when the maximum permissible rail stress prevails the volumes of the cavities (48) are completely filled by the material of the projections (46) and wherein the projections are flush with the underside (44) of the intermediate layer in order to achieve a high rigidity x of the intermediate layer (42), in particular in order to achieve a rigidity x in the vicinity of 100 kN/mm.

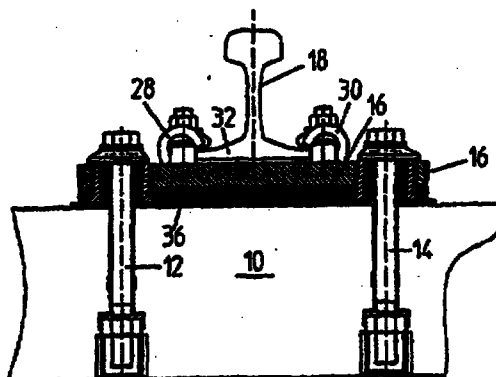


PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : E01B 9/62, 9/68	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/15723 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 1. Mai 1997 (01.05.97)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP96/04536 ✓ (22) Internationales Anmeldedatum: 18. Oktober 1996 (18.10.96) ✓ (30) Prioritätsdaten: 195 39 144.6 20. Oktober 1995 (20.10.95) ✓ DE 195 44 055.2 25. November 1995 (25.11.95) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): BWG BUTZBACHER WEICHENBAU GMBH [DE/DE]; Wetzlarer Strasse 101, D-35510 Butzbach (DE). ✓ (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DEMMIG, Albrecht [DE/DE]; Grenzstrasse 39, D-14774 Kirchmöser (DE). DIETZE, Hans-Ulrich [DE/DE]; Am Mäggenbusch 13, D-14789 Wusterwitz (DE). HÖHNE, Hubertus [DE/DE]; Ebersgönsener Weg 47, D-35510 Butzbach (DE). BENENOWSKI, Sebastian [DE/DE]; Liebigstrasse 10 a, D-35510 Butzbach (DE). (74) Anwalt: STOFFREGEN, Hans-Herbert; Friedrich-Ebert-Anlage 11 b, Postfach 21 44, D-63450 Hanau (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: BR, KR, NO, PL, <u>SG</u> US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: **SUPERSTRUCTURE CONSTRUCTION**

(54) Bezeichnung: **OBERBAUKONSTRUKTION**



(57) Abstract

The invention concerns a superstructure construction such as a ballastless track comprising a rail (18) which is disposed above a concrete sleeper (10) and emerges from a ribbed plate (16). Disposed between the support plate and the securing device is at least one intermediate layer (36) having a degree of rigidity x and designed such that the maximum permissible and/or predetermined stress can be generated in the rail on the foot side.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Oberbaukonstruktion wie feste Fahrbahn umfassend eine über einer Betonschwelle (10) angeordnete Schiene (18), die ihrerseits von einer Rippenplatte (16) ausgeht, wobei zwischen der Unterlage und der Befestigung zumindest eine Zwischenlage (36) mit einer Steifigkeit x angeordnet ist, die derart ausgelegt ist, daß in der Schiene fußseitig eine maximal zulässige und/oder vorgebbare Schienenspannung erzeugbar ist.