

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 679 765 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.05.1998 Patentblatt 1998/22

(51) Int Cl.6: **E01F 8/00**

(21) Anmeldenummer: **95104051.8**

(22) Anmeldetag: **20.03.1995**

(54) Schallschutzelement und Verfahren zum Herstellen eines Schallschutzelementes

Sound-proofing element and method for the production of a sound-proofing element

Élément d'écran insonorisant et procédé de fabrication d'un élément d'écran insonorisant

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR IT LI

(30) Priorität: **30.03.1994 DE 4411003**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.11.1995 Patentblatt 1995/44

(73) Patentinhaber:
• **Bitterli, Kurt, Dr.**
CH-3700 Spiez (CH)
• **Bossert, Remo**
CH-4460 Gelterkinden (CH)
• **Ludwig, Dieter**
CH-4460 Gelterkinden (CH)

• **Bossert, Remo**
CH-4460 Gelterkinden (CH)
• **Ludwig, Dieter**
CH-4460 Gelterkinden (CH)

(74) Vertreter: **Hudler, Frank, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte
Lippert, Stachow, Schmidt & Partner
P.O. Box 19 24 38
01282 Dresden (DE)

(72) Erfinder:
• **Bitterli, Kurt, Dr.**
CH-3700 Spiez (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 518 138 **DE-A- 4 220 547**
DE-C- 4 200 159 **DE-U- 7 801 086**
DE-U- 9 005 163

EP 0 679 765 B1

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).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Schallschutzelement für Schallschutzwände, bestehend aus einer tragfähigen Schalldämmschicht und wenigstens einer auf einer der Seiten der Schalldämmschicht befindlichen Schallabsorptionsschicht, wobei die Schalldämmschicht und die Schallabsorptionsschicht Elastomer-, Gummi- und/oder Kunststoffgranulat aus Recyclingmaterial enthalten. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Schallschutzelementes.

Solche Schallschutzelemente werden üblicherweise durch Übereinanderstapeln zu Schallschutzsegmenten und deren Aneinanderreihen zu langen Schallschutzwänden zusammengesetzt. Die räumliche Fixierung der Schallschutzelemente erfolgt dadurch, daß diese zwischen fest im Boden verankerte und in einem vorgegebenen Abstand zueinander stehende Stützen oder andere Unterkonstruktionen eingeschoben werden. Es ist auch möglich, die Schallschutzelemente an bestehenden Bauteilen, wie Bauten oder Baukörpern zu befestigen. Mit Hilfe derartiger Schallschutzwände, die beispielsweise entlang von Eisenbahntrassen, Autobahnen oder entlang von Industrieanlagen aufgestellt werden, können die Lärmemissionen von Verkehrs- oder Industrieanlagen erheblich reduziert werden, so daß naheliegende Wohngebiete wirkungsvoll vor störenden Lärmemissionen geschützt werden.

Die hierfür verwendeten Schallschutzelemente müssen jedoch die verschiedensten Anforderungen erfüllen, die von akustischen und optischen Anforderungen bis hin zu brandschutztechnischen Forderungen reichen. Außerdem müssen die Schallschutzelemente mechanisch besonders stabil sein und eine hohe Standicherheit aufweisen, da diese möglichst nahe an die Schallquelle herangerückt werden müssen und dadurch unter Umständen ganz erhebliche Druckunterschiede auf diese einwirken, wie dies beispielsweise bei der Vorbeifahrt eines Eisenbahnzuges der Fall ist. Außerdem müssen die Schallschutzelemente eine hohe Tragsicherheit aufweisen, um einwirkende Belastungen durch Druck oder Stoß, wie dies beispielsweise beim Anprall von Fahrzeugen der Fall sein kann, beschädigungslos oder weitgehend beschädigungslos zu überstehen.

Weitere Anforderungen an solche Schallschutzelemente sind darin zu sehen, daß diese bei deren Herstellung, beim Einsatz und bei der Entsorgung eine möglichst geringe oder keine Umweltbelastung verursachen. Ebenso ist es notwendig, dafür Sorge zu tragen, daß im Schadensfall keine gefährlichen Emissionen, wie beispielsweise giftige Substanzen im Rauch o.dgl. entstehen.

Aus der DE-A-42 20 547 ist nun ein Lärmschutzelement für Lärmschutzwände bekannt geworden, welches zum Erreichen einer guten Schalldämmung und Schallabsorption einen mehrschichtigen Aufbau aufweist. Das Lärmschutzelement besteht aus einem plattenförmigen Element aus einem Kunststoff- und/oder

Elastomergranulat, welches unter hohem Preßdruck und unter Beigabe eines Bindemittels ausgeformt worden ist. Auf einer Flachseite dieses plattenförmigen Elementes ist eine alterungsbeständige und insbesondere UV-beständige Schutzschicht aufgebracht, deren Zusammensetzung ähnlich der des plattenförmigen Elementes ist. Diese Schutzschicht dient einerseits dazu, das darunter befindliche plattenförmige Element vor Umwelteinflüssen zu schützen und andererseits dazu, der Rückseite des Lärmschutzelementes ein gefälliges Aussehen zu verleihen, indem sie eingefärbt und/oder mit einer beliebigen Profilierung versehen wird.

Auf der anderen Seite des plattenförmigen Elementes befindet sich unmittelbar auf dieser oder in einem Abstand zu dieser eine Schicht aus einem Elastomer- und/oder Kunststoffgranulat, welches mit einem Bindemittel gebunden ist und nur unter geringem Druck formgepreßt ist. Durch den geringen Preßdruck erhält diese Schicht eine poröse Struktur welche die gewünschten Schallabsorptionseigenschaften besitzt. Diese Eigenschaften können noch weiter verbessert werden, wenn der Zwischenraum zwischen dem plattenförmigen Element und der Schallabsorptionsschicht mit einem Fasermaterial ausgefüllt wird.

Mit derartigen Lärmschutzelementen lassen sich Schallschutzwände aufbauen, deren akustische Eigenschaften sehr gut an den jeweiligen Einsatzfall angepaßt werden können. Nachteilig bei diesen Lärmschutzelementen ist jedoch, daß sie einen komplizierten Aufbau besitzen und damit in ihrer Herstellung teuer sind. Außerdem müssen zusätzliche Maßnahmen getroffen werden, um die erforderliche Brandsicherheit zu realisieren, welche die Herstellungskosten weiter erhöhen. Darüberhinaus ist die mechanische Stabilität begrenzt, so daß diese Lärmschutzelemente bei hohen Belastungen durch Druckwellen beschädigt werden können.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein leicht zu handhabendes Schallschutzelement und ein Verfahren zum Herstellen desselben für Schallschutzwände zu schaffen, welches einfach und billig zu fertigen ist, ein möglichst geringes Gewicht aufweist und das eine hohe mechanische Belastbarkeit, sowie eine gute Brandsicherheit besitzt.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird bei einem Schallschutzelement der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Schalldämmschicht als heterogener Festkörper mit anisotropen mechanischen Eigenschaften unter Zusatz eines mineralischen, kunststoffvergüteten und hydraulisch abbindenden Bindemittels gebildet ist, daß der Schallabsorptionsschicht mit geringerer Dichte ein organisches Bindemittel aus einem schwer brennbar eingestellten Polyurethan oder chlorsulfoniertem Polyethylen beigemischt ist und daß die Schalldämmschicht und die Schallabsorptionsschicht einstückig ineinander übergehen.

Das erfindungsgemäße Schallschutzelement ist besonders einfach aufgebaut, weist ein geringes Gewicht auf und ist in seiner Herstellung besonders billig,

da einerseits vorzugsweise Recyclingmaterialien zum Einsatz kommen und andererseits dessen Herstellung in einem Arbeitsgang erfolgen kann. Das kann dadurch erfolgen, daß die einzelnen Schichten nacheinander drucklos in eine entsprechende Form eingefüllt und nachfolgend ausgehärtet werden. Damit ist das erfindungsgemäße Schallschutzelement für die Herstellung kostengünstiger Schallschutzwände besonders gut geeignet. Weiterhin ist eine sehr gute Schalldämmung und Schallabsorption zu verzeichnen, wobei die Schallabsorption durch Veränderung der Struktur und der Mischungsverhältnisse an die jeweiligen Anforderungen angepaßt werden kann. Der besondere Vorzug dieses Schallschutzelementes ist jedoch in seinen sehr guten mechanischen Eigenschaften und seinem vergleichsweise geringen Gewicht zu sehen, wodurch es möglich ist, sowohl besonders niedrige Schallschutzwände herzustellen, als auch hohe Schallschutzwände durch kastenartiges Übereinanderstapeln und Aneinanderreihen der Schallschutzelemente zu realisieren.

Die Schallabsorptionsschicht besteht zweckmäßig aus einem Gemenge aus Recycling-Kunststoffgranulat und einer zweiten weitgehend organischen Feststoffphase, vorzugsweise aus unregelmäßig geformten Bruchstücken aus porösem Lavabeton.

In einer weiteren Fortbildung der Erfindung ist das heterogene Gemenge der Schalldämmschicht und das Gemenge der Schallabsorptionsschicht in einem beliebigen Mischungsverhältnis gemischt, wobei die Schalldämmschicht kontinuierlich in die Schallabsorptionsschicht übergeht. Das hat den besonderen Vorteil, daß das Schalldämmelement besonders günstige mechanische Eigenschaften erhält, wobei gleichzeitig eine weitere Verbesserung der Schallabsorptionseigenschaften erreicht wird.

Die Dichte der Schallabsorptionsschicht sollte im abgebundenen Zustand vorteilhaft kleiner als 1,1 und die Dichte der Schalldämmschicht im abgebundenen Zustand größer als 1,1 betragen. Dadurch werden besonders gute Schallabsorptions- und Schalldämmwerte erreicht.

In einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung ist innerhalb der Schallabsorptionsschicht und/oder der Schalldämmschicht zur Erhöhung der mechanischen Stabilität eine Armierung aus Armierseilen oder Armiernetzen in zwei oder mehr Ebenen sandwichartig angeordnet. Diese Armierung kann gleichzeitig mit dem Einbringen der einzelnen Schichten in die Form eingelegt werden. Da diese Armierung dadurch allseitig von dem Material der einzelnen Schichten umgeben wird, entsteht nach dem Aushärten des Schallschutzelementes ein besonders fester sandwichartiger Verbund.

Dadurch, daß die einzelnen Ebenen der Armierung unterschiedliche Abstände zueinander aufweisen können, läßt sich eine den jeweiligen Anforderungen entsprechende Statik des Schallschutzelementes realisieren.

Eine Verstärkung der Schallabsorption wird da-

durch erreicht, daß die Schallabsorptionsschicht auf ihrer der Schallquelle zugewandten Seite mit einer Oberflächenstruktur versehen ist, die aus einstückig angeformten und längs oder quer verlaufenden Rippen oder Vertiefungen bestehen kann, die eine trapezoder wellenförmige Querschnittsgestalt aufweisen. Es ist auch möglich, einstückig angeformte, regelmäßig verteilte Vorsprünge oder Vertiefungen vorzusehen, die eine kegel-, kegelstumpf-, pyramiden oder prismenförmige Querschnittsstruktur aufweisen. Durch die damit erreichte Vergrößerung der Oberfläche wird eine beträchtliche Verstärkung der Schallabsorptionswirkung erreicht.

Weiterhin kann die Schallabsorptionsschicht chemische Zusätze gegen Brennbarkeit enthalten. Als Zusätze gegen Brennbarkeit eignen sich neben schwer brennbar eingestelltem Polyurethan oder chlorsulfoniertem Polyethylen auch Hydroxyde oder Carbonate, beispielsweise Aluminiumhydroxyd ($Al(OH)_3$) oder halogenhaltige Kohlenwasserstoffe, bzw. auch Phosphorsäureester. Es ist auch möglich, zusätzlich schwer brennbares Granulat zu verwenden, wie es beispielsweise beim Recycling von Kabeln oder Transportbändern anfällt.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird weiterhin durch ein Verfahren zur Herstellung von Schallschutzelementen für Schallschutzwände, bestehend aus einer tragfähigen Schalldämmschicht und einer auf einer der Seiten der Schalldämmschicht befindlichen Schallabsorptionsschicht, dadurch gelöst, daß eine erste gleichmäßig durchmischte Mischung aus einem schwer brennbar eingestellten Polyurethan und/oder einem schwer brennbaren Bindemittel auf der Basis von chlorsulfoniertem Polyethylen mit einem Elastomer- und/oder Kunststoffgranulat aus Recyclingmaterial, die Schallabsorptionsschicht bildend, drucklos in eine Form eingefüllt wird. Vor dem Abbinden der ersten Mischung wird eine zweite Mischung größerer Dichte aus einem kunststoffgebundenen Elastomer und/oder Kunststoffgranulat aus Recyclingmaterial und einem mineralischen kunststoffvergütetem und hydraulisch abbindenden Bindemittel, die Schalldämmschicht bildend, drucklos in die Form eingefüllt. Der Abbindevorgang der ersten und der zweiten Schicht erfolgt im wesentlichen zeitgleich unter einer leichten Druckerhöhung.

Damit läßt sich das erfindungsgemäße Schallschutzelement mit geringem Aufwand und damit billig fertigen. Durch das im wesentlichen zeitgleiche Abbinden der Schalldämmschicht und der Schallschuttschicht wird ein besonders fester einstückiger Verbund erreicht.

In Fortführung der Erfindung wird die Form vor dem Abbinden der ersten und der zweiten Mischung mit einem Deckel verschlossen und vor dem Abbinden der beiden Mischungen um 180° gewendet. Auf diese Weise läßt sich eine gezielte geringfügige Druckerhöhung erreichen, wobei die Schallabsorptionsschicht nicht un-

nötig verdichtet wird, wie dies durch das unkontrollierte Eindringen des hydraulisch abbindenden Bindemittels der zweiten Mischung in die erste Mischung der Fall sein könnte.

Zur weiteren Verringerung der Brennbarkeit kann der ersten Mischung ein schwer brennbares Granulat, vorzugsweise aus Kabel- oder Transportbandabfällen und/oder $\text{Al}(\text{OH})_3$, halogenhaltige Kohlenwasserstoffe oder Phosphorsäureester beigemischt werden.

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung ist ein erfindungsgemäß hergestelltes Schallschutzelement 1 dargestellt, welches aus einer Schalldämmschicht 2 und einer fest mit dieser verbundenen Schallabsorptionsschicht 3 besteht. Zusätzlich kann auf der der Schallabsorptionsschicht 3 gegenüberliegenden Seite eine nicht dargestellte Schutzschicht vorgesehen werden. Dabei bestehen sowohl die Schalldämmschicht 2 als auch die Schallabsorptionsschicht 3 aus einem gleichmäßig durchmischten Elastomer- und/oder Kunststoffgranulat, wobei die Schalldämmschicht 2 unter Beigabe eines mineralischen, Kunststoffvergüteten hydraulisch abbindenden Bindemittels, beispielsweise Zement, zu einem festen Verbund mit heterogenem Gefüge ausgehärtet ist. Darüberhinaus ist es möglich, der Schalldämmschicht 2 eine Mischung aus Kies und Sand beizumischen.

Die Dichte der Schalldämmschicht 2 sollte größer 1,1 und die Dichte der Schallabsorptionsschicht 3 sollte kleiner 1,1 betragen. Die Dichte läßt sich problemlos durch Veränderung des Mischungsverhältnisses einstellen. Beispielsweise kann die Schallabsorptionsschicht 3 zusätzlich unregelmäßig geformte Bruchstücke aus Lavabeton enthalten, so daß eine besonders gute Schallabsorptionseigenschaft erreicht wird.

Durch diese Mischung werden sehr gute Schallabsorptionseigenschaften erreicht, wobei auch die brandschutztechnischen Anforderungen sehr leicht erfüllt werden können, indem chemische Zusätze gegen Brennbarkeit und/oder schwer brennbares Granulat, das beispielsweise aus Kabel- oder Transportbandabfällen oder Recyclingmaterial gewonnen werden kann, beigemischt werden. Zusätzlich können schwer brennbar eingestellte PU-Bindemittel verwendet werden.

Weiterhin befindet sich innerhalb der Schalldämmschicht 2 eine Armierung 4 aus Armiereseisen oder Armierennetzen, wobei auch Glas, Glasfasermaterialien oder Kunststoffe zur Anwendung kommen können, die in zwei oder mehr Ebenen sandwichartig übereinander angeordnet sind. Die mehrlagig angeordneten Armierungen 4 können auch unterschiedliche Abstände zueinander aufweisen.

Durch diese Armierung 4 wird eine erhebliche Verbesserung der mechanischen Stabilität des Schallschutzelementes 1 erreicht, wobei es selbstverständlich möglich ist, auch in der Schalldämmschicht 2 eine Armierung 4 vorzusehen.

Zusätzlich ist die Schallabsorptionsschicht 3 mit ei-

ner Oberflächenstruktur versehen, die mit einstückig angeformten und längs oder quer verlaufenden Rippen 5 oder Vertiefungen versehen ist, die eine trapez- oder wellenförmige Oberflächenstruktur bilden und auf der der Schallquelle zugewandten Außenseite angeordnet sind.

Anstelle der Rippen 5 können auch einstückig an die Schallabsorptionsschicht 3 angeformte oder in diese eingeformte, regelmäßig verteilte Vorsprünge oder Vertiefungen mit im Querschnitt kegel-, kegelstumpf-, pyramiden- oder prismenförmiger Gestalt vorgesehen werden. Aus optischen Gründen ist es zweckmäßig, wenn die Höhe aller Rippen 5 oder Vorsprünge gleich ist, oder Gruppen der Rippen oder Vorsprünge gleiche Höhen aufweisen. Für Vertiefungen gilt Entsprechendes.

Aus den Erfordernissen der Schallabsorption erweist sich jedoch die Anordnung der erwähnten Rippen 5, bzw. entsprechender Vertiefungen, als besonders günstig. Diese Rippen 5 stehen auf der vollflächigen Schallabsorptionsschicht 3, die eine Stärke von etwa 25 mm aufweist und sind mit dieser einstückig verbunden. Da sowohl die Schallabsorptionsschicht 3, als auch die aus dieser hervorstehenden Rippen 5 eine poröse Struktur aufweisen, die durch die Verwendung von speziell abgemischtem Granulat aus Recycling-Gummi oder -Kunststoff besteht, werden in Verbindung mit den Hohlräumen zwischen den einzelnen Körnern des Granulates besonders gute Schallabsorptionseigenschaften erreicht. Die Kornform des Granulates kann rund, eckig oder verschiedenförmig sein. Die Größe der Hohlräume sollte zusammen etwa 50 Vol-% ergeben, wobei die Hohlräume durch das noch zu beschreibende Herstellungsverfahren mehrheitlich zusammenhängend sind.

Die einzelnen Körner des Granulates werden durch ein organisches Bindemittel auf der Basis beispielsweise von Polyurethan oder chlorsulfoniertem Polyethylen zu einem elastischen Körper miteinander verbunden. Die Verklebung der Körner des Granulates erfolgt unter geringem Druck und bei Normaltemperatur oder bei geringfügig erhöhter Temperatur.

Die Schalldämmschicht 3 ist gleichzeitig der im statischen Sinne tragende Teil des Schallschutzelementes 1, wobei die Dicke dieser Schicht von den statischen Erfordernissen abhängt. In der Regel sollte die Schalldämmschicht 3 eine Dicke von etwa 80 - 100 mm aufweisen.

Die Herstellung der Schallschutzelemente 1 ist besonders einfach und kann in wenigen Arbeitsgängen erfolgen. Hierzu ist zunächst eine erste Mischung aus einem gleichmäßig durchmischten, schwer brennbar eingestellten PU-, oder einem schwer brennbaren Bindemittel auf der Basis von chlorsulfoniertem Polyethylen und Elastomer- und/oder Kunststoffgranulat aus Recyclingmaterial drucklos in eine Form einzufüllen, um die Schallabsorptionsschicht 3 herzustellen.

Da sich die Schallabsorptionsschicht immer auf der Seite des Schallschutzelementes befindet, auf der die

Lärmemission, beispielsweise durch Kraftfahrzeuge, stattfindet, sollte die Schallabsorptionsschicht besonders schwer brennbar sein. Das kann dadurch erreicht werden, daß dieser ersten Mischung zusätzlich ein Granulat aus einem schwer entflammbar Material, wie beispielsweise Kabel- oder Transportbandabfällen, beigemischt wird. Außerdem kann noch $Al(OH)_3$, halogenhaltige Kohlenwasserstoffe oder Phosphorsäureester beigemischt werden.

Unmittelbar anschließend, d.h. vor dem Aushärten dieser ersten Schicht geringerer Dichte, wird eine zweite Mischung größerer Dichte, die Schalldämmschicht 2 aus einem kunststoffgebundenen Elastomer und/oder Kunststoffgranulat aus Recyclingmaterial mit einer Beimischung von mineralischen, hydraulisch abbindenden Bindemitteln drucklos in die Form eingefüllt. Das Einfüllen dieser Schicht höherer Dichte wird kurzzeitig unterbrochen, um in den gewünschten Ebenen das Einlegen der Armierung 4 zu ermöglichen. Nach dem Einfüllen der ersten und der zweiten Mischung wird die Form mit einem entsprechenden Deckel verschlossen. Eine anschließende Drehung der Form um 180° kann von Vorteil sein, da dadurch das Eindringen von mineralischem Bindemittel in die Schallabsorptionsschicht vermieden wird, wodurch die Schallabsorptionsschicht negativ beeinflusst werden könnte.

Ist eine zusätzliche Schutzschicht vorgesehen, so ist diese vor dem endgültigen Aushärten der ersten und der zweiten Schicht aufzubringen und gemeinsam mit den anderen Schichten auszuhärten. Zur Beschleunigung dieses Vorganges kann die Form auch zusätzlich erwärmt und/oder Wasserdampf in die Form geblasen werden. Weiterhin ist es möglich, das Aushärten unter leichtem Druck vorzunehmen. Hierzu genügt es, die Form mit einem geeigneten Verschluss oder Deckel zu versehen und diesen leicht in die Form zu drücken. Durch das gleichzeitige Aushärten der Schalldämmschicht 2 und der Schallabsorptionsschicht 3 unter leichtem Druck wird an der Grenzfläche zwischen beiden Schichten eine gute Verbindung erreicht. Hierzu ist es zweckmäßig, wenn die Form eine ausreichende Eigensteifigkeit aufweist, so daß die beim Pressen auftretenden hydrostatischen Drücke diese nicht verbiegen können.

Außerdem ist es zweckmäßig, die Innenseite der Form vor dem Einfüllen der Mischungen mit einem auf die Bindemittel abgestimmten geeigneten Trennmittel zu versehen.

Die Schallabsorptionsschicht 3 und die Schalldämmschicht 2 können auch in der Weise hergestellt werden, daß die Mischungsverhältnisse der ersten und der zweiten Schicht während des Einfüllens in die Form kontinuierlich verändert werden. Damit kann ein Schallschutzelement 1 hergestellt werden, bei dem ein fließender Übergang von der Schallabsorptionsschicht 3 in die Schalldämmschicht 2 gegeben ist. Außerdem kann der ersten und der zweiten Mischung Farbe beigemischt werden, um die Farbgebung des Schallschutzelemen-

tes an die Umgebung des vorgesehenen Aufstellortes anzupassen.

Das erfindungsgemäß hergestellte Schallschutzelement 1 ist besonders einfach und billig herzustellen und weist bei einem vergleichsweise geringen Gewicht eine sehr gute mechanische Stabilität auf. Ein besonderer Vorteil dieser Lösung ist auch darin zu sehen, daß in der Hauptsache Recycling- oder Abfallmaterialien zur Herstellung des Schallschutzelementes 1 verwendet werden können, so daß wegen des enormen Anfalls dieser Materialien eine sinnvolle Verwertung aufgezeigt wird.

An die Montage derartiger Schallschutzelemente werden keine besonderen Anforderungen gestellt. Es ist lediglich dafür Sorge zu tragen, daß die beim Vorbeifahren von Fahrzeugen o.dgl. entstehenden Kräfte, die auf das Schallschutzelement einwirken, vollständig vom Fundament oder der Unterkonstruktion aufgenommen werden.

So ist es beispielsweise möglich, relativ niedrige Schallschutzelemente zu fertigen, die unmittelbar neben den Bahngleisen aneinandergereiht montiert werden können. Das hat den entscheidenden Vorteil, daß einerseits der größte Teil des bei der Vorbeifahrt eines Eisenbahnzuges entstehende Lärm absorbiert werden kann und andererseits die freie Sicht der Passagiere nicht behindert wird.

30 Patentansprüche

1. Schallschutzelement für Schallschutzwände, bestehend aus einer tragfähigen Schalldämmschicht (2) und wenigstens einer auf einer der Seiten der Schalldämmschicht (2) befindlichen Schallabsorptionsschicht (3), wobei die Schalldämmschicht (2) und die Schallabsorptionsschicht (3) Elastomer-, Gummi- und/oder Kunststoffgranulat aus Recyclingmaterial enthalten, **dadurch gekennzeichnet**,
 - daß die Schalldämmschicht (2) als heterogener Festkörper mit anisotropen mechanischen Eigenschaften unter Zusatz eines mineralischen, kunststoffvergüteten und hydraulisch abbindendem Bindemittels ausgebildet ist,
 - daß der Schallabsorptionsschicht (3) mit geringerer Dichte ein organisches Bindemittel aus einem schwer brennbar eingestellten Polyurethan oder chloresulfoniertem Polyethylen beigemischt ist, und
 - daß die Schalldämmschicht (2) und die Schallabsorptionsschicht (3) einstückig ineinander übergehen.
2. Schallschutzelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schallabsorptionsschicht (3) einstückig ineinander übergehen.

schicht (3) aus einem Gemenge aus Recycling-Kunststoffgranulat und einer zweiten anorganischen Feststoffphase, vorzugsweise aus unregelmäßig geformten Bruchstücken aus porösem Lavabeton besteht.

3. Schallschutzelement nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das heterogene Gemenge der Schalldämmschicht (2) und das Gemenge der Schallabsorptionsschicht jeweils in einem beliebigen Mischungsverhältnis gemischt sind und daß die Schalldämmschicht (2) kontinuierlich in die Schallabsorptionsschicht (3) übergeht.

4. Schallschutzelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dichte der Schallabsorptionsschicht (3) im abgebundenen Zustand kleiner als 1,1 ist und daß die Dichte der Schalldämmschicht (2) im abgebundenen Zustand größer 1,1 ist.

5. Schallschutzelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß innerhalb der Schallabsorptionsschicht und/oder der Schalldämmschicht (2) eine Armierung (4) aus Metall, Kunststoff oder Glas in einer Ebene oder in mehreren Ebenen sandwichartig angeordnet sind.

6. Schallschutzelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schallabsorptionsschicht (3) auf ihrer der Schallquelle zugewandten Seite mit einer geometrischen Oberflächenstruktur, bestehend aus einstückig angeformten längs oder quer verlaufenden Rippen (5) oder Vertiefungen mit trapez- oder wellenförmigem Querschnitt, oder aus regelmäßig verteilten Vorsprüngen oder Vertiefungen mit kegel-, kegelmulden-, pyramiden- oder prismenförmiger Querschnittsstruktur versehen ist.

7. Schallschutzelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schallabsorptionsschicht (3) zur Verringerung der Brennbarkeit $Al(OH)_3$ beigemischt ist und/oder halogenhaltige Kohlenwasserstoffe und/oder Phosphorsäureester beigemischt ist.

8. Verfahren zum Herstellen eines Schallschutzelementes für Schallschutzwände, bestehend aus einer tragfähigen Schalldämmschicht (2) und einer auf einer der Seiten der Schalldämmschicht (2) befindlichen Schallabsorptionsschicht (3), **dadurch gekennzeichnet**,

- daß eine erste gleichmäßig durchmischte Mischung aus einem schwer brennbar eingestellten Polyurethan und/oder einem schwer brennbaren Bindemittel auf der Basis von chlorsul-

foniertem Polyetylen mit einem Elastomer- und/oder Kunststoffgranulat aus Recyclingmaterial, die Schallabsorptionsschicht (3) bildend, drucklos in eine Form eingefüllt wird,

- daß vor dem Abbinden der ersten Mischung eine zweite Mischung größerer Dichte aus einem kunststoffgebundenen Elastomer- und/oder Kunststoffgranulat aus Recyclingmaterial und einem mineralischen kunststoffvergüteten und hydraulisch abbindendem Bindemittel, die Schalldämmschicht (2) bildend, drucklos in die Form eingefüllt wird, und

- daß der Abbindevorgang der ersten und der zweiten Schicht unter einer leichten Druckerhöhung im wesentlichen zeitgleich erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Form vor dem Abbinden der ersten und der zweiten Mischung mit einem Deckel verschlossen und daß die verschlossene Form vor dem Abbinden der ersten und der zweiten Mischung um 180° gewendet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der ersten Mischung ein schwer brennbares Granulat, vorzugsweise aus Kabel- oder Transportbandabfällen und/oder $Al(OH)_3$, halogenhaltige Kohlenwasserstoffe oder Phosphorsäureester beigemischt wird.

Claims

1. Sound protection element for sound protection walls, consisting of a sound insulation layer (2) capable of bearing and, at least on one side of the sound insulation layer (2), a sound absorption layer (3), whereat the sound insulation layer (2) and the sound absorption layer (3) contain elastomer, rubber or plastics granulate made from recycled material, **characterized by the fact**

- that the sound insulation layer (2) is constructed as a heterogeneous solid with anisotropic mechanical properties under addition of a mineral, plastics-improved and hydraulically setting binding agent,

- that an organic binding agent made from hardly combustible polyurethane or chlorosulfonated polyethylene is added to the low-density sound insulation layer (3),

- that the sound insulation layer (2) and the sound absorption layer (3) are joined to turn into one piece.

2. Sound protection element in accordance with Claim 1, **characterized by the fact** that the sound absorption layer (3) consists of a mixture of recycled plastics granulate and a second anorganic solid phase, preferably consisting of irregularly shaped fragments of porous lava concrete. 5
3. Sound protection element in accordance with Claim 1, **characterized by the fact** that the heterogeneous mixture of the sound insulation layer (2) and the mixture of the sound absorption layer (3) are each mixed in a random mixing ratio and that the sound insulation layer (2) gradually turns into the sound absorption layer (3). 10
4. Sound protection element in accordance with one of the Claims 1 to 4, **characterized by the fact** that the density of the sound absorption layer (3) is less than 1.1 in the set condition and that the density of the sound insulation layer (2) is greater than 1.1 in the set condition. 20
5. Sound protection element in accordance with one of the Claims 4, **characterized by the fact** that a reinforcement of metal, plastic or glass is arranged sandwich-like in one or more levels within the sound insulation layer (2) and/or the sound absorption layer (3). 25
6. Sound protection element in accordance with one of the Claims 1 to 7, **characterized by the fact** that the sound absorption layer (3) is equipped with a geometric surface structure on the side towards the source of sound, consisting of one-piece formed longitudinal or transverse ribs (5) with trapeze or wave shaped cross sections or of regularly spaced projecting and recessed parts with a cone, truncated cone, pyramid or prism shaped cross section structure. 30 35 40
7. Sound protection element in accordance with one of the Claims 1 to 6, **characterized by the fact** that, in order to reduce the combustibility, $\text{Al}(\text{OH})_3$ and/or halogenated hydrocarbons and/or phosphoric ester are added to the sound absorption layer (3). 45
8. Process to manufacture a sound protection element for sound protection walls, consisting of a sound insulation layer (2) capable of bearing and a sound absorption layer (3) on one side of the sound insulation layer (2), **characterized by the fact** that 50
- a first, evenly mixed mixture of a hardly combustible polyurethane and/or a hardly combustible binding agent on the basis of chlorosulfonated polyethylene with an elastomer and/or plastics granulate made from recycled material, forming the sound absorption layer (3), is

poured into a mould unpressurized,

- that, prior to setting of the first mixture, a second mixture of plastic-bonded elastomer and/or plastics granulate made from recycled material and a mineral plastic-improved and hydraulically setting binding agent, forming the sound insulation layer (2), is poured into the mould unpressurized, and
- that the setting process of the first and second layers takes place under slightly increased pressure essentially at the same time.

15 9. Process in accordance with Claim 8, **characterized by the fact** that the mould is closed with a cover prior to setting of the first and the second mixture and that the closed mould is reversed by 180° prior to setting of the first and second mixtures. 20

10. Process in accordance with Claim 8, **characterized by the fact** that a hardly combustible granulate, preferably consisting of cable and transport conveyer or belt waste and/or $\text{Al}(\text{OH})_3$, halogenated hydrocarbons or phosphoric ester is added to the first mixture. 25

Revendications

1. Eléments d'insonorisation pour murs antibruits, composés d'une couche d'isolation phonique portante (2) et d'au moins une couche d'absorption acoustique sur un côté de la couche d'isolation phonique (3), les couches d'isolation phonique (2) et d'absorption acoustique (3) 15 contenant un granulat d'élastomère, de caoutchouc et/ou de matières plastiques formé de matières recyclées, éléments **caractérisés par**:

- une couche d'isolation phonique (2) conçue comme un solide hétérogène aux propriétés mécaniques anisotropes, contenant un liant minéral hydraulique affiné par adjonction de matières plastiques,
- une couche d'absorption acoustique (3) de faible densité contenant un liant organique composé de polyuréthane peu combustible ou de polyéthylène chlorosulfoné, et par
- une couche d'isolation phonique (2) et une couche d'absorption acoustique (3) formées en un seul bloc.

2. Élément d'insonorisation selon la spécification 1, **caractérisé par** une couche d'absorption acoustique (3) composée d'un mélange de granulat de ma-

tières plastiques recyclées et d'une deuxième phase solide inorganique, composée de préférence de fragments irréguliers de béton à lave poreux.

3. Eléments d'insonorisation selon les spécifications 1 et 2, **caractérisés par** un mélange hétérogène de la couche d'isolation phonique (2) et un mélange de la couche d'absorption acoustique (3) choisis chacun dans les proportions souhaitées, la couche d'isolation phonique (2) formant une seule masse avec la couche d'absorption acoustique (3). 5
4. Elément d'insonorisation selon l'une des spécifications 1 à 4, **caractérisé par** une densité de la couche d'absorption acoustique (3) inférieure à 1,1 une fois prise, et une densité de la couche d'isolation phonique (2) supérieure à 1,1 une fois prise. 10
5. Elément d'insonorisation selon l'une des spécifications 1 à 4, **caractérisé par** une armature (4) de la couche d'absorption acoustique et/ou de la couche d'isolation phonique (2), armature (4) en métal, matière plastique ou verre disposée en sandwich sur un ou plusieurs plans. 20
6. Elément d'insonorisation selon l'une des spécifications 1 à 7, **caractérisé par** la présence sur le côté de la couche d'absorption acoustique (3) exposé à la source sonore d'une structure géométrique de surface composée soit de nervures (5) longitudinales outransversales formées d'un seul tenant ou de rainures à section trapézoïdale ou ondulée, soit de saillies ou renforcements régulièrement répartis, à section conique, en tronc de cône, pyramidale ou prismatique. 25
7. Elément d'insonorisation selon l'une des spécifications 1 à 6, **caractérisé par** l'adjonction à la couche d'absorption sonore (3) d' $\text{Al}(\text{OH})_3$ et/ou d'hydrocarbures halogénés et/ou d'ester phosphorique, afin d'en réduire la combustibilité. 30
8. Procédé de fabrication d'un élément d'insonorisation composé d'une couche d'isolation phonique portante (2) et d'une couche d'absorption acoustique (3) située sur l'un des côtés de la couche d'isolation phonique, **caractérisé par** 35
- le remplissage sans pression dans un moule, d'un mélange homogène de polyuréthane peu combustible et/ou de liant peu combustible sur une base de polyéthylène chlorosulfoné et de granulats d'élastomère ou de matières plastiques recyclés, formant la couche d'absorption acoustique (3), 40
 - le remplissage sans pression dans le moule, 45

avant la prise du premier mélange, d'un deuxième mélange de plus haute densité composé d'un granulats d'élastomère ou de plastique recyclé à liant plastique et d'un liant minéral hydraulique affiné par adjonction de matières plastiques, ce deuxième mélange formant la couche d'isolation phonique (2),

- la prise presque totalement simultanée de la première et de la deuxième couche sous une pression légèrement augmentée.

9. Procédé selon la spécification 8, **caractérisé par** la fermeture du moule au moyen d'un couvercle avant la prise de la première et de la deuxième couche, et la rotation à 180° du moule avant la prise de la première et de la deuxième couche.

10. Procédé selon la spécification 8, **caractérisé par** l'adjonction au premier mélange d'un granulats peu combustible, de préférence composé de déchets de câbles ou de tapis roulant et/ou d' $\text{Al}(\text{OH})_3$, d'hydrocarbures halogénés ou d'ester phosphoré.

