

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
22. Dezember 2016 (22.12.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/203057 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
E01F 8/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/064226

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Juni 2016 (20.06.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 109 807.5 19. Juni 2015 (19.06.2015) DE
10 2015 109 808.3 19. Juni 2015 (19.06.2015) DE

(71) Anmelder: **LIAVER GMBH & CO.KG** [DE/DE];
Gewerbepark "Am Wald" 17, 98693 Ilmenau (DE).

(72) Erfinder: **TSCHIERSCH, Ronald**; Rabental 7, 98714
Stützerbach (DE). **HOPPE, Christian**; Käferberg 4, 99092
Erfurt (DE).

(74) Anwalt: **ENGEL, Christoph K.**; Marktplatz 6, 98527
Suhl (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

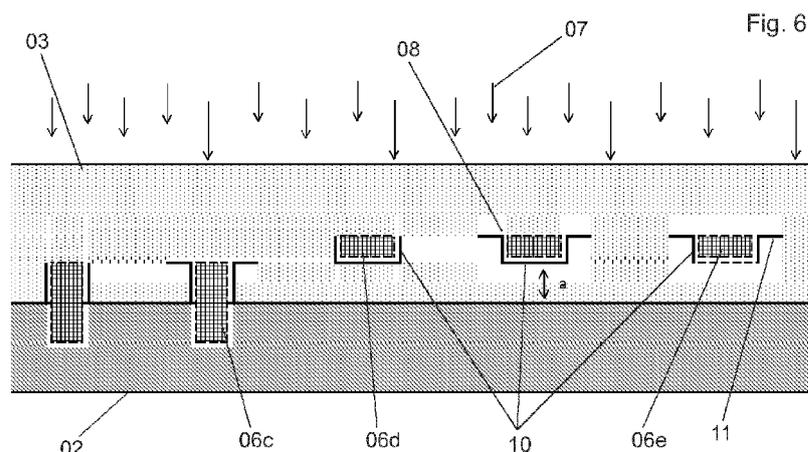
— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)*

(54) Title: NOISE-ABSORBING COMPONENT, AND NOISE-PROTECTION WALL COMPRISING SUCH A COMPONENT

(54) Bezeichnung : SCHALLABSORBIERENDES BAUELEMENT UND SCHALLSCHUTZWAND MIT EINEM SOLCHEN



(57) Abstract: The invention relates to a noise-absorbing component, in particular for outdoor use, comprising a noise-absorbing cover layer (03) and noise absorbers (06) which are embedded into the cover layer and which have an increased degree of absorption compared to the cover layer (03). The cover layer surface, which is oriented in the direction of the noise source, is flat, and the noise absorbers (06) are mutually spaced. An open absorption surface of the noise absorbers lies on a plane parallel to the surface of the cover layer, and the surface area which is occupied by the noise absorbers (06) is smaller than the surface area which is not occupied by the noise absorbers on said plane. The invention also relates to a noise-protection wall comprising a support layer (02) and numerous noise-absorbing components attached to the support layer.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/203057 A1



Die Erfindung betrifft ein schallabsorbierendes Bauelement, insbesondere für den Außenbereich, umfassend eine schallabsorbierende Deckschicht (03) sowie darin eingelassene Schallabsorberelemente (06) mit gegenüber der Deckschicht (03) erhöhtem Absorptionsgrad. Die in Richtung zur Schallquelle gerichtete Oberfläche der Deckschicht ist eben ausgebildet. Die Schallabsorberelemente (06) sind voneinander beabstandet angeordnet. Eine offene Absorptionsfläche der Schallabsorberelemente liegt in einer Ebene parallel zu der Oberfläche der Deckschicht, wobei in dieser Ebene die von den Schallabsorberelementen (06) eingenommene Fläche kleiner ist als die nicht von Schallabsorberelementen eingenommene Fläche. Die Erfindung betrifft auch eine Schallschutzwand mit einer Trägerschicht (02) und an dieser angebrachten zahlreichen schallabsorbierende Bauelementen.

Schallabsorbierendes Bauelement
und Schallschutzwand mit einem solchen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein schallabsorbierendes Bauelement, welches bevorzugt eine plattenartige Grundform besitzt aber auch in anderen Formgebungen hergestellt sein kann. Das schallabsorbierende Bauelement umfasst eine schallabsorbierende Deckschicht sowie darin eingelassene Schallabsorberelemente mit gegenüber der Deckschicht relevant erhöhtem Absorptionsgrad.

Mit wachsender Lärmbelastung, insbesondere in der Nähe von Verkehrswegen, ist in den letzten Jahren der Bedarf nach der Errichtung von Schallschutzwänden im Außenbereich erheblich gestiegen. Schallabsorbierende Bauelemente werden aber nicht nur an Straßen und Bahnstrecken benötigt, sondern beispielsweise auch in Gewerbebereichen mit erhöhter Lärmbelastung eingesetzt. Eine akustische Zielstellung ist dabei die möglichst umfassende Absorption von Schall bzw. Lärm in einem breiten Frequenzbereich. Die im Außenbereich eingesetzten schallabsorbierenden Bauelemente müssen darüber hinaus über lange Zeit witterungsbeständig sein und auch mechanischen Anforderungen genügen, die beispielsweise aus einer hohen Windbelastung oder möglicherweise vandalistischen Attacken resultieren können. Es stehen heutzutage faktisch keine Materialien zur Verfügung, die sowohl eine hohe mechanische Festigkeit und Resistenz gegen Umwelteinflüsse als auch einen hohen Schallabsorptionsgrad über einen breiten Frequenzbereich aufweisen.

In Scholl, W.: „Entwicklung und Anwendung von Lärmschutzwänden“, Fraunhofer Institut Bauphysik, IBP-Mitteilung 234, 20

(1993) sind Grundlagen der an Lärmschutzwänden zu realisierenden Absorptionseigenschaften erläutert.

5 Aus der EP 0 417 049 A1 ist ein Plattenelement für eine Lärmschutzwand bekannt, welches aus mehreren Materialschichten zusammengesetzt ist. Dabei wird eine Trägerschicht durch miteinander verbundene Holzbretter gebildet, auf welcher in Richtung zur Schallquelle eine durchgängige Schicht aus Steinwolle oder vergleichbarem Fasermaterial aufgebracht ist. Diese Lärm
10 absorbierende Schicht ist ganzflächig von einer weiteren Schicht aus einem zementgebundenen, porösen Werkstoff abgedeckt. Der Material- und Herstellungsaufwand für solche Plattenelemente ist hoch. Die Gesamtstärke des Plattenelements muss groß gewählt werden, wenn brauchbare Absorptionseigen-
15 schaften erzielt werden sollen. Insgesamt zeigt dieses Plattenelement nur in bestimmten Frequenzbereichen geeignete Absorptionseigenschaften, da wesentliche Frequenzbereiche entweder bereits an der durchgehenden Deckschicht reflektiert werden oder von der eingeschlossenen Steinwollschicht nicht
20 ausreichend absorbiert werden können, sodass es zu einer unerwünschten Reflektion des Schalls an der rückwärtigen Holz- wand kommt. Die eingeschlossene Steinwolle ist zudem feuchtigkeitsempfindlich, sodass die Plattenelemente entweder aufwändig abgedichtet werden müssen oder die schallabsorbierenden
25 Eigenschaften mit der Zeit nachlassen.

In der EP 1 508 650 B1 ist ein Verfahren zur Herstellung einer Lärmschutzwand aus schallabsorbierenden Bauelementen beschrieben. Eine Ausführungsform des danach hergestellten Bauelements
30 besitzt eine Tragplatte aus Beton, an welcher ein- oder zwei- seitig Vorsatzschalen angebracht sind, die gesintertes Blähglas enthalten. Zwar ist gesintertes Blähglas grundsätzlich gut witterungsbeständig, jedoch ist es gegenüber mechanischen

Beanspruchungen sehr anfällig. Die an der Außenseite des schallabsorbierenden Bauelements befindliche Vorsatzschale aus gesintertem Blähglas wird daher bereits bei mäßiger mechanischer Beanspruchung, wie sie schon im Montageprozess auftreten kann, beschädigt.

5

Aus der DE 197 12 835 C3 ist ein Formkörper aus einem Leichtwerkstoff bekannt, welcher schalldämmende Eigenschaften besitzt.

10

Die EP 0 548 856 B1 zeigt eine Sicht- und Lärmschutzwand mit Stützträgerkonstruktion. In einer speziellen Ausführungsform werden stark profilierte Schallschluckprofile auf einer Betontragwand befestigt. Die Schallschluckprofile bestehen aus haufwerksporigem Magerbeton und besitzen einzelne Hohlräume, die teilweise in die Magerbetonlage der Schallschluckprofile hineinragen. Zur Verbesserung der Schalldämmung können diese Hohlräume mit Mineralwolle gefüllt sein. Ein Nachteil dieser Anordnung besteht in der erheblichen Profilierung der nach außen gerichteten Fläche des Schallschluckprofils, die zwar zu verbesserten Absorptionseigenschaften führt, einen Einsatz bei starken Luftströmungen, beispielsweise in unmittelbarer Nähe von Schienenwegen für Hochgeschwindigkeitszüge, unmöglich macht. Dies führt außerdem zu einer großen Gesamtdicke der Wand und zu hohem Gewicht.

15

20

25

In der DE 42 31 487 A1 ist ein schallabsorbierendes Wandelement offenbart, welches eine Tragschicht aus Beton besitzt. In die Tragschicht ist eine großflächige Vertiefung eingearbeitet, in welche flächendeckend eine Deckschicht aus einzelnen plattenförmigen Elementen, bestehend aus haufwerksporigem Beton, eingesetzt ist. Die haufwerksporigen Betonplatten verbessern die Absorptionseigenschaften, während die mechanische

30

Stabilität der dahinterliegenden Tragschicht verschlechtert wird. Zur weiteren Verbesserung der Schallabsorption befinden sich flächig ausgebildete Schallabsorptionsplatten zwischen den haufwerksporigen Betonelementen und der Tragschicht. Die
5 zwischenliegenden Schallabsorptionsplatten füllen im Wesentlichen die gesamte Fläche in der Vertiefung aus, abgesehen von geringfügigen freibleibenden Bereichen an den Kanten der einzelnen haufwerksporigen Betonplatten.

10 Die DE 25 24 906 A1 beschreibt eine Schutzwand gegen Lärmimmissionen. Die Schutzwand umfasst eine tragende, gleichzeitig schalldämmende Stahlbetonwand und eine Absorptionsschicht, welche miteinander durch Klebung oder Vernadelung verbunden sind. Die Absorptionsschicht besteht aus
15 offenporigen und mit Gewebereinlagen verstärkten Platten aus kunststoffgebundenen Elastomerfasern. Die Stahlbetonwand weist im Grenzbereich zur Absorptionsschicht eine Profilierung mit Nuten auf. Die Nuten können teilweise oder vollständig mit einem sekundären Absorptionsmaterial gefüllt sein. Alternativ
20 kann das Absorptionsmaterial auch nur als Belag in den Nuten aufgebracht sein. Als sekundäre Absorptionsmaterialien eignen sich vorzugsweise weicheingestellte fein- und offenporige Schaumstoffe.

25 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, ein schallabsorbierendes Bauelement bereitzustellen, welches einerseits den im Außenbereich herrschenden Umwelteinflüssen und Einsatzbedingungen genügt und andererseits einen insgesamt deutlich verbesserten Absorptionsgrad aufweist, insbesondere
30 im Frequenzbereich zwischen 800 und 2.000 Hz, besonders bevorzugt aber auch im Frequenzbereich um 500 Hz und darunter, um das schallabsorbierende Bauelement im Lärmschutz effizient einsetzen zu können.

Diese Aufgabe wird durch ein schallabsorbierendes Bauelement gemäß dem beigefügten Anspruch 1 gelöst.

5 Das erfindungsgemäße schallabsorbierende Bauelement zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass die in Richtung zur Schallquelle gerichtete Oberfläche der Deckschicht eben ausgebildet ist. Weiterhin sind die Schallabsorberelemente voneinander beabstandet angeordnet und besitzen jeweils mindestens
10 eine Absorptionsfläche, welche in einer Ebene parallel zur Deckschicht liegt, wobei in dieser Ebene die von den Schallabsorberelementen eingenommene Fläche kleiner ist als die nicht von Schallabsorberelementen eingenommene Fläche. Als Absorptionsfläche des Schallabsorberelements wird eine Fläche
15 angesehen, die offen für den Eintritt von Schallwellen ist. Die Absorptionsfläche kann dafür frei liegen oder auch von einem schalldurchlässigen Material bedeckt sein. Eine Absorptionsfläche stellt somit beispielsweise eine Fläche des Schallabsorberelements dar, die an der Außenseite der
20 Deckschicht liegt oder aber auch mit einer Schicht von Deckschichtmaterial überzogen ist. Die Absorptionsfläche wird daher nachfolgend auch als offene Absorptionsfläche bezeichnet, ohne dass dies in allen Ausführungsformen mit einer freiliegenden Fläche gleichzusetzen wäre.

25 Der Erfindung liegt zunächst die Erkenntnis zugrunde, dass für die Herstellung einer hinreichenden mechanischen Festigkeit und einer Stabilität gegen Umwelteinflüsse einerseits sowie die Erzielung eines hohen Gesamtabsorptionsgrades andererseits
30 unterschiedliche Materialien miteinander kombiniert werden müssen, wobei jeweils deren gewünschte Eigenschaften ausgenutzt werden und gleichzeitig die den jeweiligen Materialien immanenten Nachteile durch andere Materialien kompensiert wer-

den müssen. Dies führt zunächst zu einer Teillösung, die darin zu sehen ist, dass Materialien mit einem hohen Absorptionsgrad in ein Material mit geringerem Absorptionsgrad aber höherer mechanischer Festigkeit eingeschlossen werden, wobei dieser

5 Teilaspekt im Stand der Technik vereinzelt bereits realisiert wurde. Für die Erfindung wesentlich ist darüber hinaus die Erkenntnis, dass es an den Grenzflächen aneinanderstoßender unterschiedlich absorbierender Materialien zu akustischen Grenzflächeneffekten kommt, die die Absorptionswirkung

10 begünstigen. Insbesondere treten Schallwellenbeugung, Überlagerung von Schallwellen und Absorption auf. Je höher die Differenz der Strömungswiderstände bzw. Absorptionsgrade der unterschiedlichen Materialien, umso größer sind diese Grenzflächeneffekte. Durch Nutzung dieser Effekte lassen sich ziel-

15 gerichtet höhere Absorptionswerte, eine breitbandigere Absorption und eine Erhöhung der Absorption im tieffrequenten Bereich erreichen. Solche Grenzflächen bestehen an zwei oder mehreren aufeinanderfolgenden Schichten unterschiedlicher Materialien und entlang der bereits genannten Beugungskanten

20 von in eine Absorberschicht eingelegten Absorberstreifen.

An den Grenzlinien zwischen einem hochabsorbierenden Material und einem nicht oder nur schlecht absorbierenden Material kommt es insbesondere zu einer Beugung der dort eintreffenden

25 Schallwellen, wobei dieser gebeugte Schallwellenanteil mit den zu absorbierenden Schallwellen überlagert wird, um eine teilweise oder im günstigsten Fall vollständige Auslöschung der Schallwellen zu erreichen, was zu einer deutlich erhöhten Absorptionsrate führt. Solche Grenzlinien werden nachfolgend

30 auch als Beugungskanten bezeichnet.

Diese Erkenntnis macht sich die vorliegende Erfindung zunutze, indem bei einer ersten Ausführung die Beugungskanten in einer

Grenzebene an der von der Schalquelle abgewandten Oberfläche der Deckschicht ausgebildet werden. Wenn das erfindungsgemäße Bauelement in bevorzugten Anwendungen an einer Trägerschicht befestigt wird, liegt diese Grenzebene zwischen Trägerschicht und Deckschicht, sodass der genannte Teillöschungseffekt auf der Rückseite der Deckschicht eintritt und damit sowohl die überlagerten Schallwellen als auch die gebeugten Schallwellen nochmals die gesamte Deckschicht durchlaufen müssen, woraus ein besonders hoher Absorptionsgrad resultiert.

10

Eine abgewandelte Ausführung zeichnet sich dadurch aus, dass die Schallabsorberelemente mit erhöhtem Absorptionsgrad ganz oder teilweise in der Deckschicht eingelassen sind und zusätzlich ein Rahmenelement aus einem schallreflektierenden Material besitzen. Das Rahmenelement rahmt das

15

Schallabsorberelement an einer oder mehreren Seiten ein und grenzt es gegenüber dem Material der Deckschicht ab, wobei mindestens die Absorptionsfläche schaltoffen bleibt, um Schallwellen in das Schallabsorberelement eindringen zu

20

lassen. Die Flächen des Schallabsorberelements, die vollständig vom Rahmenelement überdeckt sind, stellen demnach keine Absorptionsflächen dar, da das Rahmenelement eintreffende Schallwellen im wesentlichen vollständig reflektiert. Die Flächen des Schallabsorberelements, die vom

25

Rahmenelement nicht überdeckt sind, stellen hingegen Absorptionsflächen dar, da Schallwellen eintreten und absorbiert werden. An den Grenzflächen zwischen Schallabsorberelement und Rahmenelement werden besonders

30

wirksam die erwähnten Beugungskanten ausgebildet. Außerdem können die Rahmenelemente der Befestigung der Schallabsorberelemente in der Deckschicht dienen.

Durch die erfindungsgemäße Gestaltung lassen sich somit schlanke, glatte, witterungsbeständige, schlagfeste schallabsorbierende Bauelemente erzeugen, unter überwiegender Verwendung preiswerter (niedrig absorbierender) Materialien und mit nur geringem Anteil teurer (hochabsorbierender, empfindlicher) Materialien. Damit können die erfindungsgemäßen Bauteile beispielsweise besonders vorteilhaft zur Schallabsorption an Bahnstrecken eingesetzt werden, wo regelmäßig nur wenig Abstand zu Hochgeschwindigkeitszügen zur Verfügung steht, sodass starke Luftverwirbelungen und hohe Lärmbelastungen auftreten.

Eine vorteilhafte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die schallabsorbierende Deckschicht einen Absorptionsgrad $\alpha_D = 0,3$ bis $0,75$ aufweist und die Schallabsorberelemente einen Absorptionsgrad $\alpha_S = 0,8$ bis 1 aufweisen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt der Volumenanteil der in der Deckschicht eingeschlossenen Schallabsorberelemente zwischen 10% und 45% des Gesamtvolumens der Deckschicht. Insbesondere besteht die Deckschicht aus haufwerksporigem Material.

Es ist zweckmäßig, wenn an der der Schallquelle abgewandten Oberfläche der Deckschicht eine schalldurchlässige Gewebeschicht angebracht ist, welche die Schallabsorberelemente mindestens teilweise überspannt. Dies bietet den Vorteil, dass die Stabilität des Bauelements insgesamt erhöht ist und dass die Schallabsorberelemente während des Transports und der Montage geschützt und gegen Herausfallen aus dem schallabsorbierenden Bauelement gesichert sind.

Besonders bevorzugt nehmen die Schallabsorberelemente in der von der Schallquelle abgewandten Oberfläche der Deckschicht eine Fläche von 20% ein und besitzen eine Tiefe von 50% bis 80% der Dicke der Deckschicht.

5

Gemäß einer abgewandelten Ausführungsform können weitere Schallabsorberelemente, deren Absorptionsgrad wesentlich höher ist als der Absorptionsgrad der Deckschicht, in eine Trägerschicht eingelassen sein, welche sich in einer Grenz-
10 ebene an die Deckschicht anschließt. In der Grenzebene verlaufen damit ebenfalls Beugungskanten, welche entlang der Berührungslinien zwischen den Schallabsorberelementen und der Trägerschicht verlaufen. In einer nochmals abgewandelten Ausführungsform, erstrecken sich die Schallabsorberelemente
15 über die Trägerschicht hinaus in die Deckschicht hinein, sodass auch in diesem Fall die Berührungslinien zwischen Schallabsorberelementen und Trägerschicht in der Grenzebene verlaufen.

20 Weiterhin ist für die Erfindung wesentlich, dass die einzelnen Schallabsorberelemente voneinander beabstandet angeordnet sind, sodass möglichst viele der genannten Beugungskanten entstehen. Schließlich ist von Bedeutung, dass die von den Schallabsorberelementen in oder parallel zur Grenzebene
25 bedeckte Fläche weniger als 50% der Gesamtfläche der Grenzebene umfasst.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform bedecken die Schallabsorberelemente in der Grenzebene weniger als 40% der Gesamt-
30 fläche, vorzugsweise weniger als 30%, besonders bevorzugt weniger als 25%. Bereits durch solche geringen Flächenanteile der Schallabsorberelemente aus hochabsorbierendem Material werden überraschende Gesamtabsorptionswerte erzielt. Dies

führt zu einer Kostenreduktion für das schallabsorbierende Schallelement.

5 Eine besonders bevorzugte Ausführungsform verwendet Schallabsorberelemente, die eine Fläche von etwa 20% der Fläche der Deckschicht bedecken. Dabei hat es sich als überraschend zweckmäßig erwiesen, streifenförmige Schallabsorberelemente aus gesintertem Blähglasgranulat mit einer Breite von etwa 50 mm zu verwenden, die voneinander jeweils 200 mm beabstandet
10 angeordnet sind. Dies führt zu einer optimierten Absorptionsrate bei Frequenzen um 500 Hz. Diese Gestaltung führt zu einer zielgerichteten Verbesserung im tieffrequenten Bereich bis 500 Hz, speziell für Anforderungen im Schienenverkehr (vgl. z. B. Richtlinien für Lärmschutzanlagen an Eisenbahnstrecken - RLE).

15 Es hat sich gezeigt, dass größere Abstände zwischen den streifenförmigen Schallabsorberelemente zu einer verbesserten Absorption im höherfrequenten Bereich führen, sodass auf diese Weise das schallabsorbierende Bauelement an ein bevorzugt zu
20 absorbierendes Spektrum angepasst werden kann. Dies führt zu einer zielgerichteten breitbandige Verbesserung im Bereich 500 bis 3.000 Hz für die Anforderung „hochabsorbierend“ im Straßenverkehr (vgl. Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen
25 - ZTV-Lsw 06). Natürlich können durch entsprechende Anordnung von mehreren Schallabsorberelementen mit unterschiedlichen Abständen zueinander auch verbesserte Absorptionswerte sowohl im Bereich unter 500 Hz als auch im Bereich bis 3.000 Hz erzielt werden.

30 Die erfindungsgemäße Kombination des hoch absorbierenden Materials des Schallabsorberelements mit dem schlechter aber in einem breiteren Frequenzbereich absorbierenden Material der

Deckschicht führt zu einem überraschend deutlich gesteigerten Gesamtabsorptionsgrad im Frequenzbereich um 500 Hz, wenn die zuvor genannten Materialien genutzt und die genannten Dimensionierungen eingehalten werden. Dies ist für die Verwendung der schallabsorbierenden Bauelemente an Lärmschutzwänden bedeutsam. Von besonderer Bedeutung ist es für das Auftreten dieser Verbesserung auch, dass die verwendeten Absorbermaterialien (insbesondere gesintertes Blähglasgranulat) des Schallabsorberelements stabile akustische Eigenschaften haben.

Besonders bevorzugt grenzen die Deckschicht und die Trägerschicht in der Grenzebene ohne Belassung von Hohlräumen aneinander, gegebenenfalls vermittelt über eine Klebeschicht, wenn die Deckschicht und die Trägerschicht zusammengeklebt sind. Ein besonders einfacher Aufbau ergibt sich, wenn bei unmittelbar aneinander angrenzenden Träger- und Deckschichten auch die Schallabsorberelemente in der Grenzebene enden und sich nicht in die Trägerschicht hinein erstrecken. Bei abgewandelten Ausführungsformen sind auf der zur Grenzebene gerichteten Seite der Trägerschicht Hohlräume ausgebildet, welche Abschnitte der Schallabsorberelemente aufnehmen, die über die Deckschicht hinausragen.

Bevorzugt bestehen die Schallabsorberelemente aus einem gesinterten Blähglasgranulat, welches vorzugsweise streifen- oder quaderförmig ausgebildet ist. Gesintertes Blähglasgranulat weist einen sehr hohen Absorptionsgrad im Bereich $\alpha = 0,8 - 1,0$ auf. Es können aber auch andere Materialien mit hohem Absorptionsvermögen verwendet werden. In einer abgewandelten Ausführungsform verlaufen die streifenförmigen Schallabsorberelemente kreuzförmig zueinander, sodass ein Raster ausgebildet ist.

Für die Verbindung zwischen der ggf. vorgesehenen Trägerschicht und der Deckschicht können außer der bereits erwähnten Klebeverbindung auch andere Hilfs- und Verbindungsmittel verwendet werden, insbesondere Halteklammern, Rahmenelemente oder mechanische Verbindungselemente, wie sie dem Fachmann bekannt sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt der Volumenanteil der eingeschlossenen Schallabsorberelemente zwischen 10% und 45% des Gesamtvolumens der Deckschicht. Da die Deckschicht aus mechanisch stabilen, wenngleich auch schlechter schallabsorbierendem Material besteht, wirkt sich der geringe Anteil des teureren, hochabsorbierenden Materials der Schallabsorberelemente günstig auf die Gesamtkosten des schallabsorbierenden Bauelements aus. Es hat sich außerdem gezeigt, dass mit dem genannten Volumenverhältnis hervorragende Gesamtabsorptionswerte erreichbar sind, insbesondere kommt es zu einer schallabsorbierenden Leistungssteigerung im tieffrequenten Bereich < 500 Hz.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bauelements besitzen die Schallabsorberelemente einen Absorptionsgrad $\alpha_s = 0,7 - 1$ und die Deckschicht besitzt stattdessen einen Absorptionsgrad $\alpha_D = 0,3 - 0,65$. Je nach der gewählten Geometrie sind mit diesen Werten für das gesamte schallabsorbierende Bauelement Gesamtabsorptionswerte $\alpha_G = 0,85 - 0,95$ erreichbar.

Die Deckschicht besteht bevorzugt aus haufwerksporigem Material, insbesondere haufwerksporigem Beton. Abgewandelte Ausführungsformen können andere weniger gut schallabsorbierende Materialien verwenden. Die Deckschicht kann an ihrer zur

Schallquelle gerichteten Oberfläche eben sein oder auch eine Profilierung aufweisen, wenn dies für den jeweiligen Einsatzzweck nützlich ist. Hohe Gesamtabsorptionswerte lassen sich aber auch mit einer ebenen Oberfläche erreichen.

5

Soweit das Schallabsorberelement das genannte Rahmenelement aufweist, ist dieses bevorzugt aus Stahlblech mit einer Dicke < 1mm oder einem anderen harten Material, z. B. Kunststoff oder Faserzement, gefertigt. Das Rahmenelement kann
10 beispielsweise als U-förmiges Profil gebildet sein, sodass das Schallabsorberelement in dieses Profil eingelegt wird. Das Rahmenelement erstreckt sich bevorzugt vollständig in der Deckschicht. Überraschender Weise hat sich gezeigt, dass erhöhte Absorptionsergebnisse auch dann erzielt werden, wenn
15 die vom Rahmenelement nicht bedeckte offene Absorptionsfläche von der Schallquelle abgewandt in der Deckschicht angeordnet ist. Besonders bevorzugt ist das Schallabsorberelement mit dem Rahmenelement so in der Deckschicht angeordnet, dass es allseits von der Deckschicht umgeben ist.

20

Die ggf. vorgesehene Trägerschicht besteht besonders bevorzugt aus nicht schallabsorbierendem Material mit hoher Tragfähigkeit, beispielsweise Normalbeton. Für die Trägerschicht eignen sich in abgewandelten Ausführungen aber auch Materialien mit
25 geringem Absorptionsgrad.

Unter Verwendung der beschriebenen schallabsorbierenden Bauelemente schlägt die vorliegende Erfindung auch eine Schallschutzwand vor, die sich dadurch auszeichnet, dass sie eine
30 Trägerschicht besitzt, an welcher eine Vielzahl von schallabsorbierenden erfindungsgemäßen Bauelementen angebracht ist. In herkömmlicher Weise können Tragkonstruktionen zur Halterung

und/oder Verbindung der einzelnen schallabsorbierenden Bauelemente eingesetzt werden.

5 Eine bevorzugte Ausführungsform einer derartigen Schallschutzwand zeichnet sich weiterhin dadurch aus, dass auch die Trägerschicht zusätzlich darin eingelassene Schallabsorberelemente besitzt, die gegenüber der Deckschicht einen erhöhten Absorptionsgrad aufweisen. Die weiteren Schallabsorberelemente sind in der Trägerschicht derart angeordnet, dass ihre zur
10 Deckschicht gerichtete Fläche in der Grenzebene zwischen Deckschicht und Trägerschicht liegt. Damit stehen wiederum Beugungskanten am Übergang zwischen hochabsorbierendem Material und dem nicht oder nur schlecht absorbierenden Material der Trägerschicht zur Verfügung, welche die oben beschriebenen
15 Grenzflächeneffekte unterstützen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform erstrecken sich die Schallabsorberelemente etwa 50% bis 80% in die Tiefe des sie umgebenden Materials der Trägerschicht bzw. der Deckschicht.

20 Die Deckschicht weist bevorzugt eine Dicke zwischen 5-6 cm auf. Eine Verbindung des schallabsorbierenden Bauelements mit einer Trägerschicht zum Aufbau einer Schallschutzwand besitzt bevorzugt eine Gesamtdicke zwischen 8 und 12 cm.

25 Weitere Vorteile, Einzelheiten und Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen, unter Bezugnahme auf die Zeichnungen. Es zeigen:

30 Fig. 1: eine Querschnittsansicht einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen schallabsorbierenden Bauelements mit einer Deckschicht;

- Fig. 2: eine Schnittansicht parallel zu einer ebenen Fläche des schallabsorbierenden Bauelements;
- Fig. 3: eine Querschnittsansicht einer zweiten Ausführungsform des schallabsorbierenden Bauelements mit einem weiteren Schallabsorberelement in einer Trägerschicht;
- Fig. 4: eine Querschnittsansicht einer dritten Ausführungsform des schallabsorbierenden Bauelements mit Schallabsorberelementen, die sich in der Trägerschicht und der Deckschicht erstrecken;
- Fig. 5: eine Querschnittsansicht einer vierten Ausführungsform des schallabsorbierenden Bauelements mit Schallabsorberelementen in der Trägerschicht;
- Fig. 6: eine Querschnittsansicht weiterer Ausführungsform des schallabsorbierenden Bauelements mit verschiedenen Schallabsorberelementen, die mit Rahmenelementen ausgerüstet sind;
- Fig. 7: eine Querschnittsansicht weiterer Ausführungsform des schallabsorbierenden Bauelements mit weiteren Schallabsorberelementen, die mit Rahmenelementen ausgerüstet sind;
- Fig. 8: eine Querschnittsansicht nochmals weiterer Ausführungsform des schallabsorbierenden Bauelements mit weiteren Schallabsorberelementen, die mit Rahmenelementen ausgerüstet sind.

In Fig. 1 ist eine erste Ausführungsform eines schallabsorbierenden Bauelements in einer vereinfachten Querschnittsansicht dargestellt. In dieser Ausführungsform umfasst das

schallabsorbierende Bauelement eine Deckschicht 03 aus einem schwach schallabsorbierenden Material mit einem Absorptionsgrad $\alpha_D = 0,3 - 0,65$. Die Deckschicht 03 ist vollflächig ausgebildet und hat in der Praxis beispielsweise eine Dicke von 50 mm. In die weniger gut schallabsorbierende Deckschicht 03 sind mehrere Schallabsorberelemente 06 aus hochabsorbierendem Material eingelassen, die einen Absorptionsgrad $\alpha_S = 0,7 - 1$ aufweisen. Die Schallabsorberelemente 06 sind beispielsweise als lang gestreckte Streifen mit einem Querschnitt von 50 mm x 25 mm gestaltet. Bezogen auf das Gesamtvolumen des im Bauelement verwendeten schallabsorbierenden Materials besitzen die Schallabsorberelemente 06 beispielsweise einen Volumenanteil von 20%, während die weniger gut absorbierende Deckschicht 03 einen Volumenanteil von 80% umfasst.

Die Schallabsorberelemente bestehen insbesondere aus einem gesinterten Blähglasgranulat, wie es beispielsweise von der Firma Liaver GmbH & Co. KG unter dem Markennamen Reapor geliefert wird.

In einem praktischen Ausführungsbeispiel besitzen die Schallabsorberelemente einen Querschnitt von 50 mm x 25 mm, einen Absorptionsgrad $\alpha_S = 0,95$ und einen Volumenanteil am gesamten schallabsorbierenden Material von 20%. Bevorzugt weisen die Schallabsorberelemente bei einer Breite von 50 mm einen Abstand von 200 mm zueinander auf (bzw. der Abstand zwischen den Mittenachsen der Schallabsorberelemente beträgt etwa 250 mm). Die weniger gut schallabsorbierende Deckschicht 03 ist in diesem Beispiel vollflächig mit ebener Oberfläche und einer Dicke von 50 mm ausgebildet. Sie stellt einen Volumenanteil von 80% am gesamten schallabsorbierenden Material des Bauelements und besitzt einen Absorptionsgrad $\alpha_D = 0,5$.

An der Unterseite der Deckschicht ist bei der dargestellten Ausführungsform eine Gewebeschicht 05 angebracht, die schalldurchlässig ist und die Schallabsorberelemente 06 zumindest teilweise überdeckt.

5

Fig. 2 zeigt das schallabsorbierende Bauelement in einem Schnitt parallel zur Oberfläche. Es ist ersichtlich, dass die Schallabsorberelemente 06 streifenförmig im Material der Deckschicht 03 verlaufen.

10

Fig. 3 zeigt eine abgewandelte Ausführungsform im Querschnitt. Die Deckschicht 03 ist in diesem Fall mit einer Trägerschicht 02 verbunden. In der Trägerschicht 02 sind weitere Schallabsorberelemente 06a eingelassen. Die Trägerschicht besteht aus einem nicht absorbierenden Material, vorzugsweise Normalbeton. Zwischen der Trägerschicht 02 und der Deckschicht 03 ist eine Grenzebene 04 ausgebildet, an welcher die angrenzenden Schichten beispielsweise durch einen Kleber verbunden sein können. Neben den in der Deckschicht 02 angeordneten Schallabsorberelementen 06 befindet sich ein weiteres Schallabsorberelement 06a innerhalb der Trägerschicht 03. Das weitere Schallabsorberelement 06a kann aus demselben Material wie die Schallabsorberelemente 06 bestehen und dieselben Abmessungen aufweisen. Das weitere Schallabsorberelement 06a ist vorzugsweise mit seinem gesamten Querschnitt in der Trägerschicht 02 eingebracht, sodass seine zur Deckschicht 03 gerichtete Oberseite in der Grenzebene 04 liegt und bevorzugt nicht vom Material der Trägerschicht bedeckt ist.

30

Durch die erfindungsgemäße Anordnung, wie sie aus Fig. 3 ersichtlich ist, ergibt sich unter Anwendung der o.g.

Absorptionswerte der Deckschicht und der Schallabsorberelemente ein Gesamtabsorptionswert von $\alpha_G = 0,85$.

5 Dieser überraschend hohe Gesamtabsorptionswert entsteht aufgrund der spezifischen Anordnung der Schallabsorberelemente, die derart in die Deckschicht 03 und die Trägerschicht 02 eingelassen sind, dass von Schallwellen (angedeutet durch die Pfeile 07), soweit sie die Deckschicht 03 durchdringen, ein Anteil an zahlreichen Beugungskanten 08 auftritt und dort
10 durch Beugung eine Phasenverschiebung erfährt. Die Phasenverschobenen Schallwellen überlagern sich mit den Schallwellen, die die Deckschicht 03 durchdrungen haben und gegebenenfalls an der Trägerschicht 02 reflektiert wurden, sodass es zu einer Teillösung kommt. Darüber hinaus treten ggf. weitere Grenzflächeneffekte auf.
15

Die Beugungskanten 08 verlaufen entlang der Berührungslinien zwischen dem nicht oder nur schlecht schallabsorbierenden Material der Trägerschicht 02 bzw. der Deckschicht 03 und dem
20 sehr gut schallabsorbierenden Material der Schallabsorberelemente 06, 06a. Wesentlich für das Auftreten der Teillösung ist dabei auch, dass die Schallabsorberelemente 06 einen vorbestimmten Abstand zueinander aufweisen, der vorzugsweise ein Mehrfaches ihrer eigenen Breite misst. Für bestimmte Anwendungsfälle kann ein optimaler Abstand der Schallabsorberelemente unter Berücksichtigung der Wellenlängen der auftretenden
25 Schallwellen berechnet werden, beispielsweise das Vierfache der Breite der Schallabsorberelemente.

30 Bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform verlaufen die Beugungskanten 08 in der Grenzebene 04, da die Schallabsorberelemente 06 über ihren gesamten Querschnitt in die Deckschicht 03 eingelassen sind, sodass die zur Trägerschicht 02

gewandte Oberfläche der Schallabsorberelemente 06 in der Grenzebene 04 liegt. Unabhängig von dem beschriebenen Effekt der Beugung und der Teillösung wirken die Schallabsorberelemente 06 in herkömmlicher Weise durch Schallabsorption der
5 direkt auf sie auftreffenden Schallwellen.

Die weniger gut schallabsorbierende Deckschicht 03 besteht beispielsweise aus zementgebundenem, kunstharzgebundenem oder wasserglasgebundenem Material, wobei diesen Materialien typische
10 Leichtbau-Zuschlagstoffe zugesetzt werden, beispielsweise Blähton, Blähschiefer, Blähglas, Bims, Holzspäne. Bei mechanisch wenig beanspruchten oder durch andere konstruktive Gestaltungen geschützten Ausführungsformen kann die Deckschicht auch aus Schaumstoff ausgeführt sein.

15 Eine nochmals abgewandelte Ausführungsform ist im Querschnitt in Fig. 4 dargestellt. Dort werden Schallabsorberelemente 06b eingesetzt, die im Querschnitt sowohl in der Trägerschicht 02 als auch in der Deckschicht 03 verlaufen. Die einzelnen
20 Schallabsorberelemente 06b können einstückig ausgebildet sein oder als zwei getrennte Elemente ausgeführt sein, die z. B. in der Grenzebene 04 aneinander stoßen.

In Fig. 5 ist eine andere Ausführungsform des schallabsorbierenden Bauelements in einer vereinfachten Querschnittsansicht dargestellt. In dieser Ausführungsform, die sich insbesondere für die Schallabsorption im tieffrequenten Bereich eignet, umfasst das schallabsorbierende Bauelement die
25 Trägerschicht 02 und die mit dieser verbundene Deckschicht 03. Die Trägerschicht 02 besteht aus einem nicht oder schlecht absorbierenden, d.h. schallreflektierenden Material, beispielsweise Normalbeton. Die Deckschicht 03 besteht aus
30 einem schwach schallabsorbierenden Material mit einem

Absorptionsgrad $\alpha_D = 0,3 - 0,65$. Die Deckschicht 03 ist hier vollflächig ausgebildet und hat in der Praxis beispielsweise eine Dicke von 50 mm. Zwischen der Trägerschicht 02 und der Deckschicht 03 ist die Grenzebene 04 ausgebildet, an welcher die angrenzenden Schichten beispielsweise durch einen Kleber verbunden sein können. In diesem Ausführungsfall sind in die nicht oder schlecht schallabsorbierende Trägerschicht 02 mehrere Schallabsorberelemente 06 aus hochabsorbierendem Material eingelassen, die einen Absorptionsgrad $\alpha_S = 0,7 - 1$ aufweisen. Die Schallabsorberelemente 06 sind auch hier beispielsweise als lang gestreckte Streifen mit einem Querschnitt von 50 mm x 25 mm gestaltet. Die Schallabsorberelemente bestehen insbesondere aus einem gesinterten Blähglasgranulat.

Weitere Abwandlungen, die in den Zeichnungen nicht dargestellt sind, zeichnen sich dadurch aus, dass die Trägerschicht 02 in gewissem Umfang schallabsorbierende Eigenschaften aufweist. Ebenso ist es möglich, angrenzend an die Trägerschicht 02 einen weiteren mechanischen Träger vorzusehen, der als Rahmen oder als Platte ausgeführt sein kann, um das schallabsorbierende Bauelement zu tragen.

In den Figuren 6, 7 und 8 sind in Querschnittsansicht weitere Ausführungsformen des schallabsorbierenden Bauelements dargestellt, wobei lediglich zur Erläuterung der denkbaren Bauvarianten verschiedene Schallabsorberelemente 06 an unterschiedlichen Positionen in der Deckschicht 03 und/oder der Trägerschicht 02 eingezeichnet sind. Eine wesentliche Änderung zu den zuvor erläuterten Ausführungsformen besteht darin, dass die Schallabsorberelemente 06 jeweils mit einem oder mehreren Rahmenelementen 10 ausgerüstet sind. Das Rahmenelement 10 besteht aus einem schallreflektierenden

Material, beispielsweise dünnem Blech, Kunststoff oder dergleichen und bedeckt bzw. umrahmt das Schallabsorberelement 06 an mindestens einer Seite, vorzugsweise an drei Seiten. An den Grenzflächen zwischen Schallabsorberelement 06 und
5 Rahmenelement 10 entstehen dadurch Beugungskanten 08, wobei der Unterschied im Absorptionsgrad der angrenzenden Materialien besonders hoch ist, sodass der von der Erfindung genutzte Beugungs- und Auslöschungseffekt besonders stark auftritt.

10 Die Rahmenelemente 10 lassen mindestens eine schalloffene Absorptionsfläche der Schallabsorberelemente unbedeckt bzw. teilweise unbedeckt. Die Absorptionsfläche kann, muss aber nicht zur Schallquelle hin gerichtet sein. Die
15 Schallabsorberelemente 06 und die ausgebildeten Beugungskanten 08 sind auch dann akustisch sehr absorbierend wirksam, wenn die an der harten Trägerschicht 02 reflektierten Schallwellen auf diesen Beugungskanten 08 auftreffen.

20 In den Fig. 6 bis 8 sind beispielhaft unterschiedliche Bauformen der mit Rahmenelementen ausgerüsteten Schallabsorberelemente gezeichnet. Ein drittes Schallabsorberelement 06c erstreckt sich teilweise in der Deckschicht 03 und teilweise in der Trägerschicht 02, wobei sich die Rahmenelemente 10
25 jeweils an den Seitenflächen des Schallabsorberelements erstrecken, L-förmig gestaltet sind und nur in der Deckschicht verlaufen. Ein viertes Schallabsorberelement 06d erstreckt sich vollständig in der Deckschicht 03, verläuft in einem U-förmigen Rahmenelement 10 und richtet seine offene
30 Absorptionsfläche in Richtung der Deckschicht-Oberfläche, die der Schallquelle zugewandt ist. Ein fünftes Schallabsorberelement 06e erstreckt sich vollständig in der Deckschicht 03 in einem U-förmigen Rahmenelement 10, welches

seitliche Halteflächen 11 aufweist, wobei eine vollständig offene Absorptionsfläche in Richtung der Deckschicht-Oberfläche, die der Schallquelle zugewandt ist, verläuft und eine teilgeöffnete Absorptionsfläche gegenüberliegend ausgebildet ist durch Perforation des Rahmenelements. Die Halteflächen 11 dienen sowohl der mechanischen Halterung des Rahmenelements als auch als weitere Reflexionsflächen für die Schallwellen. Ein sechstes Schallabsorberelement 06f erstreckt sich vollständig in der Deckschicht 03 in einem U-förmigen Rahmenelement 10, wobei eine vollständig offene Absorptionsfläche in Richtung der schallquellenabgewandten Deckschicht-Oberfläche gerichtet ist. Ein siebentes Schallabsorberelement 06g erstreckt sich vollständig in der Deckschicht 03 in einem U-förmigen Rahmenelement 10 mit Halteflächen 11, wobei die Bodenseite des Rahmenelements im Wesentlichen in einer Ebene mit der schallquellenzugewandten Oberfläche der Deckschicht liegt. Ein achttes Schallabsorberelement 06h erstreckt sich vollständig in der Deckschicht 03 in einem kastenförmigen Rahmenelement 10, nur an der schallquellenabgewandten Seite des Rahmenelements eine schlitzförmige Öffnung vorgesehen ist, welche die Absorptionsfläche freigibt. Ein neuntes Schallabsorberelement 06i erstreckt sich ebenfalls in einem kastenförmigen Rahmenelement 10 mit einer nur schlitzförmigen Öffnung an der schallquellenabgewandten Seite, wobei das Schallabsorberelement das Rahmenelement unter Belassung eines Luftraums nur teilweise ausfüllt.

Besonders bevorzugt besitzt die Deckschicht 03 eine Dicke von 50 bis 200 mm, wobei sich Dicken von ca. 50 bis 60 mm gut für die Herstellung von Absorptionsplatten eignet, die an vorhandene Wände oder dergleichen nachträglich angebaut werden, während Dicken von 100 bis 200 mm für den Aufbau von Lärmschutzwänden besonders geeignet sind. Wenn die offene

Absorptionsfläche der Schallabsorberelemente zur Rückseite der Deckschicht gerichtet ist (der Schallquelle abgewandte Seite), sollte der Abstand a zur schallreflektierenden Trägerschicht betragen: mindestens 15 mm, bei einer Deckschichtdicke von ca. 5 60 mm; sowie mindestens 50 mm bei einer Deckschichtdicke von ca. 150 mm .

Die Rahmenelemente dienen bevorzugt auch der Befestigung der Schallabsorberelemente in der Deckschicht und/oder der 10 Tragschicht. Dazu können die Rahmenelemente 10 abgewinkelte Halteflächen 11 aufweisen, die im Material der Deckschicht 03 eingelassen bzw. verankert werden. Die Rahmenelemente können U-förmige Profile sein, in welche streifenförmige Schallabsorberelemente 06 eingelegt werden. Während die 15 Rahmenelemente 10 vorzugsweise vollständig in der Deckschicht 03 verlaufen, können sich die Schallabsorberelemente 06 auch bei dieser Ausführungsform entweder vollständig in der Deckschicht 03 oder auch teilweise in der Trägerschicht 02 erstrecken, wie dies in Fig. 6 in den beiden links gezeigten 20 Varianten dargestellt ist.

Mit den erfindungsgemäßen schallabsorbierenden Bauelementen lassen sich unterschiedliche Anwendungen aufbauen. Ein bevorzugter Anwendungsfall ist eine Schallschutzwand, die aus zahl- 25 reichen schallabsorbierenden Bauelementen zusammengesetzt ist.

Ebenso können schallabsorbierende Bauelemente zur Schallabsorption in Fahrzeugen, Schiffen oder Flugzeugen eingesetzt werden. Die schallabsorbierenden Bauelemente können dafür 30 speziell geformt sein, beispielsweise um den Konturen in Karosserien zu folgen.

Bezugszeichenliste

	01 -	--
	02 -	Trägerschicht
5	03 -	Deckschicht
	04 -	Grenzebene
	05 -	Gewebeschicht
	06 -	Schallabsorberelemente
	06a - 06i -	Schallabsorberelemente
10	07 -	Schallwellen
	08 -	Beugungskanten
	09 -	--
	10 -	Rahmenelement
	11 -	Halteflächen
15		

Patentansprüche

1. Schallabsorbierendes Bauelement, insbesondere für den Außenbereich, umfassend eine schallabsorbierende Deckschicht (03) sowie darin eingelassene Schallabsorberelemente (06) mit gegenüber der Deckschicht (03) erhöhtem Absorptionsgrad, dadurch gekennzeichnet, dass die in Richtung zur Schallquelle gerichtete Oberfläche der Deckschicht eben ausgebildet ist, dass die Schallabsorberelemente (06) voneinander beabstandet angeordnet sind, und dass eine Absorptionsfläche der Schallabsorberelemente in einer Ebene parallel zu der Deckschicht liegt, wobei in dieser Ebene die von den Schallabsorberelementen (06) eingenommene Fläche kleiner ist als die nicht von Schallabsorberelementen eingenommene Fläche.
2. Schallabsorbierendes Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Seite der Schallabsorberelemente (06) in der Ebene der von der Schallquelle abgewandten Oberfläche der Deckschicht (03) liegt.
3. Schallabsorbierendes Bauelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schallabsorberelemente (06) mit erhöhtem Absorptionsgrad ganz oder teilweise in der Deckschicht (03) eingelassen sind und zusätzlich ein Rahmenelement (10) aus einem schallreflektierenden Material besitzen, welches das Schallabsorberelement (06) an einer oder mehreren Seiten einrahmt.
4. Schallabsorbierendes Bauelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Rahmenelement (10) als U-förmiges Profil gestaltet ist, in welches ein streifenförmiges Schallabsorberelement (06) eingelegt ist.

5. Schallabsorbierendes Bauelement nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Rahmenelement (10) und das darin aufgenommene Schallabsorberelement (06) allseits vom Material der Deckschicht (03) umgeben ist.
- 5 6. Schallabsorbierendes Bauelement nach Anspruch 3, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass Rahmenelement (10) mindestens eine perforierte Fläche aufweist, die auf der schallquellenzugewandten und/oder der schallquellenabgewandten Seite der Deckschicht angeordnet ist, um eine teiloffene Absorptionsfläche freizugeben.
- 10
7. Schallabsorbierendes Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die schallabsorbierende Deckschicht (03) einen Absorptionsgrad $\alpha_D = 0,3$ bis $0,75$ aufweist und die Schallabsorberelemente (06) einen Absorptionsgrad $\alpha_S = 0,8$ bis 1 aufweisen.
- 15
8. Schallabsorbierendes Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Volumenanteil der in der Deckschicht (03) eingeschlossenen Schallabsorberelemente (06) zwischen 10% und 45% des Gesamtvolumens der Deckschicht beträgt.
- 20
9. Schallabsorbierendes Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Deckschicht (03) aus haufwerksporigem Material besteht.
10. Schallabsorbierendes Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schallabsorberelemente (06) aus gesintertem Blähglasgranulat bestehen und vorzugsweise streifen- oder quaderförmig ausgebildet sind.
- 25

11. Schallabsorbierendes Bauelement nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schallabsorberelemente (06) in der von der Schallquelle abgewandten Oberfläche der Deckschicht (03) eine Fläche von 20% einnehmen und eine Tiefe von 50% bis 80% der Dicke der Deckschicht besitzen.
- 5
12. Schallabsorbierendes Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass es mit seiner der Schallquelle abgewandten Oberfläche an einer Trägerschicht (02) anbringbar ist, vorzugsweise durch ein oder mehrere aus der folgenden Liste ausgewählte Verbindungsmittel:
- 10
- eine Klebeschicht;
 - Halteklammern, welche Trägerschicht und Deckschicht umgreifen;
 - Rahmenelemente, in welche Trägerschicht und Deckschicht eingesetzt sind;
 - mechanische Verbindungselemente, welche sich zwischen Trägerschicht und Deckschicht erstrecken.
- 15
13. Schallschutzwand mit einer Trägerschicht (02), dadurch gekennzeichnet, dass an der Trägerschicht (02) zahlreiche schallabsorbierende Bauelemente gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 angebracht sind.
- 20
14. Schallschutzwand nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Gruppe der Schallabsorberelemente (06a) im Querschnitt vollständig in die Trägerschicht (02) und eine zweite Gruppe der Schallabsorberelemente (06) im Querschnitt vollständig in die Deckschicht (03) eingeschlossen sind.
- 25

15. Schallabsorbierendes Bauelement, insbesondere für den Außenbereich, umfassend eine Trägerschicht (02), eine in einer Grenzebene (04) an die Trägerschicht (02) angrenzende, schallabsorbierende Deckschicht (03), sowie eingeschlossene Schallabsorberelemente (06) mit gegenüber der Deckschicht (03) erhöhtem Absorptionsgrad, dadurch gekennzeichnet, dass die Schallabsorberelemente (06) in die Trägerschicht (02) eingelassen sind, sodass in der Grenz-ebene (04) Beugungskanten (08) zwischen Trägerschicht (02) und Schallabsorberelementen (06) ausgebildet sind, und dass die Schallabsorberelemente (06) voneinander beabstandet angeordnet sind, wobei die von den Schallabsorberelementen (06) in der Grenzebene (04) bedeckte Fläche weniger als 50% der Gesamtfläche der Grenzebene (04) beträgt.

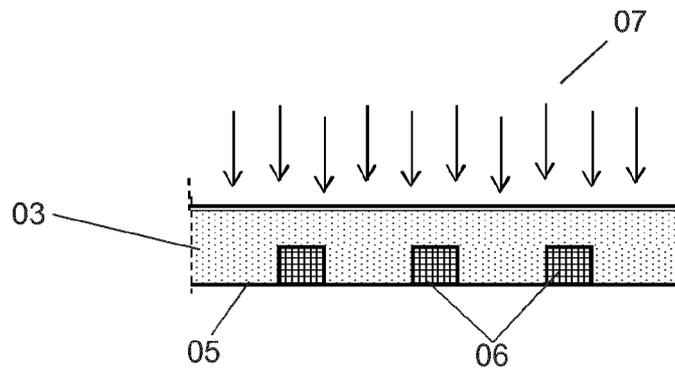


Fig. 1

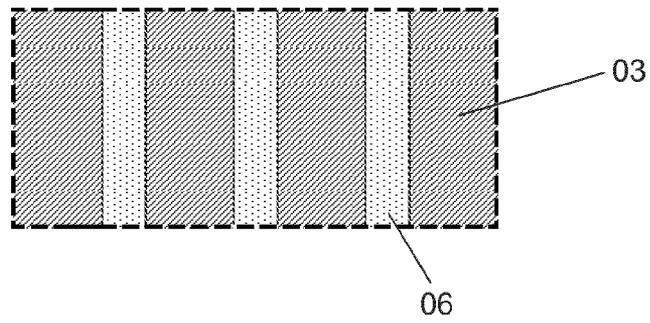


Fig. 2

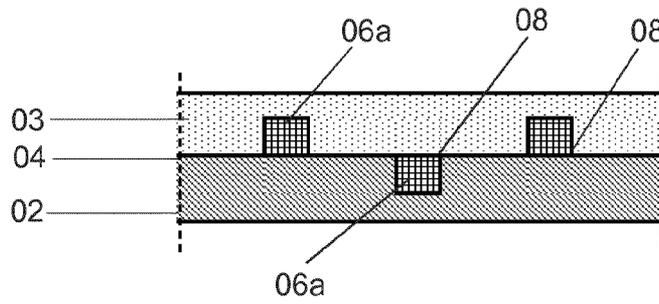


Fig. 3

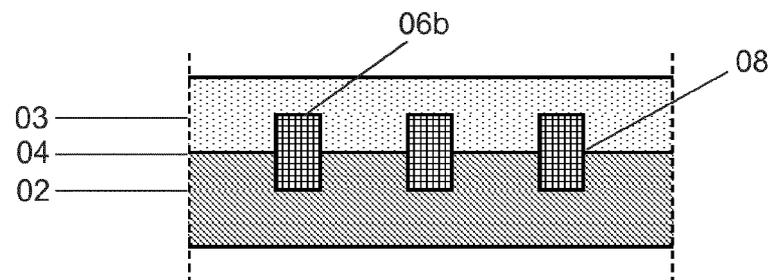


Fig. 4

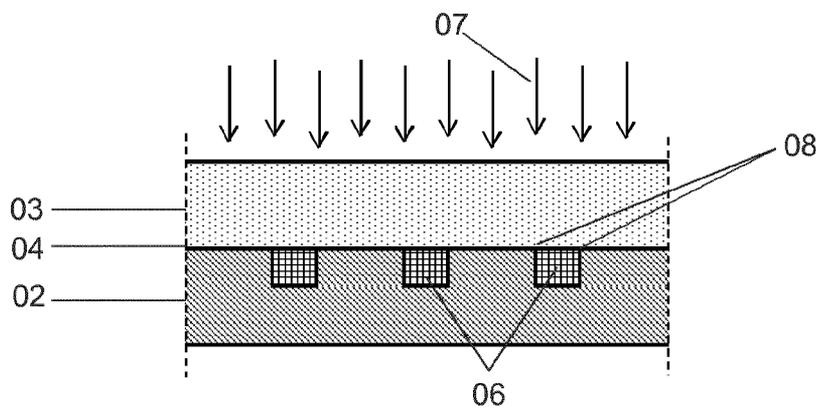


Fig. 5

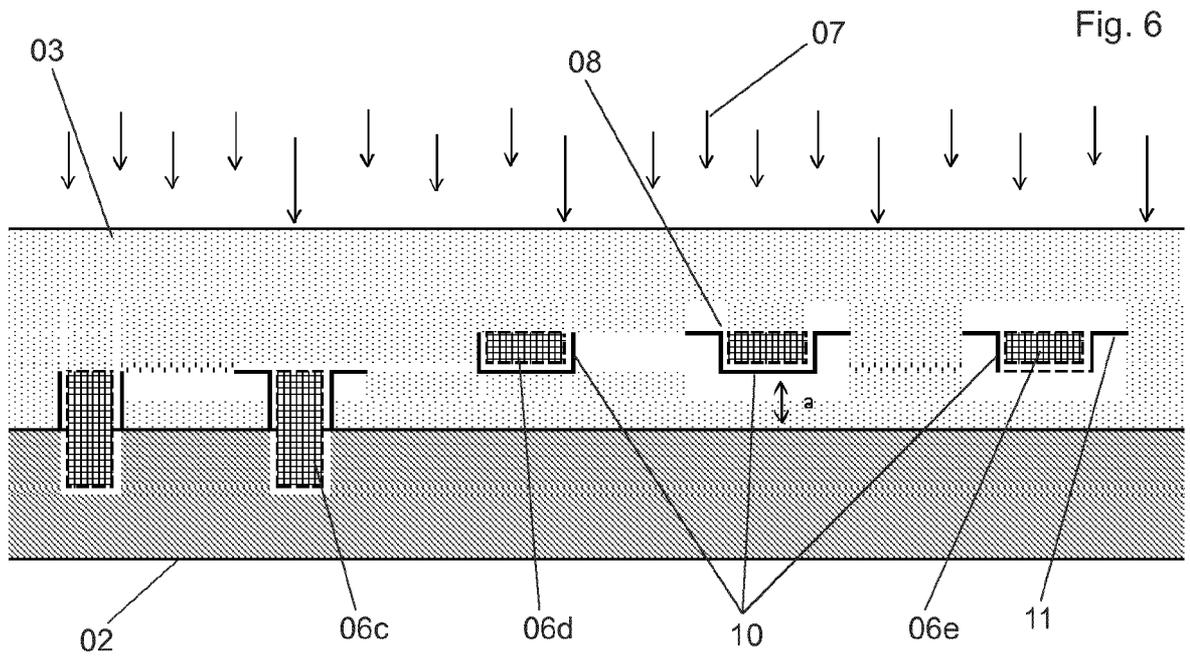


Fig. 6

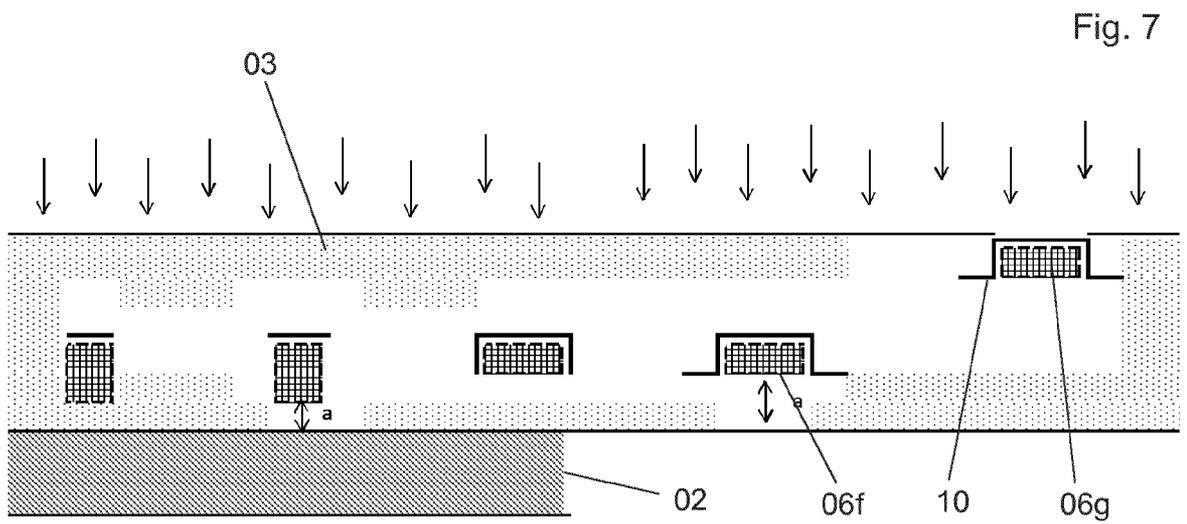


Fig. 7

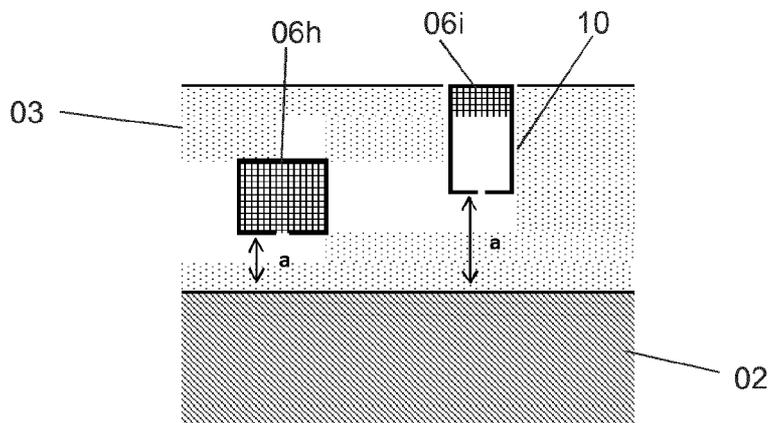


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/064226

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. E01F8/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
E01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP H10 46525 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 17 February 1998 (1998-02-17) the whole document -----	1,2,15
X	WO 03/008711 A1 (ANDERMATT PAUL [CH]) 30 January 2003 (2003-01-30) page 8, line 31 - page 9, line 26; claim 8; figure 4a -----	1,2,15
A	FR 2 724 401 A1 (SABLA SA [FR]) 15 March 1996 (1996-03-15) page 4, line 27 - page 5, line 13; figure 4 -----	1-15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 14 September 2016	Date of mailing of the international search report 26/09/2016
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Flores Hokkanen, P
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/064226

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP H1046525	A	17-02-1998	NONE
WO 03008711	A1	30-01-2003	NONE
FR 2724401	A1	15-03-1996	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/064226

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. E01F8/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) E01F		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP H10 46525 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 17. Februar 1998 (1998-02-17) das ganze Dokument -----	1,2,15
X	WO 03/008711 A1 (ANDERMATT PAUL [CH]) 30. Januar 2003 (2003-01-30) Seite 8, Zeile 31 - Seite 9, Zeile 26; Anspruch 8; Abbildung 4a -----	1,2,15
A	FR 2 724 401 A1 (SABLA SA [FR]) 15. März 1996 (1996-03-15) Seite 4, Zeile 27 - Seite 5, Zeile 13; Abbildung 4 -----	1-15
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :		
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist		"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)		"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht		"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 14. September 2016		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 26/09/2016
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Flores Hokkanen, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/064226

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H1046525	A	17-02-1998	KEINE
WO 03008711	A1	30-01-2003	KEINE
FR 2724401	A1	15-03-1996	KEINE