



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

702 932 A1

(51) Int. Cl.: E04B 1/86 (2006.01)
E01F 8/00 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 00513/10

(22) Anmeldedatum: 06.04.2010

(43) Anmeldung veröffentlicht: 14.10.2011

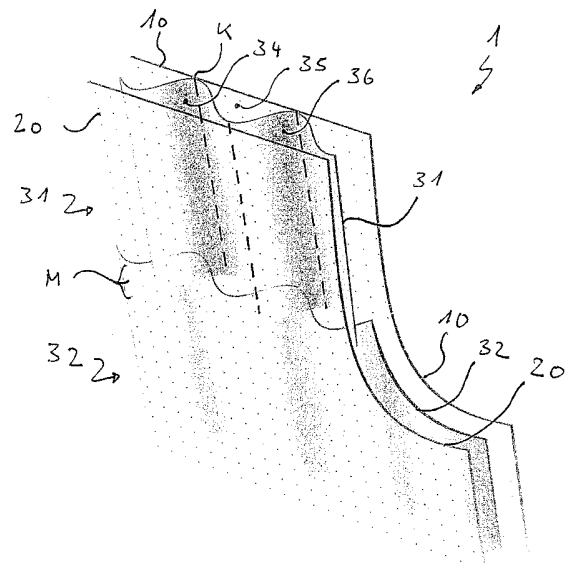
(71) Anmelder:
Akustik & Raum AG, Tannwaldstrasse 101
4601 Olten (CH)

(72) Erfinder:
Robert Bähler, 8512 Thundorf (CH)

(74) Vertreter:
Rentsch Partner AG, Fraumünsterstrasse 9 Postfach 2441
8022 Zürich (CH)

(54) **Absorbierende Lärmschutzwände.**

(57) Es werden schallabsorbierende plattenförmige Elemente (1) und ein Verfahren zu deren Herstellung vorgeschlagen, die es erlauben, äusserst effizient stabile Sandwichkonstruktion aus akustisch wirksamen Deckschichten (10, 20) und einem innenliegenden tragenden Kern (30) aus Wellstegprofilen (31, 32) aufzubauen. Die Wellstegprofile (31, 32) definieren Luftkanäle im Platteninneren und sind derart gestaltet und/oder angeordnet, dass die beiden schallabsorbierenden Oberflächen (10, 20) miteinander in kommunizierender Verbindung stehen. Die Elemente (1) können, zum Beispiel für den Einsatz beim Lärmschutz entlang von Strassen und Schienenwegen, aus transparentem oder transluzentem Material gefertigt werden. Der Kern (30) besteht dabei aus nur einem oder wenigen Bauteilen und stabilisiert das schallabsorbierende plattenförmige Element (1) ausreichend. Da bevorzugt alle Anteile der Wellstegprofile (31, 32) im Kern (30) im Wesentlichen in vertikaler Richtung ausgerichtet sind und das Platteninnere frei von horizontalen Wänden oder Absätzen ist, wird die Verschmutzung vermieden und die Reinigung erleichtert.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft schallabsorbierende plattenförmige Elemente gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 1 und Lärmschutzwände gemäss Oberbegriff des Patentanspruchs 9, die entsprechende schallabsorbierende plattenförmige Elemente umfassen, sowie Verfahren zur Herstellung von Akustikelementen gemäss Oberbegriff des Patentanspruchs 12.

[0002] Trotz vermehrter Anstrengungen von Fahrzeugbauern und Strassenbauern hat seit Jahren in Folge des starken Wachstums im Strassen- und Bahnverkehr auch der Verkehrslärm kontinuierlich zugenommen. Erschwerend kommt hinzu, dass mit höheren Reisegeschwindigkeiten auch der Lärmpegel steigt. Mit der zunehmend dichteren Besiedlung unserer Lebensräume führt der zunehmende Verkehr zu erhöhter Lärmbelastung von immer mehr Menschen. Die zunehmende Mobilität im beruflichen wie im Freizeitbereich kombiniert mit der zunehmenden Zersiedelung der Landschaft führt zwangsläufig zu einem noch stärkeren Anstieg des Verkehrslärms. Die Lärmbelastung trifft dabei weniger die Verkehrsteilnehmer im Auto oder im Zug, da diese Dank schallhemmender und schallschluckender Bauteile und Materialien in den Verkehrsmitteln nur in geringem Mass selbst dem Lärm ausgesetzt sind. Der Verkehrslärm belastet primär die Anwohner.

[0003] Lärmbelastung wird nicht nur subjektiv als störend empfunden, sondern ist nachweislich auch für viele Gesundheitsstörungen verantwortlich. Allein in der Schweiz geht man davon aus, dass die Kosten des Lärms durch Strassen- und Schienenverkehr mehr als 1 Milliarde Franken betragen. Gemäss Berechnungen des Schweizer Bundesamts für Raumentwicklung (ARE) betrugen diese lärmbedingten Gesundheitskosten bereits für das Jahr 2 000 124 Millionen Franken und die lärmbedingten Mietzinsausfälle schlugen mit 874 Millionen Franken zu Buche. Angesichts dieser Kosten und der zunehmenden Sensibilisierung der Bevölkerung für das Thema werden im Aussenbereich kostspielige und kilometerlange Lärmschutzwände entlang der Verkehrswege erforderlich.

[0004] Die bekannten Schallschutzwände wirken jedoch oft nur als Schalldämmung, der Lärm wird durch die Wand abgeschirmt aber nicht vermindert. Schlussendlich wird der Lärm auf die gegenüberliegende Seite reflektiert, oder weicht bei beidseitigen Schallschutzwänden unvermindert nach oben aus. In dicht besiedelten Lebensräumen genügen solche Massnahmen daher oft nicht mehr, denn dieser diffuse Umgebungslärm übersteigt das erträgliche und zulässige Mass. Um dies zu verhindern werden zunehmend Schallschutzwände mit Schallschluckern eingesetzt, die den Schall nicht nur abschirmen sondern absorbieren.

[0005] Bei bekannten Schallschluckern oder Absorbern aus Metall, Holz oder Kunststoffen mit Vlies- und Isolationseinslagen wird jeweils ein Teil der Schallenergie in Wärme umgewandelt. Diese Absorber verlieren jedoch durch die grosse Schmutzeinwirkung entlang der Verkehrswege oft sehr schnell ihre Wirkung oder werden in dieser stark eingeschränkt. Eine Reinigung der verschmutzten Absorber oder Schallschlucker ist praktisch nicht möglich. Schallschutzkorridore mit Schallschluckern, welche bisher ausnahmslos als undurchsichtige Wände konzipiert sind, beeinträchtigen zudem die Lebensqualität der direkten Anwohner erheblich. Licht und Sicht werden durch intransparente Wände nicht nur den Anwohnern, sondern auch den Reisenden verwehrt. Unter dem Strich wird durch die bekannten Schallschlucker die Lebensqualität also nicht wirklich erhöht, da für eine Reduzierung des Lärmes der Verlust von Licht und Sicht in Kauf genommen werden muss.

[0006] Es besteht ein dringendes Bedürfnis nach transparenten oder zumindest transluzenten Lärmschutzwänden mit transparenten Absorbern. Solche Produkte sind aber auf dem Markt trotz der eindeutigen Nachfrage bisher nicht erhältlich.

[0007] Zwei wesentliche Gründe für diese Situation sind:

- a. Die kostengünstigen und einfach zu applizierenden Fasermaterialien sind nicht transparent und deshalb nicht einsetzbar.
- b. Die mikroperforierten transparenten Absorber, welche seit einigen Jahren im Innenbereich, respektive der Raumakustik zur Anwendung gelangen, erfüllen die hohen Anforderungen im Aussenbereich (z.B. Regen, Wind und vor allem Verschmutzung) nicht.

[0008] Die Verschmutzungsproblematik besteht bekanntlich bereits bei den nicht transparenten Metall, Holz- und Kunststoffabsorbern im Aussenbereich. Die Anmelderin stellt seit Jahren mikroperforierte transparente Absorber für die Raumakustik her. Das dabei angewendete Herstellverfahren umfasst folgende Schritte: Stanzen in ein- und zweilagige Absorber mit 0.75 mm dicken PET-Deckschichten welche mit einem Wabenkern zu Sandwichelementen verleimt werden, ähnlich wie es in der Fig. 1 aus dem Stand der Technik gezeigt ist. Es entstehen durch solche horizontale Wabenelemente im Platteninneren geschlossene Kammersysteme welche im Innenraumbereich keine negativen Auswirkungen zeigen. Im Aussenbereich können durch die perforierten Deckschichten Regen, Feuchtigkeit und Schmutz eindringen in die Waben eindringen. Während das Wasser mit der Zeit wieder verdunsten kann, sammelt sich der Schmutz in den Waben an. Der eingeschleppte Schmutz (Abrieb von Pneu und Bremsbelegen sowie Staub) wird mit der Zeit und in Kombination mit allfälligem Bewuchs durch Mikroorganismen wie zum Beispiel Pilze und Algen zur Trübung der Elemente führen bis hin zur völligen Undurchsichtigkeit. Da eine Reinigung der verklebten Sandwichelemente nicht oder nur mit unverhältnismässig hohem Aufwand möglich ist, müssten die Elemente in regelmässigen Abständen ausgetauscht werden. Vor allem diese Verschmutzungsproblematik verunmöglicht die Anwendung dieser bekannten Produkte im Aussenbereich.

[0009] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung schallabsorbierende Elemente für Lärmschutzwände und Verfahren zur Herstellung derselben zur Verfügung zu stellen, die gute schallabsorbierende Eigenschaften aufweisen, alle Anforderungen an die Stabilität und Widerstandsfähigkeit für den Einsatz im Aussenbereich erfüllen und dabei wartungs-

arm und kostengünstig sind. Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, dass die schallabsorbierenden plattenförmigen Elemente auf Wunsch transluzent (lichtdurchlässig) oder transparent (blickdurchlässig) und mit vertretbarem technischen Aufwand schnell und wirtschaftlich herstellbar sind. Zudem sollen weitere Nachteile der bekannten schallabsorbierenden Elemente vermieden werden.

[0010] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung Lärmschutzwände zur Verfügung zu stellen, die zumindest teilweise transparent oder transluzent ausgebildet sind, und auftreffenden Schall nicht nur reflektieren, sondern diesen absorbieren.

[0011] Diese Aufgaben wird erfindungsgemäss durch die Akustikelemente gemäss Anspruch 1, die Herstellungsverfahren gemäss Anspruch 9 und Lärmschutzwände gemäss Anspruch 12 gelöst, vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich jeweils aus den abhängigen Ansprüchen.

[0012] Die erfindungsgemässen schallabsorbierenden plattenförmigen Elemente umfassen eine erste und eine zweite schallabsorbierende Deckschicht und einen innenliegenden tragenden Kern. Sie sind dadurch gekennzeichnet, dass der Kern Wellstegprofile umfasst, die Luftkanäle im Platteninneren definieren und derart gestaltet und/oder angeordnet sind, dass die beiden schallabsorbierenden Oberflächen miteinander in kommunizierender Verbindung stehen.

[0013] Vorzugsweise sind die erste und die zweite schallabsorbierende Deckschicht mit einer Mikroperforation versehen, die Löcher mit einem Durchmesser von 2.0 mm oder weniger, vorzugsweise zwischen 0.3 bis 1.1 mm, besonders bevorzugt von 0,55 mm, umfasst. Unter dem Begriff Löcher sollen im Folgenden, sofern nicht anders erwähnt, auch akustisch aktive Langlöcher oder Schlitzte mit Breiten von 0.5 bis 2.0 mm oder Öffnungen mit gleichem funktionellem Querschnitt aber anderen Querschnittsformen verstanden werden. Die erfindungsgemässen Absorber wirken als sogenannte Mikroperforierte Absorber (kurz MPA), die dem Fachmann bekannt sind und deren Wirkungsweise zum Beispiel in der W09 424 382A und der W09 426 995A1 der Fraunhofergesellschaft und zahlreichen weiteren Patentschriften und wissenschaftlichen Veröffentlichungen des Erfinders Prof. Dr. Helmut Fuchs beschrieben ist. Bei den MPAs schwingt die Luft im Zwischenraum zu einer schallharten Wand als Feder nach Art eines Helmholtz-Resonators. Die Schallwellen reiben sich in Löchern oder Schlitzten mit kleinem Querschnitt und werden in Wärmeenergie umgewandelt. Der Schall wird dabei gedämpft.

[0014] Bei den schallabsorbierenden plattenförmigen Elementen gemäss der Erfindung wirkt die Luft in den Luftkanälen ebenfalls in vorteilhafter Weise als Feder nach Art eines Helmholtz-Resonators.

[0015] In bevorzugten Ausführungsformen umfasst der Kern mindestens zwei Wellstegprofile, die quer zu einer Kanallängsachse versetzt oder phasenverschoben zueinander angeordnet sind. Alternativ dazu oder auch zusätzlich können die Wellstegprofile mit Durchbrüchen versehen sein, über die die beiden schallabsorbierenden Oberflächen in kommunizierender Verbindung miteinander stehen.

[0016] Es konnte gezeigt werden, dass sich unterschiedlichste Profilformen für die Wellstegprofile geeignet sind. Bevorzugte Profilformen sind ausgewählt aus der Gruppe Sinuskurven, Trapezprofile, Dreieckprofile oder Röhrenprofile. Die Wellstegprofile im Plattenkern spielen eine wesentliche Rolle für die mechanische Stabilität der Platten. Aus produktionstechnischen und damit wirtschaftlichen Gründen, sollen die Mikroperforationen in den Deckschichten oder Deckplatten gestanzt werden. Genadelte Deckschichten sind auf Grund ihrer geringen Dicke instabil und eignen sich sinnvoller Weise nur als Folie. Das Stanzlochbild, das heisst das Raster in dem die Löcher angeordnet sind, muss aus akustischen Gründen mit einem Lochabstand von kleiner als 2.0 mm, vorzugsweise im Bereich von 0.5 bis 2.0 mm gewählt werden. Dicke Deckschichten von 2.0 mm und mehr könnten zwar durch ihre höhere Eigenstabilität die aus Verschmutzungssicht problematischen Wabenkerne überflüssig machen, sie lassen sich jedoch nicht mehr mit sinnvollem Aufwand stanzen. Für den Fachmann ist es bekannt dass dieser Wert von 2.0 mm materialabhängig ist, und dass bei weichem Material dickere, bei härterem Material jedoch nur dünnere Deckplatten gestanzt werden können. Das ebenfalls bekannte Schrumpfen der Löcher nach dem Stanzen (um ca. 0.1 bis 0.3 mm) kann hierbei zur Verbesserung der Absorption genutzt werden. Zusätzlich können die Löcher, respektive die Lochdurchmesser, nach dem Stanzen noch durch Nachbearbeitungsschritte, wie zum Beispiel durch Walzen, verkleinert werden, wodurch eine Verbesserung der akustischen Wirkung erreichbar ist.

[0017] Die Deckschichten sollten aus Stabilitätsgründen vorzugsweise nicht dünner als 0.6 mm gewählt werden.

[0018] Die bekannten extrudierten Doppelstegplatten eignen sich nicht zum nachträglichen Stanzen, da der Stanzstempel zwangsweise mit der Stanzmatrize zusammenwirken muss und nicht auf Luft oder auf einen Steg auftreffen darf.

[0019] Die Profile sind gemäss der vorliegenden Erfindung bei den fertig eingebauten schallabsorbierenden Elementen derart ausgerichtet, dass eindringendes Wasser und damit auch allfällig durch die Mikroperforation eingedrungener Schmutz mit der Schwerkraft nach unten abfliessen kann. Diese Art der Anordnung oder Ausrichtung der Wellstege in den Platten erlaubt das schwerkraftgetriebene Abfliessen von Wasser und den Schmutz. Damit die Luft im Zwischenraum der beiden perforierten Deckschichten, als Feder nach Art eines Helmholtz-Resonator wirken kann, müssen zudem Verbindungen zwischen zumindest einzelnen Luftkanälen beider Seiten bestehen. Der Kern muss - wie bereits oben erwähnt - für Schallwellen durchgängig sein. Durch ein geschlossenes Profil zwischen den beiden perforierten Deckschichten würde eine effektive Absorption verhindert.

[0020] Gemäss einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die Stegprofile in den schallabsorbierenden plattenförmigen Elementen mit Öffnungen oder Durchbrüchen zu beiden perforierten Deckschichten hin versehen, die die kommunizierende Verbindung ermöglichen. Bei der Dimensionierung der Stegprofile und/oder bei der Material-

wahl muss in Betracht gezogen werden, dass die Öffnungen oder Durchbrüche in den Stegprofilen deren mechanische Stabilität schwächen. Gemäss einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die für die akustische Wirkung nötigen Verbindungen zwischen den beiden perforierten Deckschichten im Inneren der schallabsorbierenden plattenförmigen Elemente dadurch erzeugt, dass der Kern mindestens zwei Wellstegprofile umfasst, die quer zu den Kanallängsachsen versetzt (im Folgenden auch als lateral versetzt oder phasenverschoben bezeichnet) zueinander angeordnet sind. Die vorliegende Erfindung erlaubt es also äusserst effizient eine stabile Sandwichkonstruktion aus zwei akustisch wirksamen Deckschichten und einem innenliegenden tragenden Kern aufzubauen, wobei der Kern aus nur einem oder wenigen Bauteilen besteht, das schallabsorbierende plattenförmige Element ausreichend stabilisiert und dennoch die für die akustische Wirkung nötige kommunizieren der Verbindung zwischen beiden Deckschichten gewährleistet und zudem alle Anteile im Wesentlichen in vertikaler Richtung ausgerichtet sind um ein Verschmutzen zu vermeiden und die Reinigung zu erleichtern.

[0021] Gemäss einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens werden zur Herstellung des Kerns Wellstegprofil mit lateral zueinander versetzten Abschnitten in einem kontinuierlichen Herstellungsprozess erzeugt. Dies kann zum Beispiel dadurch erfolgen, dass beim Extrudieren eines entsprechenden Profils in regelmässigen Abschnitten der gewünschte laterale Versatz erzeugt wird, und dadurch die nötigen Durchbrüche im Profilmaterial beim Übergang von einem Abschnitt zum nächsten entstehen.

[0022] Die erfindungsgemässen Wellstegplatten lassen sich auch in diskontinuierlichen Verfahren herstellen, zum Beispiel durch Tiefziehen in einer Form oder durch Pressen zwischen zwei Formen.

[0023] Entscheidend für die Verwendung im Aussenbereich ist, dass Wasser und Schmutz bei allen Ausführungsformen allein von der Schwerkraft getrieben ohne Kaskaden abfliessen können. Um diesen inhärenten Reinigungseffekt zu unterstützen können die Elemente im eingebauten Zustand gemäss bestimmter Ausführungsformen der Erfindung auch oben offen gestaltet sein. Die innen liegenden Längskanäle werden bei oben offenen Ausführungsformen zusätzlich vom Regen gespült. Die Elemente sind vorzugsweise unten offen oder zumindest mit Abflussöffnungen versehen um ein Ansammeln von Wasser, das zum Beispiel im Winter zu Frostschäden führen könnte, zu verhindern.

[0024] Bei den Elementen gemäss der vorliegenden Erfindung lassen sich nicht nur Vorder- und Rückseite einfach reinigen, sondern der Innenraum kann auch von Oben her ohne grossen Aufwand komplett gereinigt werden. Alle innenliegende Oberflächen können zum Beispiel mit einem Dampf- oder Hochdruckreiniger einfach gespült werden. Dabei hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, dass zwischen den Deckschichten keine horizontalen Querstege oder Waben die Reinigungslösungen oder den Regen und den darin gelösten oder suspendierten Schmutz beim Abfließen behindern. Das Aufkonzentrieren von Schmutz in den erfindungsgemässen Elementen lässt sich effektiv verhindern.

[0025] Das Stegprofil, zum Beispiel ein Sinusprofil, kann aus zwei oder mehr Profilabschnitten aufgebaut sein, die lateral versetzt zueinander zwischen den Deckschichten oder Deckplatten angeordnet sind. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die jeweils benachbarten Profilabschnitte um eine halbe Periode versetzt oder phasenverschoben zueinander angeordnet. Bei mehr als zwei Profilabschnitten im plattenförmigen Element unterscheiden sich demnach der erste und der dritte Profilabschnitt nicht in Bezug auf die Phase, sondern sind in der Sicht von Oben deckungsgleich übereinander angeordnet.

[0026] Die Anzahl der Abschnitte und der Grad des seitlichen Versatzes kann in Abhängigkeit von der Profilform und der Grösse der herzustellenden schallabsorbierenden Elemente gewählt werden. Der Strömungswiderstand nimmt mit der Höhe der Abschnitte, das heisst mit dem Abstand der Versatzbereiche zu und umgekehrt. Für eine optimale Schallabsorption wird ein Strömungswiderstand von 400 bis 1200 Ns/m^3 angestrebt. Absorption und Strömungswiderstand werden dabei im Zusammenwirken mit dem Lochdurchmesser der Mikroperforation und der offenen Perforationsfläche bestimmt. Die angestrebte Absorption wird nur erreicht wenn der Aufbau des tragenden Kerns die kommunizierende Verbindung der beiden schallabsorbierenden Oberflächen über Luftkanäle im Platteninneren gewährleistet.

[0027] Ohne die erfindungsgemässe Lehre zu verlassen, lässt sie sich auch auf mehrschichtige Absorberelemente übertragen. Zwischen zwei äusseren Deckschichten wird dabei mehr als eine Kernlage angeordnet. Die Wellstegprofile der einzelnen Kernlagen können dabei direkt miteinander verbunden sein, oder durch zwischenliegende Schichten oder Platten getrennt sein. Entscheidend dabei ist, dass diese zwischenliegenden Schichten oder Platten wiederum die kommunizierende Verbindung zwischen den akustisch aktiven Aussenschichten nicht unterbrechen. Dies kann zum Beispiel durch eine Lochung oder andere geeignete Durchbrüche sichergestellt sein.

[0028] Die neue technische Lehre gemäss der vorliegenden Erfindung lässt sich nicht nur im Aussenbereich, sondern auch in der Raumakustik anwenden und stellt eine Alternative zu den bekannten Wabenkernen dar. Die längs gerichteten versetzten Profilsysteme ermöglichen es bei transparenten und transluzenten Absorbern gegenüber den bekannten Absorbern mit Wabenkernstrukturen neue und verbesserte optische Eigenschaften zu erreichen. Die bisherigen Wabenkerne schränken die Transparenz und den Blickwinkel beträchtlich ein. Dies ist bei den neuen vertikal angeordneten und versetzten Wellstegprofilen ohne Stabilitätseinbussen weit weniger der Fall.

[0029] Das Verfahren zum Herstellen den neuen schallabsorbierenden plattenförmigen Elemente, die zumindest eine erste und eine zweite schallabsorbierende Deckschicht und einen innenliegenden tragenden Kern umfassen ist dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung der beiden schallabsorbierenden Deckschichten ein plattenförmiges Halbzeug in

einem Stanzprozess zwischen Stanzstempel und Stanzmatrize mikroperforiert wird und zwei derart hergestellte Deckschichten anschliessend mit mindestens einem Wellstegprofil als Kern zu einem Sandwichelement verklebt werden, so dass Luftkanäle im Platteninneren definiert und derart gestaltet und/oder angeordnet sind, dass die schallabsorbierenden Deckschichten miteinander in kommunizierender Verbindung stehen.

[0030] Zur Herstellung des Kerns werden gemäss einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens Abschnitte von Wellstegprofilen hergestellt und lateral versetzt zueinander zwischen den Deckschichten verklebt. Bei der Auswahl der verwendeten Wellstegprofile wird grundsätzlich darauf geachtet, dass die Kontaktflächen zwischen den Profilen und den Deckschichten nicht zu gross ist um zu vermeiden, dass nach dem Verkleben zu viele der Mikroperforationen in den Deckschichten abgedeckt und verschlossen sind.

[0031] Gemäss weiteren Ausführungsformen des erfindungsgemässen Herstellungsverfahrens wird zur Herstellung des Kerns ein Wellstegprofil mit lateral zueinander versetzten Abschnitten in einem kontinuierlichen Herstellungsprozess erzeugt.

[0032] Die erfindungsgemässen schallabsorbierenden plattenförmigen Elemente eignen sich hervorragend zum Erstellen von mikroperforierten Absorberwänden, vorzugsweise aus transparentem oder transluzentem Kunststoff, für Lärmschutzwände für den Schienen- und Strassenverkehr. Die mikroperforierten Absorberwände sind dabei vorzugsweise einer massiven Glas- oder Kunstglaswand zur Schalldämmung vorgelagert. In einer gemeinsamen Rahmenkonstruktion lassen sich die transparenten schallabsorbierenden Elemente parallel zur und beanstandet von den schallharten Glas- oder Kunstglaswänden anordnen, wobei die absorbierenden Elemente zur Lärmquelle hingerrichtet sind. Die schallabsorbierenden Elemente werden im Verbund mit Glaswänden vorzugsweise als Baukastensystem eingesetzt und sind leicht auswechselbar bei Beschädigungen.

[0033] Da bei den schallabsorbierenden plattenförmigen Elementen gemäss bevorzugte Ausführungsformen die Wellstegplatten und damit die von ihnen definierte Luftkanäle im eingebauten Zustand in vertikaler Richtung verlaufen, ist die Ablagerung von Wasser und oder Schmutz im Inneren der Elemente auf ein Minimum reduziert. Im Inneren sind die Elemente frei von horizontal verlaufenden Wandflächen oder Absätzen, auf denen sich Schmutz ablagern könnte. Die erfindungsgemässen Elemente können - wie bereits beschrieben - im eingebauten Zustand oben und unten offen, oder vorzugsweise oben mit einem Deckel verschlossen sein, der sich zu Reinigungszwecken einfach entfernen lässt. Alternativ können im Deckel oder im oberen Bereich der Elemente Düsen angeordnet sein, über die sich der Innenraum der Elemente von aussen spülen lässt, ohne dass ein Deckel entfernt werden muss.

[0034] Um den mechanischen Belastungen im Aussenbereich standhalten zu können müssen die erfindungsgemässen Absorberbereiche Wind und zusätzlich Druck- und Sogkräfte von vorbeifahrenden Strassen- und vor allem von Schienenfahrzeugen standhalten können.

[0035] Bei Bedarf können die transparenten oder transluzenten Elemente, respektive die daraus aufgebauten Absorberwände als hinterleuchtete Lichtwände gestaltet sein und zusätzliche Beleuchtungseinrichtungen wie zum Beispiel Strassenlampen ersetzen.

[0036] Für den Einsatz im Freien werden hohe Anforderungen an die verwendeten Materialien gestellt. Aus dem Stand der Technik sind zum Beispiel Fassadenplatten aus Kunststoff bekannt, die ähnlichen Anforderungen gewachsen sein müssen. Als bevorzugten Kunststoffe sind unter anderem Polyolefine, insbesondere Polypropylen (PP), Polyethylen (PE) und/oder cycloolefinische Copolymere (COC), Polyalkylen(meth)acrylate, insbesondere Polymethylmethacrylat (PMMA), Poly(meth)acrylimide (PMMAI), Polycarbonate (PC), Polyisocyanate, Polyoxyalkylene, insbesondere Polyoxymethylen (POM), Polyester, insbesondere Polyethylenterephthalat (PET), Polybutylenterephthalat (PBT) und/oder Polyethylen-2, 6-naphthalat (PEN); Polyetherketone, insbesondere Polyetheretherketon (PEEK), Polyethersulfone (PES), Polysulfone (PSU), Polyphenylensulfide, Polyvinylchloride, Polystyrole (PS), Polyamide (PA), Polyurethane und/oder Polyimide (PI). Auch der Einsatz von Copolymeren, die zwei oder mehr der Wiederholungseinheiten aufweisen, aus denen die vorgängig genannten Polymere aufgebaut sind, wie zum Beispiel Styrol-Acrylnitril- (SAN), Acrylester-Styrol-Acrylnitril-(ASA) und Acrylnitril-Butadien-Styrol-Polymere (ABS), ist bekannt. Die Polymere können einzeln oder als Mischung von zwei, drei oder mehreren Kunststoffen (Blends) eingesetzt werden.

[0037] Es ist ebenfalls bekannt, dass die Kunststoffe Additive, wie zum Beispiel UV-Stabilisatoren, Schlagzähmodifizier, Farbstoffe, Pigmente, Antistatika, Flammenschutzmittel und Füllstoffe enthalten können. Diese Additive erlauben die Anpassung der Platteeigenschaften an bestimmte Anforderungen, zum Beispiel an die gewünschte Temperaturbeständigkeit im Bereich zwischen -40 °C bis 50 °C. Die Oberflächen von allen Elementen, die mit der umgebenden Atmosphäre in Verbindung stehen kann Biozid oder biostatisch ausgestattet werden, um ein Wachstum von Algen, Pilzen, Bakterien, Flechten, Moosen und/oder dergleichen entgegenzuwirken. Hierzu können zum Beispiel in bekannter Weise Silberverbindungen in die Plattenmaterialien ein- und/oder auf die jeweiligen Oberflächen aufgebracht werden. Andere geeignete Biozide oder Biostatika sind dem Fachmann bekannt. Auch die Ausrüstung der Oberflächen mit selbstreinigenden und/oder wasserspreitenden Eigenschaften oder das Aufbringen von Lacken zur mechanischen Verbesserung (Kratzfestigkeit, Schlagbeständigkeit etc.) ist möglich.

[0038] Bei der Lackierung oder Ausrüstung der Oberflächen mit den akustisch aktiven Mikroperforationen ist jedoch darauf zu achten, dass die zusätzlichen Lack- oder Ausrüstungsschichten die akustische Wirkung der Mikroperforation nicht

beeinträchtigen. Vorzugsweise wird daher die Mikroperforation erst nach einer solchen Lackierung oder Ausrüstung hergestellt. Es ist auf jeden Fall zu vermeiden, dass die Beschichtung dazu führt, dass der Schall reflektiert wird und die für eine Absorption erforderliche Reibung in den Mikrolöchern der Mikroperforation ausbleibt.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0039] Anhand von Figuren, welche lediglich Ausführungsbeispiele darstellen, wird die Erfindung im Folgenden erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 eine Ansicht auf ein teilweise geöffnetes Akustikelement mit einem horizontalen Wabenkern, das aus dem Stand der Technik bekannt ist;
- Fig. 2 eine Sicht von oben auf ein schallabsorbierendes Element gemäss einer ersten Ausführungsform;
- Fig. 3 eine Sicht von oben auf ein schallabsorbierendes Element gemäss einer weiteren Ausführungsform;
- Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines teilweise geschnittenen Elements gemäss der ersten Ausführungsform von Fig. 2; und
- Fig. 5 eine perspektivische Ansicht eines teilweise geschnittenen Elements gemäss der ersten Ausführungsform von Fig. 3.

[0040] In der Figur zwei ist eine schematische Ansicht von oben auf ein schallabsorbierendes plattenförmiges Element 1 gemäss einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Zwischen einer ersten inneren Deckschicht 10 und einer zweiten äusseren Deckschicht 20 sind zwei Wellstegprofilabschnitte 31, 32 angeordnet und bilden einen Kern 30. Die beiden Wellstegprofilabschnitte 31, 32 bilden im Zusammenwirken mit den inneren und äusseren Deckschichten eine Vielzahl von Luftkanälen 33, 34. Aus der Abbildung, bei der das Element 1 mit Blickrichtung von oben betrachtet wird, ist gut erkennbar, dass die nebeneinander liegenden Luftkanäle 33, 34, die durch den Profilabschnitt 31 gebildet werden, vollflächig mit darunter liegenden, vom Profilabschnitt 32 gebildeten, Luftkanälen in Verbindung stehen. Im dargestellten Beispiel mit den sinusförmigen Profilabschnitten 31, 32, die genau um eine halbe Wellenlänge lateral zueinander versetzt sind, steht jeder der oberen Luftkanäle 33, 34 in Verbindung mit drei darunter liegenden Luftkanälen. Da die Profilabschnitte 31, 32 genau vertikal ausgerichtet sind weisst der Innenraum des Elements 1 keinerlei Horizontalwände oder Vorsprünge auf, die das Abfließen von Wasser behindern oder das Absetzen von Schmutz ermöglichen könnten. Es ist auf den ersten Blick deutlich, dass sich ein Element 1 mit der erfindungsgemässen Innenkonstruktion von oben her gut reinigen lässt. Ein Reinigungsgerät, zum Beispiel eine Düse eines Hochdruck- oder Dampfreinigers lässt sich problemlos in die, zwischen Deckschichten 10, 20 und Wellstegprofilen 31, 32 gebildeten, Luftkanäle 33, 34 einführen. Dies Sogar über mehrere Profilabschnitte hinweg.

[0041] Im dargestellten Beispiel sind beide Deckschichten 10, 20 mit einer Mikroperforation von 300 000 Löchern pro Quadratmeter versehen. Die dicke des Elementes 1 liegt bei 20 mm. Das Element weist eine genügende Eigenstabilität auf um mit Kantenlängen von bis zu 1250 x 2500 mm eingesetzt zu werden.

[0042] Beim Einsatz in einer nicht dargestellten Lärmschutzwand könnte ein solches Element mit einem Abstand von 30 mm vor einer 10-20 mm dicken Glas- oder Kunstglasscheibe in einer gemeinsamen Rahmenkonstruktion montiert sein.

[0043] In der perspektivischen Ansicht der Figur 4, bei der ein rechter oberer Eckbereich des schallabsorbierenden plattenförmigen Elements 1 abgeschnitten ist, ist die versetzte Anordnung der beiden Profilabschnitte 31, 32 deutlich erkennbar. Die einzelnen Wellstegprofilabschnitte 31, 32 weissen im dargestellten Ausführungsbeispiele keine Öffnungen oder Durchbrüche auf. Die Wellstegprofilabschnitte berühren an ihren jeweiligen Scheitelpunkten über die ganze Höhe abwechselnd die äussere Deckschicht 20 und der inneren Deckschicht 10 und bilden mit diesen in der Fig. 4 strichliniert angedeutete Kontaktlinien K. Die stoffschlüssige Verbindung von Stegplatte 31 und Deckschichten 10, 20 entlang dieser Kontaktlinien trennt die benachbarten vertikal verlaufenden Luftkanäle 34, 35, 36 voneinander, so das im Bereich des einzelnen Wellstegprofilabschnitts 31 keine Kommunizieren der Verbindung zwischen innerer 10 und äusserer Deckschicht 20 besteht. Erst die versetzte Anordnung der Wellstegprofilabschnitte 31, 32 stellt sicher, dass Luftkanäle die im oberen Abschnitt der inneren Deckschicht 10 zugeordnet sind im unteren Abschnitt mit Luftkanälen in Kommunizieren der Verbindung stehen, die der äusseren Deckschicht zugeordnet sind. Auf diese Weise ist ohne Durchbrüche in der Oberfläche der Wellstegprofile sichergestellt, dass über die Abschnitte hinweg eine Kommunizieren der Verbindung zwischen innerer und äusserer Deckschicht 10, 20 besteht. Die versetzte Anordnung der Wellstegprofilabschnitte 31, 32 macht die plattenförmigen Elemente sehr stabil und verbindungssteif.

[0044] Aus der Zusammenschau der Fig. 3 und 5 wird deutlich dass sich das erfindungsgemässe Prinzip auch mit anderen geformten Wellstegprofilen 41, 42 umsetzen lässt. Im dargestellten Beispiel sind regelmässige, trapezförmige Wellstegprofilabschnitte 41, 42 zwischen einer inneren 10 und einer äusseren Deckschicht 20 angeordnet und bilden ein schallabsorbierendes plattenförmiges Element 2. Der in der dargestellten Draufsicht oben liegende Wellstegprofilabschnitt 41 steht über Kontaktflächen 43 und 44 mit den Innenseiten der inneren 10 und der äusseren Deckschicht 20 in Verbindung.

[0045] Mit Elementen wie sie in den Fig. 2 bis 5 dargestellt sind, wurden bei Vergleichstests Luftdurchlässigkeiten von 30 bis 120 Liter/m²/Sekunde und die oben genannten gewünschten Strömungswiderstände von 400 bis! 200 Ns/m³ gemessen.

Liste der Bezugszeichen

[0046]

- 1 schallabsorbierendes plattenförmiges Element
- 2 schallabsorbierendes plattenförmiges Element
- 10 Deckschicht
- 20 Deckschicht
- 30 Kern
- 31 Wellstegprofilabschnitt
- 32 Wellstegprofilabschnitt
- 33 Luftkanal
- 34 Luftkanal
- 41 Wellstegprofilabschnitt
- 42 Wellstegprofilabschnitt
- 43 Kontaktfläche
- 44 Kontaktfläche
- K Kontaktlinie
- M Mikroperforation

Patentansprüche

1. Schallabsorbierende plattenförmige Elemente (1, 2), umfassend eine erste und eine zweite schallabsorbierende Deckschicht (10, 20) und einen innenliegenden tragenden Kern (30, 40), dadurch gekennzeichnet, dass der Kern Wellstegprofile (31, 32, 41, 42) umfasst, die Luftkanäle im Platteninneren definieren und derart gestaltet und/oder angeordnet sind, dass die beiden schallabsorbierenden Oberflächen (10, 20) miteinander in kommunizierender Verbindung stehen.
2. Schallabsorbierende plattenförmige Elemente (1, 2) gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und zweite schallabsorbierende Deckschicht (10, 20) mit einer Mikroperforation (M) versehen ist.
3. Schallabsorbierende plattenförmige Elemente (1, 2) gemäss Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Luft in den Luftkanälen als Feder nach Art eines Heimholz-Resonators wirkt.
4. Schallabsorbierende plattenförmige Elemente (1, 2) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern (30, 40) mindestens zwei Wellstegprofilabschnitte (31, 32, 41, 42) umfasst die quer zu einer Kanal-längsachse versetzt oder phasenverschoben zueinander angeordnet sind.
5. Schallabsorbierende plattenförmige Elemente (1, 2) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellstegprofile mit Durchbrüchen versehen sind,
6. Schallabsorbierende plattenförmige Elemente (1, 2) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Profilformen der Wellstegprofile (31, 32, 41, 42) ausgewählt sind aus der Gruppe längsverlaufender Sinuskurven, Trapezprofile, Dreieckprofile oder Röhrenprofile.
7. Schallabsorbierende plattenförmige Elemente (1, 2) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellstegprofile (31, 32, 41, 42) im eingebauten Zustand in vertikaler Richtung verlaufen.
8. Schallabsorbierende plattenförmige Elemente (1, 2) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass sie transparent oder transluzent ausgebildet sind.
9. Verfahren zum Herstellen von schallabsorbierenden plattenförmigen Elementen (1, 2) umfassend eine erste und eine zweite schallabsorbierende Deckschicht (10, 20) und einen innenliegenden tragenden Kern (30, 40), dadurch gekenn-

zeichnet, dass zur Herstellung der beiden schallabsorbierenden Deckschichten (10, 20) plattenförmiges Halbzeug in einem Stanzprozess zwischen Stanzstempel und Stanzmatrize mikroperforiert wird und anschliessend mit mindestens einem Wellstegprofil (31, 32, 41, 42) als Kern zu einem Sandwichelement verklebt wird, so dass Luftkanäle im Platteninneren definiert und derart gestaltet und/oder angeordnet sind, dass die schallabsorbierenden Deckschichten (10, 20) miteinander in kommunizierender Verbindung stehen.

10. Verfahren gemäss Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung des Kerns Abschnitte von Wellstegprofilen (31, 32, 41, 42) lateral versetzt zueinander zwischen den Deckplatten (10, 20) verklebt werden.
11. Verfahren gemäss Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung des Kerns ein Wellstegprofil mit lateral zueinander versetzten Abschnitten in einem kontinuierlichen Herstellungsprozess erzeugt wird.
12. Lärmschutzwand umfassend schallabsorbierende plattenförmige Elemente (1, 2) gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8.
13. Lärmschutzwand gemäss Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die schallabsorbierenden plattenförmigen Elemente (1, 2) transparent oder transluzent ausgebildet sind und beabstandet von schallharten Glas- oder Kunstglas-scheiben in der Lärmschutzwand angeordnet sind.
14. Lärmschutzwand gemäss Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die schallabsorbierenden plattenförmigen Elemente (1, 2) oben und unten offen sind.

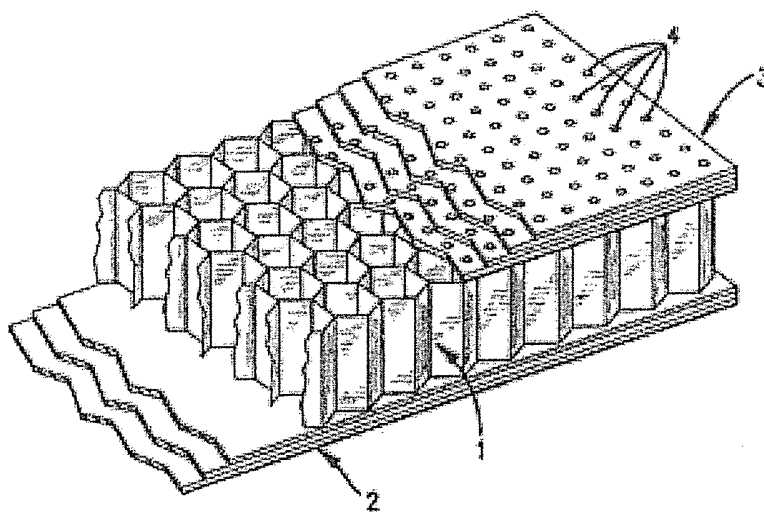


Fig. 1 (Stand der Technik)

Fig. 5

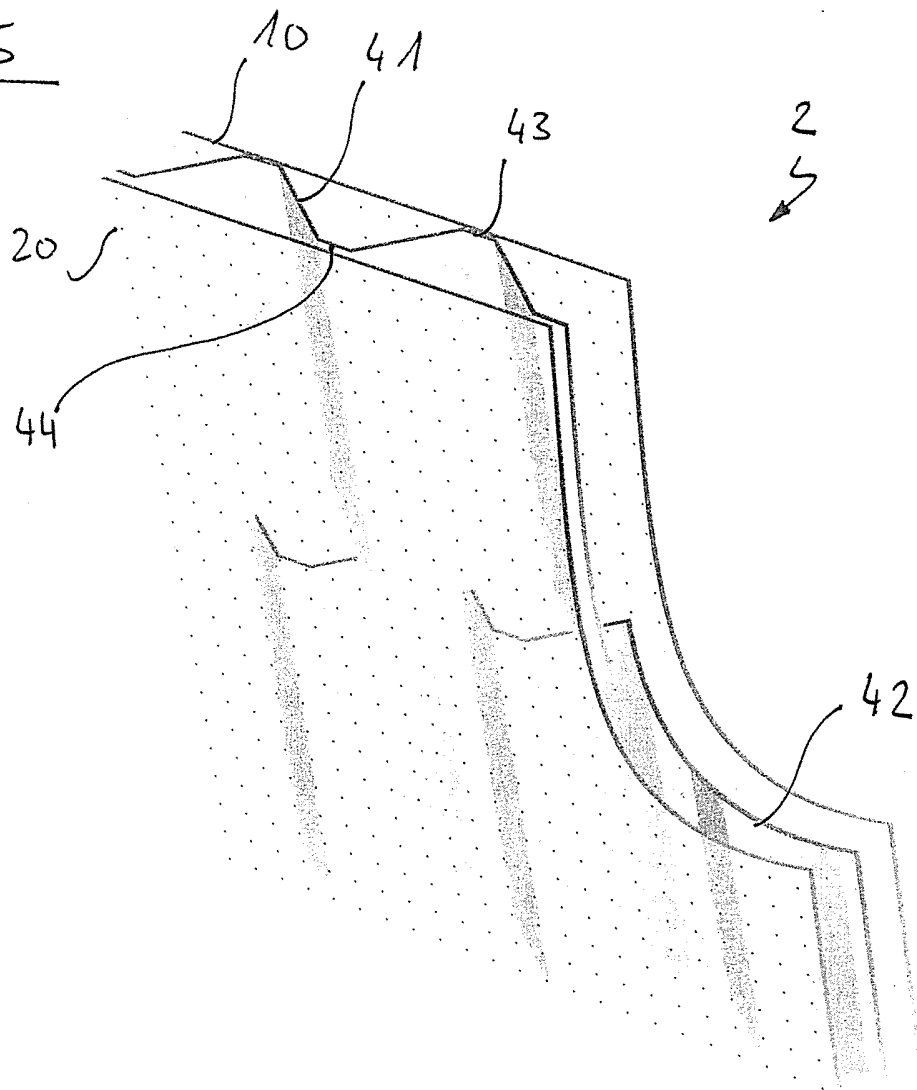
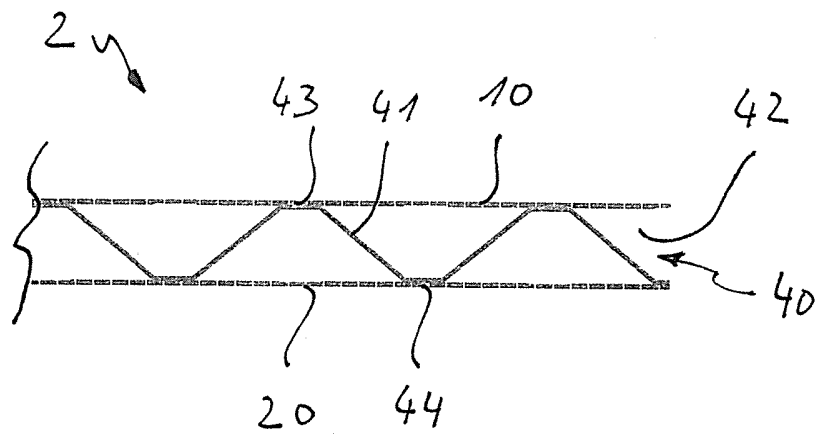


Fig. 3



**RECHERCHENBERICHT ZUR
SCHWEIZERISCHEN PATENTANMELDUNG**

Anmeldenummer: CH00513/10

Klassifikation der Anmeldung (IPC):
E04B1/86, E01F8/00
Recherchierte Sachgebiete (IPC):
 E01F, E04B, E04C, G10K

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE:

(Referenz des Dokuments, Kategorie, betroffene Ansprüche, Angabe der massgeblichen Teile(*))

- 1 US3380206 A (SOUNDLOCK CORP) 30.04.1968
 Kategorie: **X** Ansprüche: **1, 5, 6**
 * Sp. 3, Z. 70 bis Sp. 4, Z. 11; Fig. 7 *

- 2 WO0206606 A1 (STACHE M; WIESNER E; WIESNER-HAGER BAUGRUPPE GMBH) 24.01.2002
 Kategorie: **X** Ansprüche: **1**
 * S. 17, Z. 10-19; S. 22, Z. 22-29; Anspruch 23; Fig. 1 & 16 *

- 3 DE1910751 B (NOBIS R P) 13.10.1977
 Kategorie: **X** Ansprüche: **1, 4-7**
 * S. 1 unten bis S. 2 Mitte; S. 3, zweitletzter Abschnitt; Fig. 1 *
 Kategorie: **Y** Ansprüche: **3, 8, 12, 13**

- 4 US4226299 A (ALPHADYNE INC) 07.10.1980
 Kategorie: **Y** Ansprüche: **3, 8, 12, 13**
 * Sp. 2, Z. 64 bis Sp. 3, Z. 36; Sp. 5, Z. 66 bis Sp. 4, Z. 20; Figuren *
 Kategorie: **A** Ansprüche: **1, 6, 7**

- 5 WO2006035471 A1 (DANEU A) 06.04.2006
 Kategorie: **A** Ansprüche: **1, 6, 7, 8, 12, 13**
 * S. 4, Z. 24 bis S. 6, Z. 1; Fig. 1 *

- 6 JP2000319822 A (NITTETSU KENZAI KOGYO KK) 21.11.2000
 Kategorie: **A** Ansprüche: **1, 6-8, 12, 13**
 * Epodoc-Abstract; Figuren *

- 7 US1925453 A 05.09.1933
 Kategorie: **A** Ansprüche: **1, 7**
 * S. 1, Z. 40-57; Anspruch 2; Fig. 2 & 3 *

- 8 US4428993 A (BALTEK CORP) 31.01.1984
 Kategorie: **A** Ansprüche: **1, 4, 9, 10**
 * Sp. 3, Z. 40-57; Fig. 1 *

- 9 US2010126797 A1 (BARRATT S D; BINETTE N; HUMPHRIES E C; MILLER J H; NOWICKI P D; STAUFFER R) 27.05.2010
 Kategorie: **A** Ansprüche: **1, 8, 12**
 * [0041] *

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE:

X:	stellen für sich alleine genommen die Neuheit und/oder die erfinderische Tätigkeit in Frage	P:	wurden zwischen dem Anmeldedatum der recherchierten Patentanmeldung und dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht
Y:	stellen in Kombination mit einem Dokument der selben Kategorie die erfinderische Tätigkeit in Frage	D:	wurden vom Anmelder in der Anmeldung angeführt
A:	definieren den allgemeinen Stand der Technik; ohne besondere Relevanz bezüglich Neuheit und erfinderischer Tätigkeit	E:	Patentdokumente, deren Anmelde- oder Prioritätsdatum vor dem Anmeldedatum der recherchierten Anmeldung liegt, die aber erst nach diesem Datum veröffentlicht wurden
		&:	Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

Die Recherche basiert auf der ursprünglich eingereichten Fassung der Patentansprüche. Eine nachträglich eingereichte Neufassung geänderter Patentansprüche (Art. 51, Abs. 2 PatV) wird nicht berücksichtigt.

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt, für die die erforderlichen Gebühren bezahlt wurden.

Rechercheur: Kupferschmid Christian, Bern

Abschlussdatum der Recherche: 07.09.2010

FAMILIENTABELLE DER ZITIERTEN PATENTDOKUMENTE

Die Familienmitglieder sind gemäss der Datenbank des Europäischen Patentamtes aufgeführt. Das Europäische Patentamt und das Institut für Geistiges Eigentum übernehmen keine Garantie für die Daten. Diese dienen lediglich der zusätzlichen Information.

US3380206 A	30.04.1968	US3380206 A	30.04.1968
WO0206606 A1	24.01.2002	AT12432000 A	15.05.2003
		AT411371 B	29.12.2003
		AT10852001 A	15.05.2003
		AT411372 B	29.12.2003
		AU2294902 A	30.01.2002
		CA2427743 A1	24.01.2002
		CZ20030131 A3	17.09.2003
		EP1301669 A1	16.04.2003
		HR20030021 A2	30.04.2004
		HU0303121 A2	28.01.2004
		NO20030227 D0	17.01.2003
		NO20030227 A	12.03.2003
		PL360700 A1	20.09.2004
		SK642003 A3	07.10.2003
		US2004074205 A1	22.04.2004
		WO0206606 A1	24.01.2002
		NONE	
DE1910751 B	13.10.1977	CA1125179 A1	08.06.1982
US4226299 A	07.10.1980	DE2950513 T0	11.12.1980
		EP0016012 A1	01.10.1980
		GB2036933 A	02.07.1980
		GB2036933 B	15.09.1982
		JP55500360 T	19.06.1980
		US4226299 A	07.10.1980
		WO7901096 A1	13.12.1979
WO2006035471 A1	06.04.2006	AT466136 T	15.05.2010
		DE602005020958 D1	10.06.2010
		EP1805368 A1	11.07.2007
		EP1805368 B1	28.04.2010
		ITRM20040457 A1	27.12.2004
		WO2006035471 A1	06.04.2006
JP2000319822 A	21.11.2000	JP2000319822 A	21.11.2000
US1925453 A	05.09.1933	US1925453 A	05.09.1933

CH 702 932 A1

US4428993 A	31.01.1984	US4428993 A	31.01.1984
US2010126797 A1	27.05.2010	CA2555920 A1	01.09.2005
		US2005178613 A1	18.08.2005
		US7546900 B2	16.06.2009
		US2010126797 A1	27.05.2010
		WO2005079256 A2	01.09.2005
		WO2005079256 A8	26.01.2006
		WO2005079256 A3	01.06.2006