

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 845 579 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(43) Veröffentlichungstag:
03.06.1998 Patentblatt 1998/23(51) Int Cl.⁶: **E21D 11/00, E21D 11/38,
E21D 21/00**(21) Anmeldenummer: **97810938.7**(22) Anmeldetag: **02.12.1997**(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI(30) Priorität: **02.12.1996 CH 2943/96**(71) Anmelder: **Jehle, Xaver
FL-9494 Schaan (LI)**(72) Erfinder: **Jehle, Xaver
FL-9494 Schaan (LI)**(74) Vertreter: **Hasler, Erich, Dr. et al
Patentanwaltsbüro
Dr. Conrad A. Riederer
Bahnhofstrasse 10
7310 Bad Ragaz (CH)**(54) **Tunnelauskleidung**

(57) Eine Tunnelverkleidung besteht aus einzelnen Elementen (25), die an in einer Tunnelwandung (43) verankerbaren Ankern (13) befestigt sind. Die Verkleidungselemente (25) sind zwischen ersten und zweiten Puffern (17, 19) angeordnet und mittels Schrauben (21) an den Ankern (13) befestigt. Jedes Element besitzt eine Mehrzahl von Ausnehmungen (37) zur Aufnahme der Schrauben, wobei jedoch der Durchmesser der Ausnehmungen (37) grösser ist als der Schraubendurchmesser. Weiter sind Einbuchtungen (29) vorgesehen, die im Bereich der Ausnehmungen (37) vorgesehen sind. Dabei greifen die ersten Puffer (17), welche auf einem Sitz (15) des Ankers (13) angeordnet sind, in die Einbuchtungen (29) ein. Die erfindungsgemässe Verkleidung hat den Vorteil, dass durch die nachgiebige Befestigung auch quer zum Anker (13) wirkende Kräfte, beispielsweise als Folge von Bergverschiebungen, aufgenommen werden können und so Beschädigungen an den Kunststoffelementen verhindert werden können.

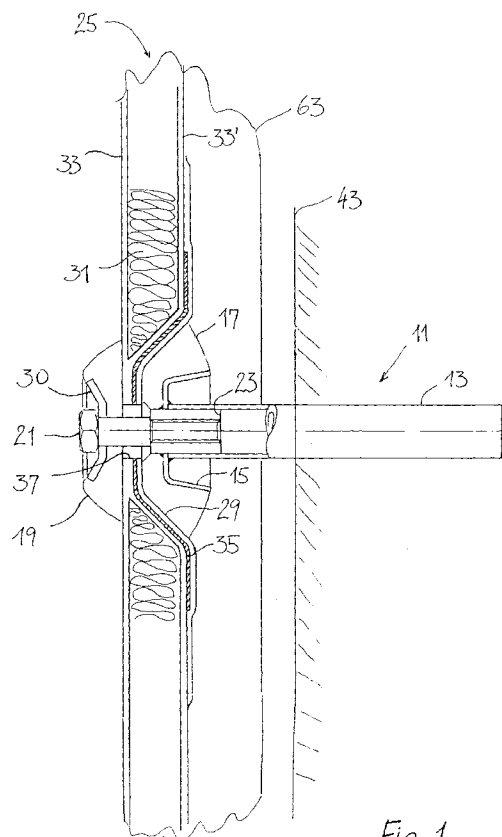


Fig. 1

EP 0 845 579 A1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Tunnelverkleidung aus einzelnen Elementen und der Befestigung der Elemente dienenden Befestigungsvorrichtungen, wobei die Befestigungsvorrichtungen je einen in einer Tunnelwandung verankerbaren Träger und Befestigungsmittel zum Anbringen des Elementes am Träger aufweisen.

Die EP-A-0 620 357 offenbart eine Tunnelauskleidung aus einzelnen, nebeneinander angeordneten Verkleidungselementen. Die Elemente ruhen mit ihrem bodenseitigen Ende auf Abstützungen und sind firstseitig mittels Profilschienen und einem Gummipuffer an am First angeordneten Profilschienen nachgiebig befestigt. Diese Tunnelauskleidung lässt sich unter geringem Zeitaufwand und, ohne dass das Tunnel für den Verkehr vollständig gesperrt werden müsste, montieren. Nachteilig an der beschriebenen Tunnelauskleidung hingegen ist, dass durch die lediglich endseitige Befestigung der Elemente diese sich nur für relativ kleine Tunnelradien eignet.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine verbesserte Tunnelverkleidung bereitzustellen, die bei Tunnelröhren unterschiedlichen Durchmessers einsetzbar ist und unempfindlich gegenüber Längenänderungen oder Bergverschiebungen ist. Ein weiteres Ziel ist, eine schallabsorbierende Tunnelauskleidung bereitzustellen.

Erfindungsgemäss wird dies durch eine Tunnelauskleidung gemäss Oberbegriff von Anspruch 1 realisiert, die dadurch gekennzeichnet ist, dass ein Element eine Mehrzahl von Ausnehmungen für die Aufnahme der Befestigungsmittel aufweist, wobei der Durchmesser der Ausnehmungen den Durchmesser der Befestigungsmittel um ein bestimmtes Mass übertrifft, dass erste und zweite Puffer vorgesehen sind, über welche ein Element jeweils mit dem Befestigungsmittel und dem Träger in Verbindung steht, wobei je ein erster und ein zweiter Puffer an gegenüberliegenden Seiten eines Elementes im Bereich der Ausnehmungen angeordnet sind, und dass im Element im Bereich der Ausnehmungen Ein- und/oder Ausbuchtungen ausgebildet sind, welche mit wenigstens einem Puffer zusammenwirken können, sodass insgesamt durch die Puffer eine nachgiebige Verbindung zwischen der Befestigungsvorrichtung und einem Element gebildet ist. Wesentlich an der vorliegenden Erfindung ist also die mittels der Puffer nachgiebige oder elastische Lagerung oder Aufhängung der Verkleidungselemente an einer unnachgiebigen, starr verankerten Befestigungsvorrichtung. Vorteilhaft besitzt der Träger zudem einen Sitz zur Aufnahme eines Puffers.

Die vorgeschlagene Tunnelverkleidung hat den Vorteil, dass die Puffer für eine nachgiebige Befestigung der Elemente an den Trägern sorgen. Die Elemente sind an den Puffern weich und zudem elastisch gelagert. Dabei können die vorzugsweise aus einem Elastomer her-

gestellten Puffer insbesondere auch die in einem Winkel zum Träger wirkende Kräfte, beispielsweise parallel zur Elementoberfläche wirkenden Kräfte, aufnehmen, ohne dass das Element am Träger verrutschen kann. Senkrecht zum Träger wirkende Kräfte können auftreten durch Bergverschiebungen oder durch Steine, welche auf die in der Regel gekrümmten Elemente drücken. Durch das Vorsehen von Ein- oder Ausbuchtungen, mit welchen erste oder zweite Puffer zusammenwirken können, kann ein Element gut zentriert werden. Dies erleichtert die Montage. Zudem kann ein gewisses Spiel zwischen einem Puffer und der entsprechenden Ein- oder Ausbuchtung vorgesehen sein.

Grundsätzlich kann der Puffer mit einer Ausbuchtung des Elements oder einem abstehenden Steg, Vorsprung oder dergleichen zusammenwirken, indem der Steg oder Vorsprung vom Puffer aufgenommen wird, sodass eine indirekte und nachgiebige Verbindung mit dem in der Tunnelwandung verankerten Träger und dem Element gebildet ist. In einer bevorzugten Ausführungsform greift der Puffer in eine Einbuchtung oder Vertiefung des Elements ein. Dabei kann der Puffer beispielsweise formschlüssig mit der Einbuchtung zusammenwirken. Auf diese Weise ist quasi eine kardanische Aufhängung realisiert.

Besonders vorteilhaft ist der erste Puffer ungefähr tellerförmig oder konisch und greift in eine entsprechende Einbuchtung am Element ein. Durch die Teller- oder Konusform von Einbuchtung und Puffer ist eine nach allen Seiten nachgiebige Aufhängung realisiert. Die Konusform erlaubt auch eine begrenzte Kippbewegung des Elements, ohne dass dieses dadurch Schaden nehmen könnte. Eine Einbuchtung lässt sich fertigungstechnisch einfach herstellen und erleichtert bei der Montage die Zentrierung des Elements. Die Puffer und das zu befestigende Element sind zweckmässigerweise mittels eines lösbaren Befestigungsmittels, z.B. einer Schraube, am Träger befestigt. Durch eine Schraube kann das Element mehr oder minder stark eingespannt werden.

Vorteilhaft ist das Verkleidungselement aus Kunststoff hergestellt und die Einbuchtung mit einer Metalleinlage verstärkt. Kunststoffverkleidungselemente sind leichter als entsprechende Metallelemente und nicht korrosionsanfällig. Das Kunststoffelement ist zweckmässigerweise ein Sandwichelement mit einem Kern aus einem Schaumkunststoff, z.B. Polyurethan, und einem Mantel aus einem vorzugsweise schwer entflammenden Kunststoff. Ein geeigneter Kunststoff ist beispielsweise Polyester, doch können auch beliebige andere Kunststoffe mit ähnlichen Eigenschaften eingesetzt werden.

Zum Befestigen der Elemente an den Trägern eignen sich Schrauben, welche in ein Schraubenloch am Träger einschraubbar sind. Mittels Schrauben kann die Anpresskraft entsprechend dem Gewicht der Elemente eingestellt werden. Die Träger können auch zweiteilig und mittels eines Gewindes längenverstellbar sein. Dies

erleichtert die Ausrichtung der Elemente.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist ein länglicher Dichtungskörper aus einem elastomeren Material zum Abdichten der Fugen zweier benachbarter Elemente vorgesehen, mit einem in die Fuge pas-
senden Fuss und zwei vom Fuss in einem Winkel ab-
stehenden Dichtlippen. Die Dichtlippen können die Sei-
tenkanten der benachbarten Elemente überragen. Durch den Dichtungskörper kann verhindert werden, dass Sickerwasser aus der Tunnelröhre auf die Fahr-
bahn tropfen kann. In einer zweckmässigen Ausführungsform sind wenigstens zwei gegenüberliegende
Seitenkanten des Elementes durch einen Steg verlängert und die Dichtlippen decken die Stege ab. Vorteilhaft
ragen die Stege in einem Winkel nach aussen und der Fuss des Dichtungskörpers ist im Querschnitt keilförmig.

Vorteilhaft besitzt der Dichtungskörper mehrere durch Verstärkungsstege gebildete Hohlräume. Dieser Dichtungskörper ist kompressibel und formstabil. Er lässt nach der Montage der Elemente leicht in den zwischen den Elementen vorhandenen Zwischenraum hineindrücken.

Im weiteren betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Schallabsorptions-Element, insbesondere zur Absorption von Strassenlärm, mit einer gelochten Frontplatte und dahinter wenigstens einer Schall absorbierenden Schicht. Erfindungsgemäss zeichnet sich ein solches Element aus durch wenigstens eine erste Schicht aus einem geschäumten und elastischen Kunststoff und dahinter einer zweiten Schicht aus Mineralfaserplatten. Die erste Schicht eignet sich vorwiegend zur Absorption hoher Frequenzen, die zweite Schicht vorwiegend zur Absorption tiefer Frequenzen.

Vorteilhaft ist eine Kunststoffolie zwischen der ersten und der zweiten Schicht vorgesehen. Diese schützt die wasserempfindliche zweite Schicht vor Spritzwasser, dessen Auftreten, insbesondere bei Reinigungsarbeiten am Element, nicht verhindert werden kann. Zudem wird dieser Folie eine positive Wirkung auf die Schallabsorptionseigenschaften des Elements zugeschrieben.

Vorteilhaft ist ein Zwischenraum zwischen der gelochten Frontplatte und der ersten Schicht vorgesehen. Neben ästhetischen Vorteilen wird dadurch auch erreicht, dass die Absorptionsfläche hinter der gelochten Frontplatte grösser ist als die Fläche der Lochung. Zudem verfängt sich dadurch der Schall zwischen der Frontplatte und der ersten Schicht, was sich positiv auf die Schallabsorption auswirkt.

Vorteilhaft ist am Element ein geschlossener Rücken vorgesehen, wodurch die zweite Schicht auch von hinten geschützt ist.

Vorteilhaft weist die Frontplatte Halterungen für die erste Schicht und der Rücken Halterungen für die zweite Schicht auf. Die Halterungen halten die in das Element eingebrachten Schichten an den vorgesehenen Stellen fest. Dadurch können insbesondere Frontplatte und Rücken zuerst mit den Schall absorbierenden Schich-

ten bestückt werden und danach zusammen zu einer Sandwichplatte verbunden werden.

Vorteilhaft ist die erste Schicht aus einem Melaminharz hergestellt. Andere Kunstharze, aus welchen feinporeige, vorzugsweise elastische Matten herstellbar, sind jedoch ebenfalls geeignet. Die erste Schicht bildet eine elastisch verformbare, feinporeige und wasserunempfindliche Schicht, welche zudem weiss, d.h. Licht reflektierend sein kann, was im Tunnelbau bevorzugt wird.

Vorteilhaft ist die Folie mit einer Glasfaserverstärkung, insbesondere mit Gitterstruktur, versehen. Diese ist zweckmässigerweise zwischen zwei Folien eingeschweisst oder eingeklebt, so dass die verstärkte Folie die auf sie wirkenden Schalldrücke verteilend ausgleicht und die Wellen dämpft.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben. Es zeigt:

Fig.1 ausschnittsweise im Schnitt ein Verkleidungselement und eine Befestigungsvorrichtung zum Fixieren des Verkleidungselements gemäss der Erfindung;

Fig.2 ein erster und ein zweiter Puffer zur elastischen Verbindung eines Verkleidungselements mit der Befestigungsvorrichtung;

Fig.3 eine erste Ausführungsform einer Tunnelröhre mit einer aus vier einzelnen Reihen von hintereinander angeordneten Elementen bestehenden Verkleidung im Querschnitt;

Fig.4 eine zweite Ausführungsform einer Tunnelverkleidung aus drei einzelnen Elementen im Querschnitt;

Fig.5 eine Seitenansicht des Tunnels von Fig. 3;

Fig.6 eine Verbindung zwischen einem Seitenelement und einem Deckenelement;

Fig. 7 eine mögliche Ausführungsform für den bodenseitenseitigen Abschluss des Seitenelements;

Fig. 8 in Teilansicht eine mögliche Art, den Zwischenraum zwischen zwei benachbarten Elementen durch einen Dichtungskörper abzudichten;

Fig. 9 einen vertikalen Querschnitt durch ein bevorzugtes Schallabsorptions-Element;

Fig. 10 einen horizontalen Schnitt durch ein seitliches Randdetail des Elements von Fig. 9;

und

Fig. 11 das Schallabsorptionsverhalten eines Elements gemäss den Fig. 9 und 10.

Gemäss Fig. 1 besitzt eine Befestigungsvorrichtung 11 für ein Verkleidungselement einen als Träger dienenden Anker 13 mit einem Sitz 15 für einen Puffer, einen ersten elastischen Puffer 17, welcher auf den Sitz 15 aufsetzbar ist, einen zweiten elastischen Puffer 19 und eine als Befestigungsmittel dienende Schraube 21. Die Schraube 19 ist in ein Schraubenloch 23 im Anker 13 einschraubbar. Zur Befestigung eines Elementes 25 am Anker 13 wird das Element 25 mittels der Schraube 21 zwischen den Puffern 17, 19 eingespannt. Dabei ist von Bedeutung, dass die Ausnehmung 37 im Verkleidungselement für die Durchführung des Befestigungsmittels grösser als der Durchmesser des Befestigungsmittels ist, sodass das Verkleidungselement bei einer Verschiebung quer zum Träger nicht mit der starren, stationären Befestigungsvorrichtung in Berührung kommt.

Gemäss dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Sitz 15 für den Puffer 17 als ein radial nach aussen und nach hinten abstehender Kragen ausgebildet. Der erste Puffer 17 besitzt eine dem Sitz 15 entsprechende Aussparung 27 (Fig. 2) und ist auf diesen aufsetz- oder aufstülzbar. Der erste Puffer 17 ist tellerförmig ausgebildet und passt in eine entsprechende Einbuchtung 29 des Elementes 25. Durch das formschlüssige Zusammenwirken des Elementes 25 mit dem Puffer 17 können temperaturbedingte Längenänderungen des Elementes und Schwingungen, beispielsweise verursacht durch vorbeifahrende Autos, absorbiert werden. Quer zum Träger 13 wirkende Kräfte drücken auf den Puffer 17 und somit auf den Sitz 15. Ein Verrutschen des Elementes 25 ist nicht möglich.

Das Element 25 ist ein Sandwichelement mit einem Kern 31 aus einem Isolationsmaterial, beispielsweise einem selbstlöschenden Polyurethan-Schaumkunststoff, und einem beidseitig aufgetragenen Laminat 33, 33', beispielsweise aus GFK-Polyester. Die Einbuchtung 29 ist gemäss Ausführungsbeispiel von Fig. 1 zur Verstärkung mit einer Metalleinlage 35 versehen, welche in die glasfaserverstärkte Laminatschicht 33' eingearbeitet ist. Dadurch kann die der grössten Beanspruchung ausgesetzte Stelle des Elementes 25 noch besser geschützt werden. Die Metalleinlage 35 kann aus einem korrosionsresistenten Metall hergestellt oder mit einer geeigneten Schutzschicht versehen sein.

Eine Ausnehmung 37 im Element 25 dient als Durchführung für die Schraube 21. Die Dimension der Ausnehmung 37 ist grösser als der Schraubendurchmesser, sodass die Befestigung des Elementes 25 am ortsfesten Anker 13 über die nachgiebigen Puffer 17, 19 geschieht. Die Ausnehmung ist so bemessen, dass auch bei einer leichten seitlichen Verschiebung oder Längenänderung das Verkleidungselement nicht mit unnachgiebigen Teilen der Befestigungsvorrichtung in

Kontakt kommen und so beschädigt werden kann.

Das in den den Figuren 3 bis 8 gezeigte Tunnelverkleidungssystem besteht aus einer Vielzahl von Verkleidungselementen 39, 41 resp. 45, 45', 47, welche an einer Tunnelwandung 43 angeordnet sind. Je nach Geometrie und Tunnelröhrendurchmesser kann eine unterschiedliche Anzahl von gleichen oder verschiedenen Elementen zum Einsatz kommen. Die Elemente sind in der Regel rechteckig. Sie können gekrümmt oder flach sein. In den Zwischenräumen 49 zwischen zwei Elementen 39, 41 oder 41, 41 (Fig. 3) oder 45, 47 resp. 45', 47 (Fig. 4) können Mittel, beispielsweise Schienen 51, zum Befestigen einer Beleuchtung (nicht dargestellt) und Installationen (nicht dargestellt) vorgesehen sein (Fig. 5).

Fig. 6 zeigt ein abgewinkeltes Profilteil, beispielsweise ein Metallblech 53, welches die Seitenelemente 39 mit den Firstelementen 41 verbindet. Das Metallblech 53 sorgt dafür, dass Wasser aus der Tunnelwandung 43 hinter dem Seitenelement 39 eine Rinne 55 abgeleitet wird (Fig. 7). Die Rinne 55 befindet sich unterhalb der Fahrbahn 57. Ein herausnehmbares Metallblech 59 verschliesst den Zugang zur Rinne 55 von der Fahrbahnseite her.

Der vertikale Zwischenraum zwischen den Seitenkanten 59 zweier benachbarter Elemente 39 (analog auch 41, 43, 45) ist jeweils durch einen länglichen Dichtungskörper 61 abgedichtet (Fig. 8). In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Seitenkanten 59 der Elemente durch einen Steg 63 nach hinten verlängert. Die Seitenkanten 59 mit dem anschliessenden Steg 63 ragen in einem Winkel nach aussen. Dadurch ergibt sich zwischen zwei benachbarten Elementen 39 eine nach hinten sich verengende Fuge. Die Fuge kann durch den Dichtungskörper 61 ganz oder, wie im Beispiel gezeigt, teilweise ausgefüllt sein.

Der Dichtungskörper 61 besitzt einen im Querschnitt keilförmigen Fuss 65 mit zwei am oberen Teil des Fusses angeordneten und auf entgegengesetzte Seiten abstehenden Dichtlippen 67. Der Fuss des Dichtungskörpers ist durch Rippen 69 in mehrere Hohlräume unterteilt. Die Rippen 69 verleihen dem Fuss 65 eine gewisse Formstabilität, sodass die Dichtflächen eng an den Seitenkanten 63 anliegen.

Die Elemente 39, 41, 43, 45, 47 können kegelförmige Vertiefungen 71 aufweisen, welche der Schallabsorption dienen. Die Vertiefungen können jedoch auch konisch sein, wie dies beispielsweise in der Fig. 8 auf der rechten Seite eingezeichnet ist. Die Vertiefungen können den Schaumstoffkern 31 ganz oder teilweise durchdringen. Im ersten Fall sind die vordere und die hintere Seite 33, 33' durch die Vertiefungen 73 verbunden, was die Elemente zusätzlich versteift.

Die Herstellung der Elemente kann folgendermassen erfolgen: In eine dem herzustellenden Element entsprechende Form wird zunächst ein sog. "Gel-coat" aufgebracht zur Bildung einer äusseren wetterbeständigen und undurchlässigen Schicht. Danach wird Polyester

aufgebracht und eine Glasfasermatte eingearbeitet. Auf die Kunstharz/Glasfaserschicht werden sofort die PU-Schaumstoffplatten gelegt, wobei in diese die Einbuchten bereits eingearbeitet sind. Danach wird wieder Kunstharz aufgebracht und eine Glasmatte eingearbeitet. Das Ganze wird dann mittels einer hydraulischen Anpressvorrichtung zusammengepresst bis das Kunstharz polymerisiert ist. In die Einbuchtungen wird alsdann eine Metalleinlage 35 gelegt und in eine weitere GFK-Schicht eingebettet.

Die Herstellung der kegel- oder konusförmigen schallabsorbierenden Vertiefungen 71,73 kann auf verschiedene Arten erfolgen. In einem ersten Verfahren werden die Vertiefungen 71,73 aus dem Schaumkunststoffkern 31 ausgefräst und das Element im Vakuumgussverfahren hergestellt. Bei diesem Verfahren werden die Glasfasermatten und der Schaumkunststoffkern in einen vakuumdicht verschliessbare Form eingelegt. Dann wird die Form verschlossen und evakuiert. Durch eine Öffnung in der Form wird das Kunstharz in die Form eingelassen.

In einem zweiten Verfahren wird mit Hilfe eines konischen oder kegelförmigen Düse die Vertiefungen 71 resp. 73 mit einem Kunstharz/Faserschnitzelgemisch ausgespritzt.

Die hergestellten Elemente besitzen vorzugsweise eine Fläche zwischen ungefähr 20 bis 30 m², wobei jeweils 4 bis 6 Befestigungspunkte vorgesehen sind.

Das Anbringen der Verkleidung an der Tunnelwand erfolgt vorzugsweise mit Hilfe eines Bohr- und Versetzrahmens. Dieser Rahmen wird mittels eines Spezialfahrzeugs an der Tunnelwandung genau positioniert, die Löcher entsprechend dem vorhandenen Raster gebohrt und sodann die Anker in den Löchern einbetoniert oder mit Hilfe von Dübeln befestigt.

Die erfindungsgemässe Tunnelverkleidung hat den Vorteil, dass die Sandwichelemente aus einem Polyurethan-Schaumstoffkern und der GFK-Ummantelung leicht sind und trotzdem herunterfallende Gesteinsbrocken mühelos auffangen können. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Tunnelverkleidung korrosionsresistent und isolierend ist.

Das in den Figuren 9 und 10 gezeigte Schallabsorptions-Element kann anstelle eines Seitenelements 39 oder Firstelements 41 eingesetzt werden. Es weist eine grösstenteils gelochte Frontplatte 111 aus Chromstahl oder einem Zinkblech auf, welche der Lärm-Immission zugewandt montiert wird. Auf der Rückseite der Frontplatte 111 sind Halteprofile aus Blech mit der gleichen Lochung wie die Frontplatte an diese angeschweisst.

Ein erstes Halteprofil 113 weist eine Befestigungsfläche 115 zur Befestigung an der Frontplatte 111. Rechtwinklig zur Befestigungsfläche 115 sind daran zwei Wände 117 und 119 angeordnet, welche je eine zur Frontplatte 111 parallele Distanzfläche 121 bzw. 123 halten. Diese Distanzflächen 121,123 sind in je einem anderen Abstand zur Frontplatte angeordnet. Eine erste, etwa drei Zentimeter dicke Schicht 125 aus feinpo-

rigem Melaninharzschäum, welcher elastisch verformbar, wasserunempfindlich und weiss ist, ist zwischen die Distanzfläche 121 mit grösserem Abstand und die Distanzfläche 123 mit kleinerem Abstand zur Frontplatte 111 eingeführt. Die Distanzfläche 123 schafft einen Zwischenraum 127 zwischen der Schaumstoffplatte 125 und der Frontplatte 111, während die Distanzfläche 121 verhindert, dass die Schaumstoffplatte 125 nach hinten aus dem Element fällt. Dies vereinfacht insbesondere die Montage des Schall-Absorptionselements, wie das weiter unten noch näher beschrieben ist.

Ein zweites Halteprofil 129 weist eine Befestigungsfläche 131, eine Wand 133 und eine Distanzfläche 135 auf, welche im Wesentlichen der Befestigungsfläche 115, der Wand 119 bzw. der Distanzfläche 123 des Halteprofils 113 entsprechen. Die Halteprofile 129 sichern indes auch den Abstand zwischen Frontplatte 111 und erster Schall absorbierender Schicht 125.

Mit der Frontplatte 111 ist eine geschlossene Rückenplatte 137 verbunden, welche ebenfalls aus Chromstahl oder einem Zinkblech hergestellt ist. Die Verbindung von Frontplatte 111 und der Rückenplatte 137 ist am jeweiligen Rand 139,141 der Platten 111 bzw. 137 durch Punktschweissung hergestellt. Andere Befestigungsarten, z.B. mittels Schrauben, Nieten oder Klebharze, sind jedoch ebenso denkbar. An der Rückenplatte 137 sind dritte, Z-förmige Halteprofile 143 angeordnet. Diese weisen eine Befestigungsfläche 145 auf, mit der sie an die Rückenplatte 137 angeschweisst sind, daran eine senkrecht abstehende Wand 147 mit einer in Abstand zur Rückenplatte 137 und parallel zu ihr angeordneten Distanzfläche 149. Zwischen Distanzfläche 149 und Rückenplatte 137 sind Schall schluckende Steinwollplatten 151 geklemmt. Die Abmessungen der Schall absorbierenden Platten 125, 151 sind in der einen Richtung auf den Abstand der Halteprofile 113 und 143 abgestimmt. Die Seitenkanten der Schall absorbierenden Platten 125 und 151 sind zwischen die Wände 117 bzw. 147 geklemmt. Die Halteprofile 113, 129 und 143 versteifen die Front- bzw. die Rückenplatte.

Ein Element ist aus einer Frontplatte 111 mit eingebrachter Schaumstoff-Schicht 125 und einer Rückenplatte 137 mit eingebrachter Glas- oder Steinwollplatte 151 zusammengesetzt. Zwischen diesen beiden Teilen ist eine mit einem Glasfasernetz verstärkte Kunststoffolie 153 angeordnet. Diese ist nach dem Zusammenbau zwischen den beiden Schichten 125 und 151 eingeklemmt. Der Rand der Kunststoffolie 153 ist um den Rand der zweiten Schicht 151 gelegt, so dass diese praktisch wasserdicht eingepackt ist.

Das Halteprofil 129 ist ungefähr gegenüber dem Halteprofil 143 angeordnet, so dass zwischen den Distanzflächen 135 und 149 die erste Schicht 125 festgeklemmt ist. Das Halteprofil 113 ist nahe dem Plattenrand 155 der Steinwollplatte 151 angeordnet, um diesen nicht hinter der Distanzfläche 149 eingeklemmten Plattenrand 155 gegen die Rückenplatte 137 zu drücken. Das Halteprofil 113 ist mit entsprechendem Abstand

zum Halteprofil 129 angeordnet, wobei die Distanzfläche 121 dem Halteprofil 113 zugewandt ist. Dadurch ist die Schaumstoffplatte 125 beidseitig des Halteteiles 113 mit je einer Distanzfläche 123, 135 von der Frontplatte 111 ferngehalten.

Durch diese Anordnung der Halteprofile 113, 129, 143 sind die Plattenstösse der Schall absorbierenden Platten 125 und 151 gegeneinander versetzt. Zudem gibt es in der Schall absorbierenden Fläche keine durchgehenden Schall übertragenden Teile. Vibrationen der Frontplatte 111 werden nicht auf die Rückenplatte 137 oder das ganze Element übertragen, sondern über die Distanzflächen 121 gedämpft, welche die Energie einer allfälligen Schwingung der zweiten Schicht 151 abgeben, von welcher diese Energie absorbiert wird.

Ein solches Element wurde von der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA gemäss der Norm ISO/R 354 (Hallraummethode) geprüft (Prüfbericht Nr. 167474b). Als erste Schicht wurde eine 30 mm starke, geschäumte Melaminharzmatte (Typ Illsonic®) und als zweite Schicht eine 40 mm starke Mineralfaserplatte (Flumroc® Ecco) eingesetzt. Die erste Schicht besitzt ein im Vergleich mit der zweiten Schicht besseres Schallabsorptionsverhalten im höheren Frequenzbereich. Ueberraschenderweise konnte durch die Kombination der beiden Schichten ein Schallabsorptionsverhalten gemäss der in Fig. 11 dargestellten Kurve festgestellt, das bekannte andere Schallschutzelemente im Schallschutzverhalten um wenigstens 10 % übertrifft.

Bezüglich der folgenden Frequenzbereiche ergibt dies die nachstehenden Mittelwerte für α_S (Hz/ α_S): 100-315/0.69; 500-2000/1.03; 400-1250/1.05; 125-4000/0.94; 1600-5000/0.97; 100-5000/0.90. Eine Auswertung nach prEN ISO 11'654 (1994) ergab für α_P : bei 250, 500, 1000 und 2000 Hz 1.00, bei 4000 Hz 0.95; und für α_W : 1.00.

Das Schallabsorptionselement kann unabhängig von der vorgeschlagenen Befestigungsvorrichtung nicht nur im Tunnelbau sondern ganz allgemein zum Schallschutz im Aussenbereich, z.B. entlang Autobahnen und anderen viel befahrenen Strassen, eingesetzt werden. Es kann gekrümmt oder auch flach sein, wobei das Gehäuse aus Stahl- oder Zinkblech oder einem Hartkunststoff hergestellt sein kann.

Patentansprüche

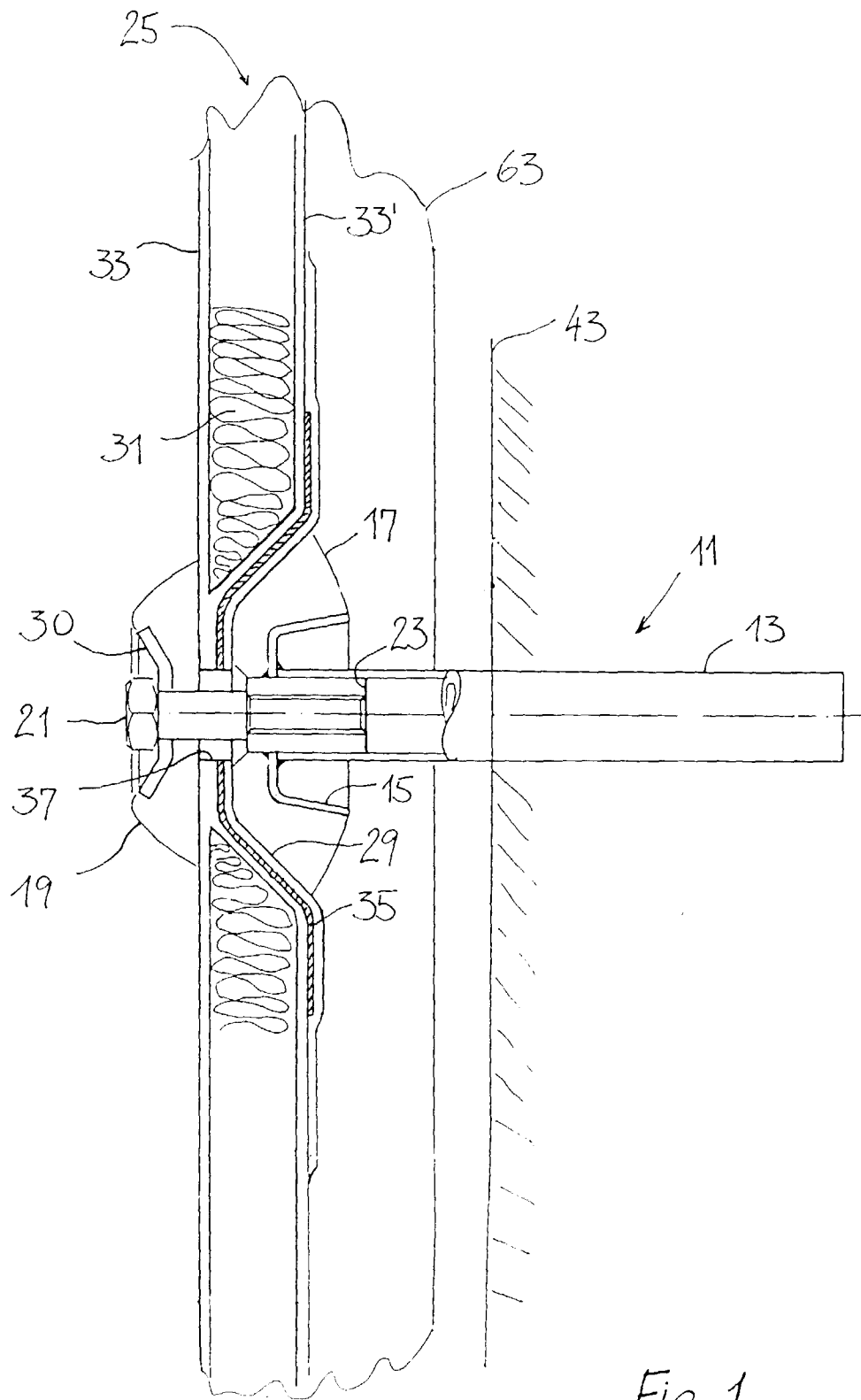
1. Tunnelverkleidung aus einzelnen Elementen (25; 39,41;45,45',47) und der Befestigung der Elemente dienenden Befestigungsvorrichtungen, wobei die Befestigungsvorrichtungen je einen in einer Tunnelwandung verankerbaren Träger (13) und Befestigungsmittel (21) zum Anbringen der Elemente an den Trägern (13) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet,**

- dass ein Element (25; 39,41;45,45',47) eine Mehrzahl von Ausnehmungen (37) für die Aufnahme der Befestigungsmittel (21) aufweist, wobei der Durchmesser der Ausnehmungen (37) den Durchmesser der Befestigungsmittel (21) um ein bestimmtes Mass übertrifft,
- dass erste und zweite Puffer (17,19) vorgesehen sind, über welche ein Element (25; 39,41; 45,45',47) jeweils mit dem Befestigungsmittel (21) und dem Träger (13) in Verbindung steht, wobei je ein erster und ein zweiter Puffer (17,19) an gegenüberliegenden Seiten eines Elementes (25; 39,41;45,45',47) im Bereich der Ausnehmungen angeordnet sind; und
- dass im Element im Bereich der Ausnehmungen (37) Ein- und/oder Ausbuchtungen (29) ausgebildet sind, welche mit wenigstens einem ersten oder zweiten Puffer (17,19) zusammenwirken können, sodass insgesamt durch die Puffer (17,19) eine nachgiebige Verbindung zwischen der Befestigungsvorrichtung (13,21) und einem Element (25; 39,41;45,45',47) gebildet ist.

2. Tunnelverkleidung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger (13) einen Sitz (15) zur Aufnahme eines Puffers (17) aufweist.
3. Tunnelverkleidung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Puffer (17) ungefähr tellerförmig sind und in entsprechende Einbuchtungen (29) am Element (25; 39,41;45,45',47) eingreifen.
4. Tunnelverkleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Verkleidungselement (25; 39,41;45,45',47) aus Kunststoff hergestellt und die Einbuchtung (29) vorzugsweise mit einer Metalleinlage (35) verstärkt ist.
5. Tunnelverkleidung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Verkleidungselement (25; 39,41;45,45',47) ein Sandwichelement ist mit einem Kern (31) aus einem Schaumkunststoff und einem Mantel (33,33') aus einem glasfaserverstärkten Kunststoff.
6. Tunnelverkleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Befestigungsmittel Schrauben (21) vorgesehen sind, welche in ein Schraubenloch (23) am Träger (13) einschraubbar sind.
7. Tunnelverkleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass an der Vorderseite der Elemente (25; 39,41;45,45',47) eine Vielzahl von in Abstand voneinander angeordneten konischen oder pyramidenförmigen Vertiefungen

(71,73) vorgesehen ist.

8. Tunnelverkleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein länglicher Dichtungskörper (61) zum Abdichten der Fugen zweier benachbarter Elemente vorgesehen ist, mit einem in die Fuge passenden Fuss (65) und zwei am Fuss (65) angeordneten Dichtlippen (67), welche die Seitenkanten der benachbarten Elemente überragen. 5 10
9. Tunnelverkleidung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei gegenüberliegende Seitenkanten des Elementes durch einen Steg (63) verlängert sind und die Dichtlippen (67) die Stege (63) abdecken. 15
10. Tunnelverkleidung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Stege (63) sich in einem schrägen Winkel zur Elementoberfläche erstrecken und der Fuss (65) des Dichtungskörpers (61) im Querschnitt keilförmig ist. 20
11. Tunnelverkleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Verkleidungselement als Schallabsorptions-Element ausgebildet ist mit einer gelochten Frontplatte (111) und dahinter wenigstens einer Schall absorbierenden ersten Schicht (125) aus einem geschäumten Kunststoff, z.B. einem Melaminharz, und einer zweiten Schicht (151) aus Mineralfaserplatten, welche hinter der ersten Schicht (125) angeordnet ist. 25 30
12. Tunnelverkleidung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kunststoffolie (153) zwischen der ersten und der zweiten Schicht (125,151) vorgesehen ist. 35
13. Tunnelverkleidung nach Anspruch 11 oder 12, gekennzeichnet durch einen Zwischenraum (127) zwischen der gelochten Frontplatte (111) und der ersten Schicht (125). 40
14. Tunnelverkleidung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, gekennzeichnet durch eine geschlossene Rückwand (137) oder Rückseite. 45
15. Tunnelverkleidung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Frontplatte (111) Halterungen (113) für die erste Schicht (125) und die Rückwand (137) Halterungen (143) für die zweite Schicht (151) aufweist. 50
16. Tunnelverkleidung nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schicht (125) aus einem Melaminharz hergestellt ist. 55
17. Tunnelverkleidung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Folie (153) mit einer Glasfaserverstärkung, insbesondere mit Gitterstruktur, versehen ist.
18. Tunnelverkleidung nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schicht (125) im Vergleich zur zweiten Schicht (151) in einem höheren Frequenzbereich absorbiert.
19. Schallabsorptionselement, insbesondere zur Herstellung einer Tunnelverkleidung oder einer Schallabsorptionswand, gemäss einem der Ansprüche 11 bis 18.



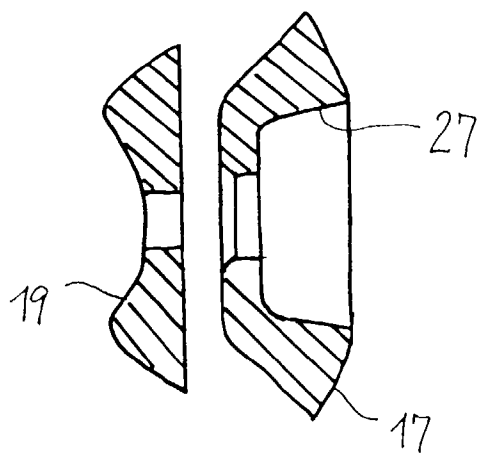


Fig. 2

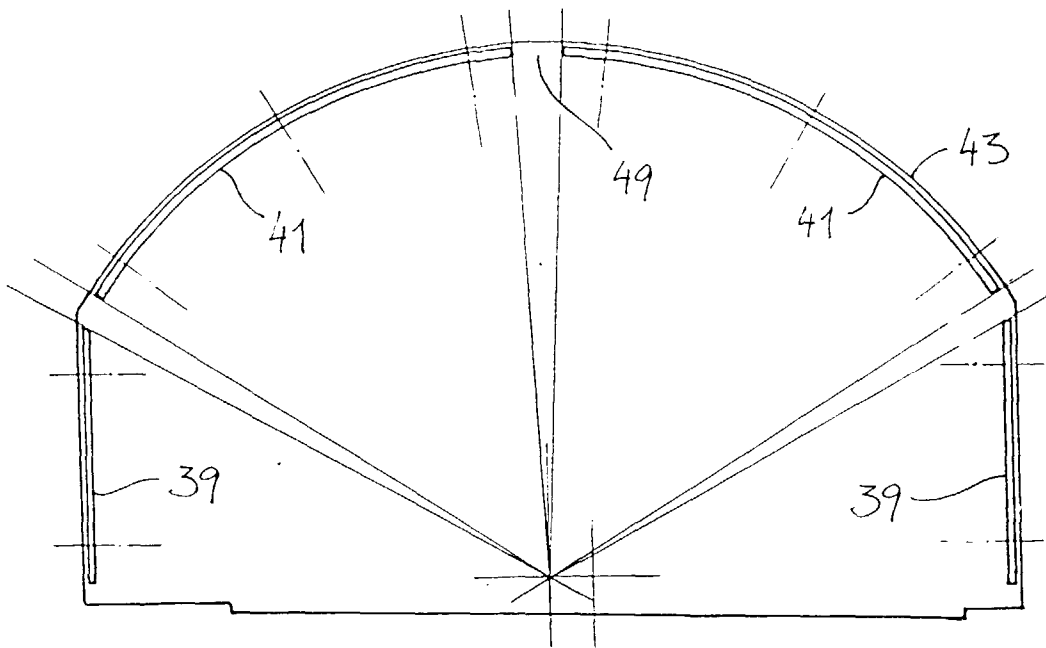


Fig. 3

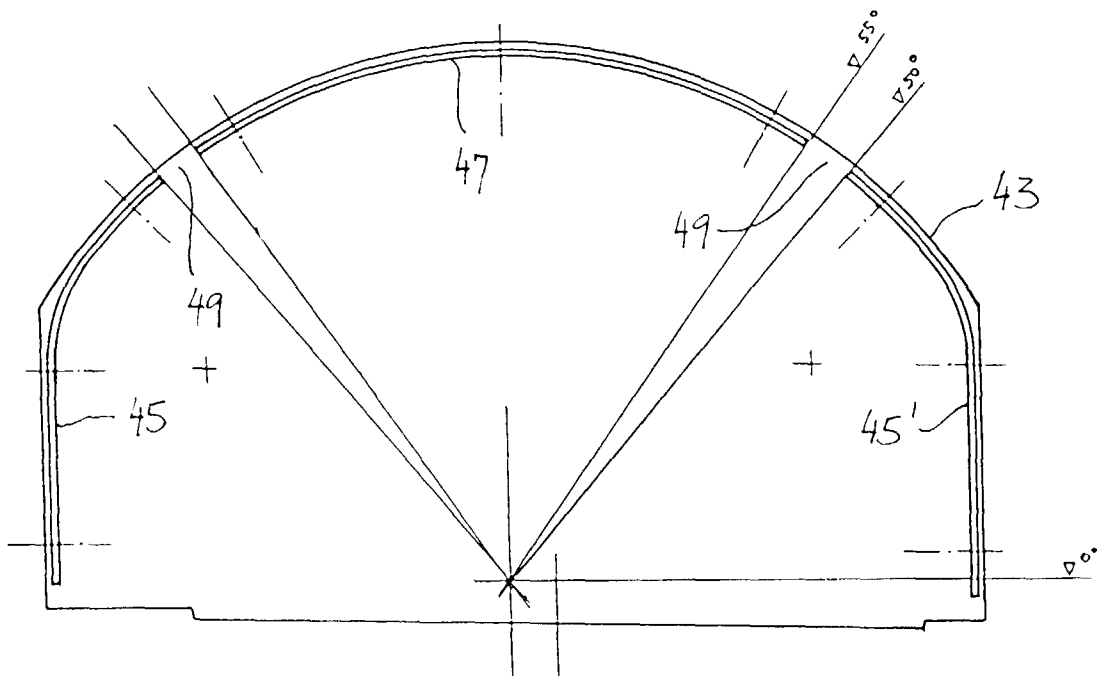


Fig. 4

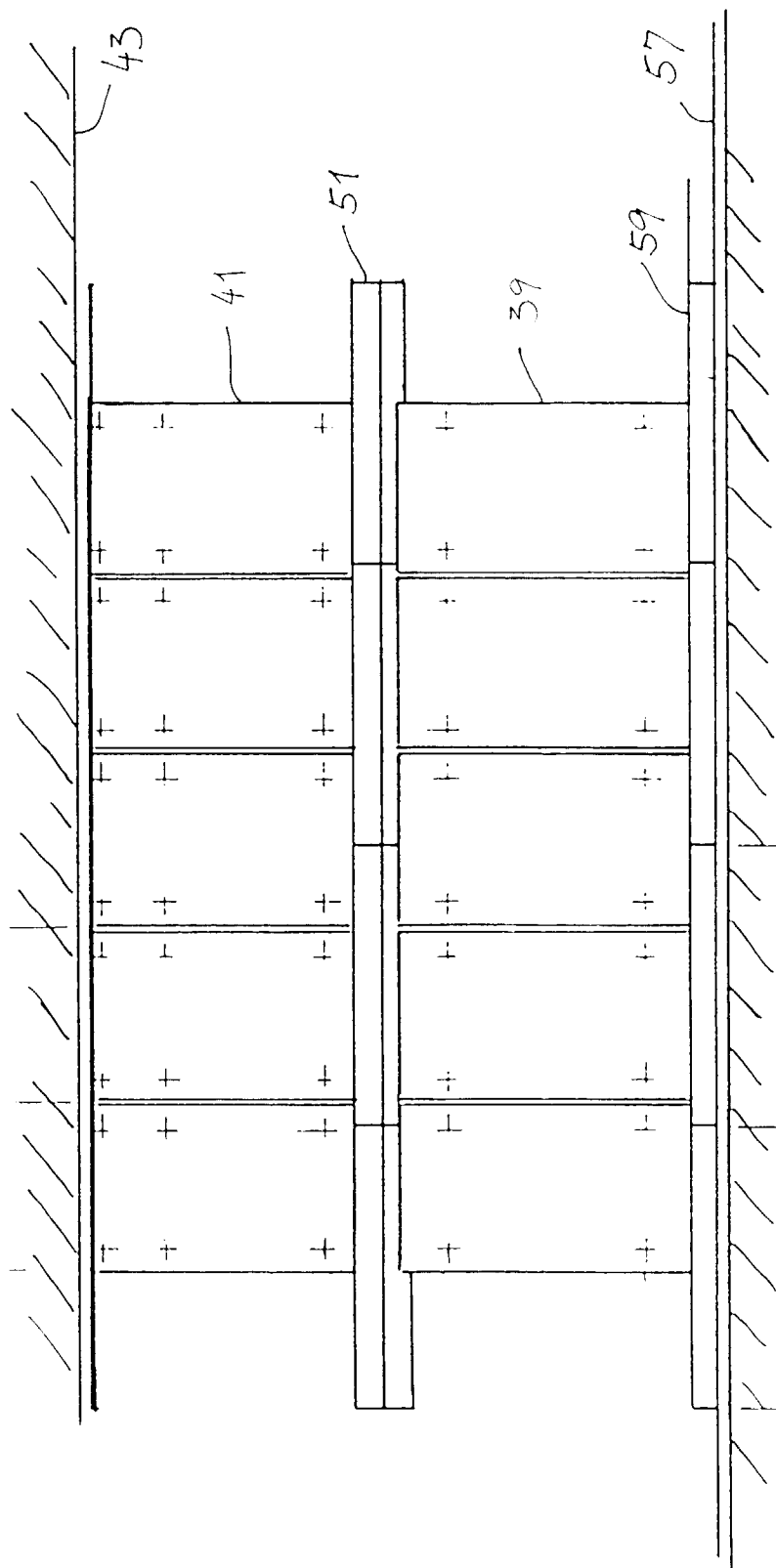


Fig. 5

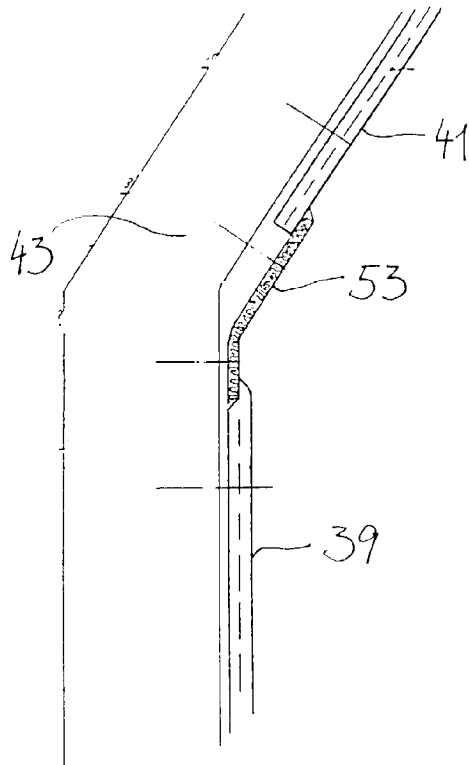


Fig. 6

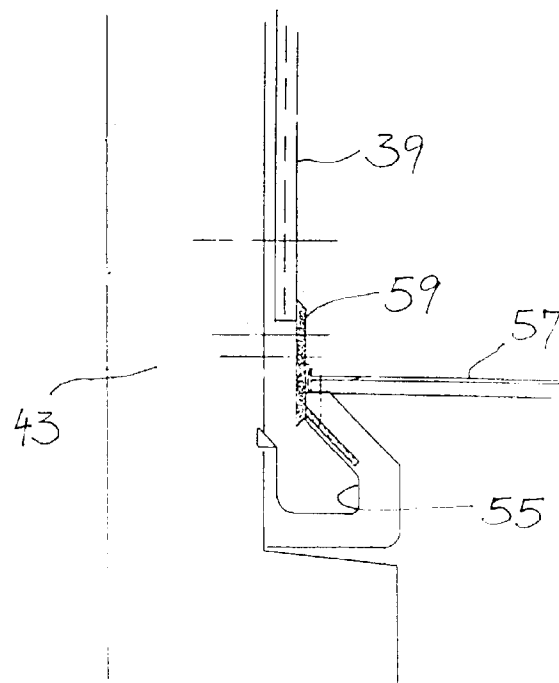


Fig. 7

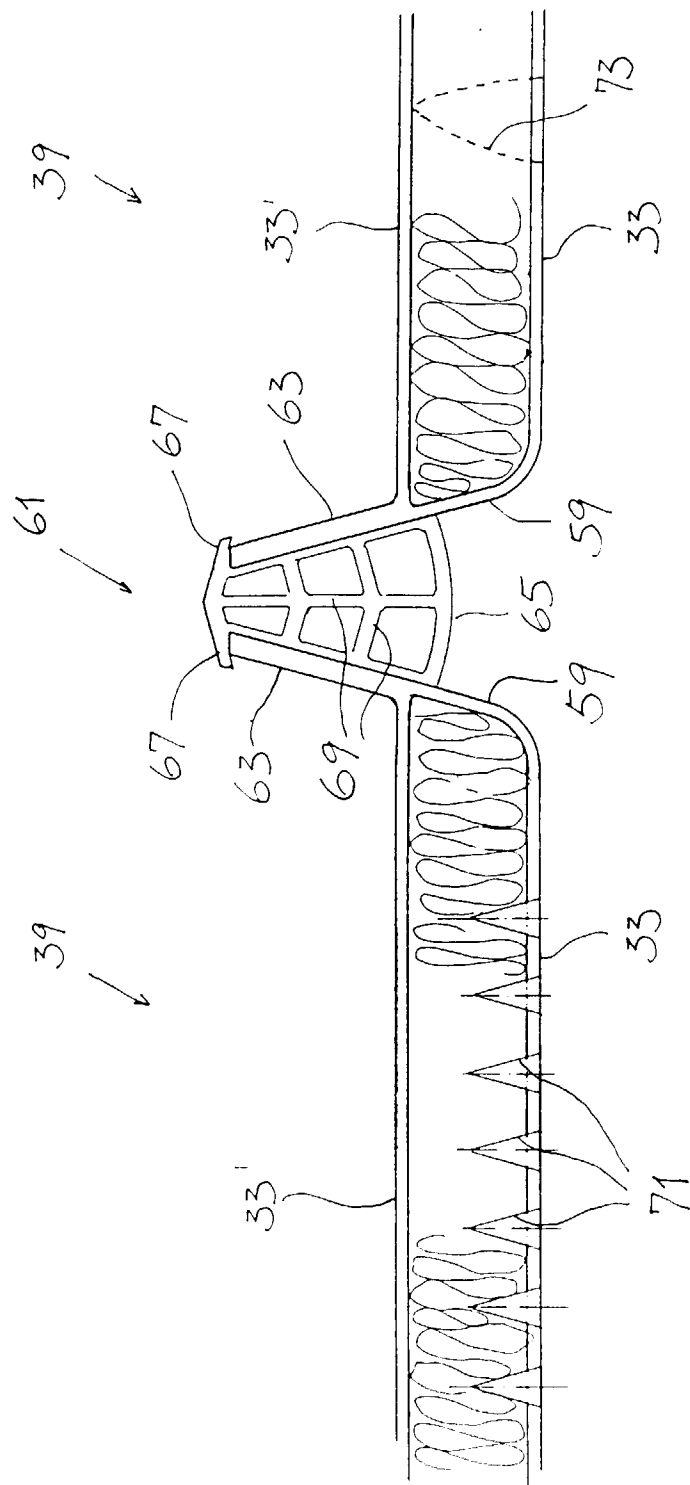


Fig. 8

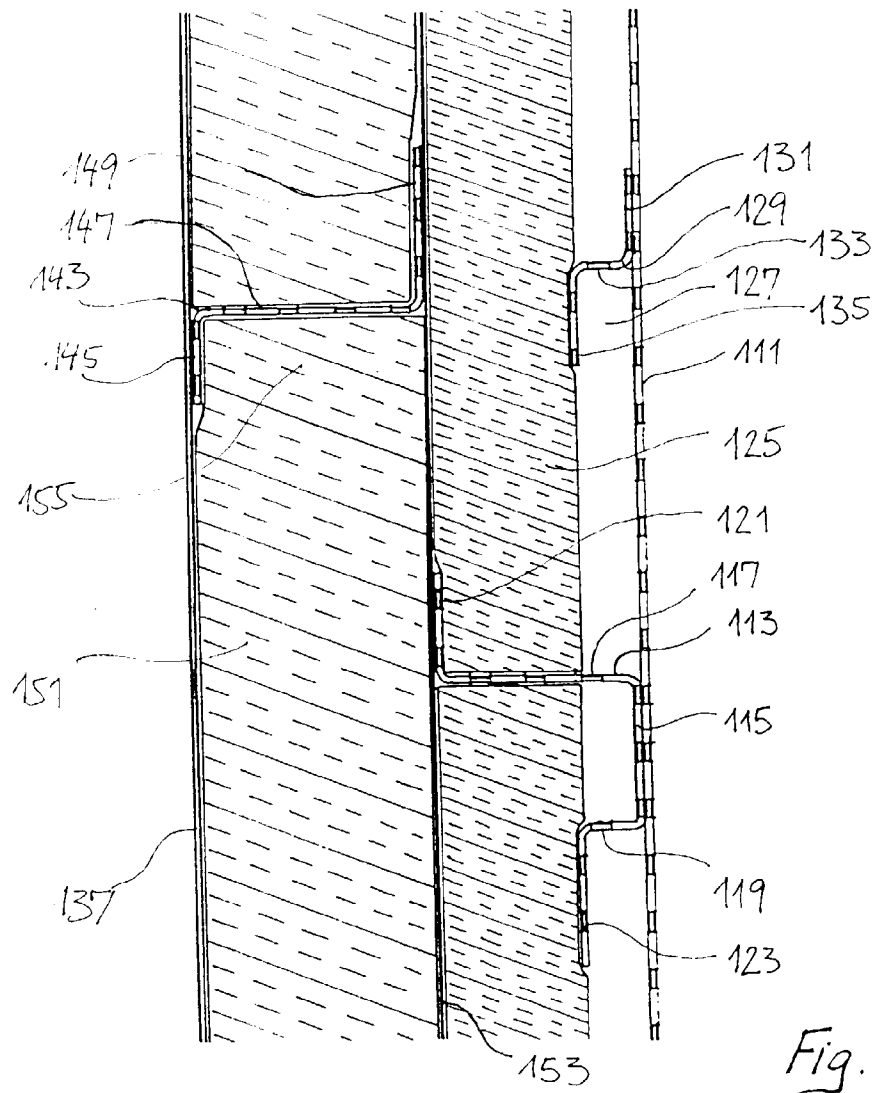


Fig. 9

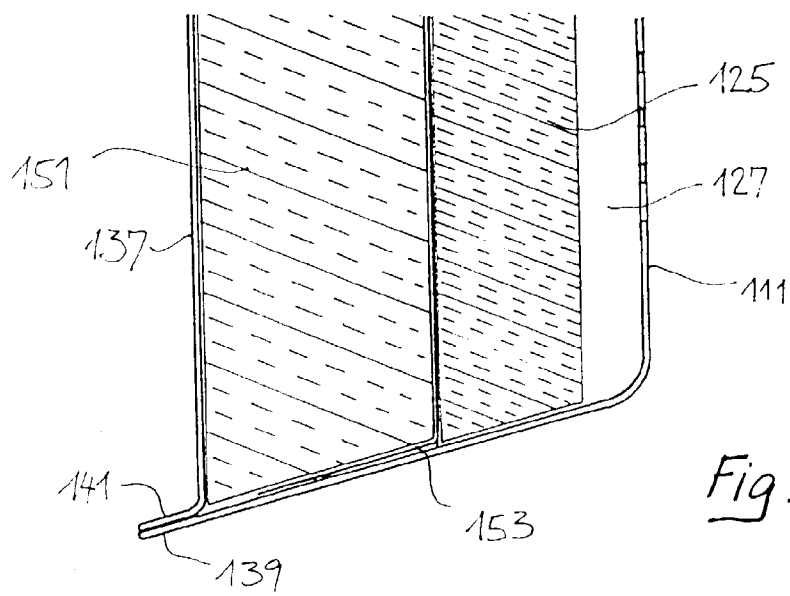


Fig. 10

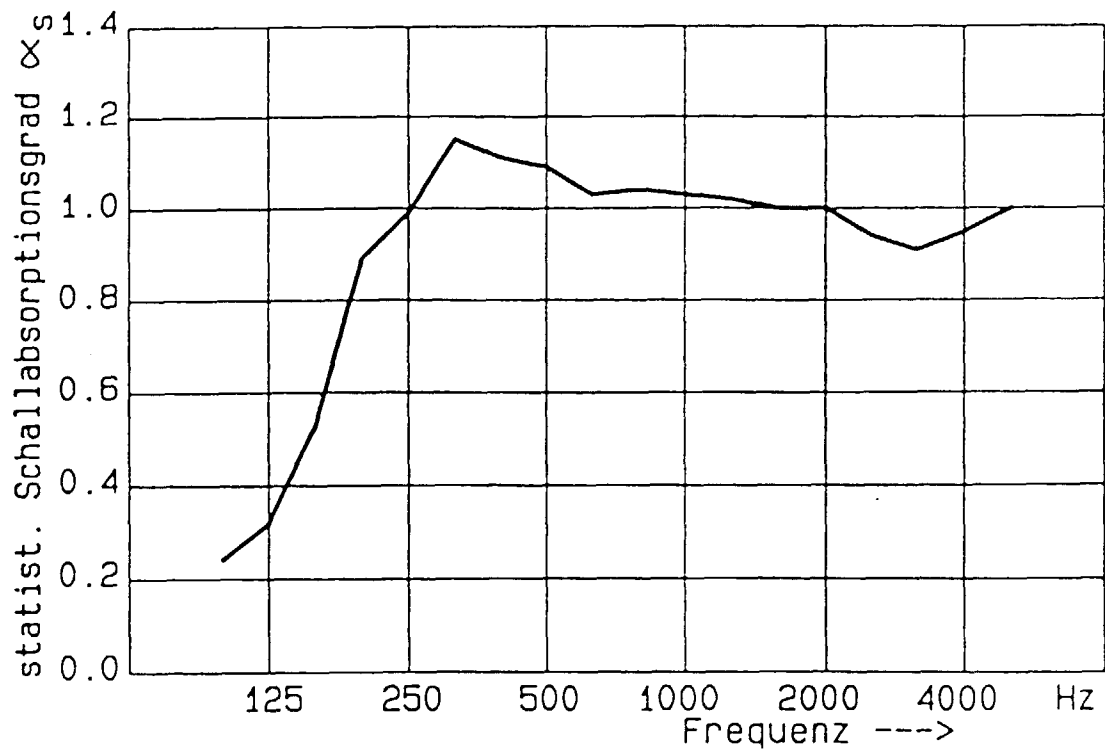


Fig. 11



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 81 0938

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	NL 9 100 713 A (TRIKALA CORP N V) * das ganze Dokument * ---	1-6, 11, 19	E21D11/00 E21D11/38 E21D21/00
D, A	EP 0 620 357 A (JEHLE XAVER) * das ganze Dokument * ---	1, 4, 5, 8-11, 19	
A	DE 42 20 197 A (HAFNER AG) * Abbildungen 4-6 * ---	1-3, 6, 11, 19	
A	FR 2 690 000 A (ANDRIA PIERRE ; CAUCHOIS JEAN PIERRE; FONTAINE JEAN FRANCOIS) * das ganze Dokument * ---	1, 5, 6, 11-19	
A	GB 2 277 970 A (JENMAR CORP) * Abbildungen * ---	1-3	
A	FR 1 404 639 A (J.A.L. PIERRARD) ---		
A	EP 0 278 326 A (BITRA AG) ---		
A	FR 2 311 146 A (JUDEAUX ROBERT) ---		
A	FR 2 462 522 A (SCAL GP CONDIT ALUMINIUM) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 9. März 1998	Prüfer Fonseca Fernandez, H
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)