

(12) **Übersetzung der neuen europäischen  
Patentschrift**

(97) Veröffentlichungsnummer: EP 844075

(96) Anmeldenummer: 1997402792  
(96) Anmeldetag: 20.11.1997  
(45) Ausgabetag: 25.10.2016

(51) Int. Cl.: **B32B 17/10** (.)  
**C03C 27/12** (.)  
**B60J 1/00** (.)

(30) Priorität:  
26.11.1996 FR 9614404 beansprucht.  
14.02.1997 DE 19705586 beansprucht.

(97) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
27.05.1998 Patentblatt 98/22

(97) Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung:  
18.09.2002 Patentblatt 02/38

(97) Hinweis auf Einspruchsentscheidung:  
Patentblatt /

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE ES FR GB IT LI LU SE

(56) Entgegenhaltungen:  
Die Entgegenhaltungen entnehmen Sie bitte der  
entsprechenden europäischen Druckschrift.

(73) Patentinhaber:  
SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE  
92400 COURBEVOIE (FR)

(72) Erfinder:  
GARNIER, GILLES  
60150 THOUROTTE (FR)  
KRAEMLING, FRANZ, DR.  
52072 AACHEN (DE)  
REHFELD, MARC  
95460 EZANVILLE (FR)

(74) Vertreter:  
Dipl.Ing Dr. techn. E. Schober, Dipl.Ing. Dr. T. Fox,  
Dipl.Ing. W. Noske  
1200 Wien (ÖSTERREICH)

(54) **VERWENDUNG EINER VERBUNDGLASSCHEIBE ZUR DÄMMUNG VON DURCH FESTKÖRPER  
GELEITETEN SCHWINGUNGEN IN EINEM FAHRZEUG**

Die Erfindung betrifft die Verwendung einer Verglasung für Fahrzeuge und insbesondere Kraftfahrzeuge, welche Schalldämpfungseigenschaften besitzt, die insbesondere hinsichtlich von von Festkörpern verursachtem Lärm verbessert sind.

Schallschutzgläser werden für Fenster im Bauwesen, aber auch immer mehr im Automobilbau verwendet. Während Schalldämmverglasungen für Gebäude relativ dick sein können, werden im Automobilbau Verbundgläser verwendet, deren Dicke in aller Regel etwa 6 mm nicht übersteigt. Dabei ist es günstig, als Zwischenschicht zwischen den zwei Glasscheiben des Verbundglases ein viskoelastisches Polymer einzusetzen, das selbst bei relativ dünnen Schichten einen sehr wirkungsvollen Schallschutz bietet. Weiterhin muss das Polymer auch langfristig, d.h. während der gesamten Lebensdauer des Kraftfahrzeugs, alle die Bedingungen erfüllen, die an Polymere gestellt werden, die in Gläsern für Kraftfahrzeuge verwendet werden. Bestandteile dieser Bedingungen sind insbesondere geringe Trübung, große Durchsichtigkeit und gute Widerstandsfähigkeit gegen Ultraviolettstrahlung. Außerdem müssen diese Polymere einen Verbund mit den angrenzenden Schichten sicherstellen, der von hoher Qualität und Dauer ist, und ihre guten Schalldämpfungseigenschaften selbst bei hohen und niedrigen Temperaturen beibehalten. Schließlich dürfen diese Schalldämpfungsschichten die Sicherheitseigenschaften der Verglasung nicht verschlechtern. Dabei haben sich viskoelastische Polyacryle als Schalldämpfungsschichten als besonders geeignet erwiesen.

Aus dem Dokument EP 0 532 478 A2 ist ein Lärmschutz-Verbundglas bekannt, das sich auch als Verglasung für Kraftfahrzeuge eignet und eine Zwischenschicht aus einem viskoelastischen Polyacryl enthält. Bei diesem bekannten Verbundglas wird die Zwischenschicht, welche die zwei Glasscheiben trennt, von einer polymerisierbaren Monomierzusammensetzung gebildet, die aus 5 bis 50 Gew.-% eines aliphatischen Polyurethans und 15 bis 85 Gew.-% eines photopolymerisierbaren Gemischs aus verschiedenen Acrylmonomeren und aus üblichen Polymerisationsadditiven besteht. Dabei wird das Monomergemisch in den Zwischenraum gefüllt, der die zwei Glasscheiben trennt, und die Polymerisation durch Ultraviolettstrahlung gestartet. Dieses bekannte Lärmschutz-Verbundglas eignet sich nicht für eine Serienproduktion, da das Verfahren zu seiner Herstellung durch Polymerisation des Monomergemischs, das zwischen die Glasscheiben gefüllt wird, an sich recht teuer ist.

Bei einem industriellen Herstellungsverfahren für Verbundglas wird die Assemblierung der zwei Glasscheiben mit einer vorgefertigten Polymerfolie im Allgemeinen in der Wärme und unter Druck durchgeführt. Ein Verfahren dieses Typs, das zur Herstellung von Verbundgläsern geeignet ist, die gute Schalldämpfungseigenschaften besitzen, ist aus dem Dokument EP 0 457 190 A1 bekannt. Bei diesem bekannten Verfahren wird eine vorgefertigte Polymerfolie verwendet, die ein hohes Schalldämm-Maß besitzt und mindestens zwei Schichten bildet, wovon eine aus einem bestimmten Polyvinylacetal-Ausgangsstoff und einem Weichmacher und die andere aus einem weiteren bestimmten Polyvinylacetal und einem Weichmacher hergestellt ist.

Weiterhin wird unter all den Eigenschaften, die zum Komfort in modernen Transportmitteln wie Eisenbahnzügen und Automobilen

beitragen, die Ruhe bestimmend. Die anderen Störungsquellen, die mechanischen, thermischen oder visuellen Ursprung haben, sind nach und nach beherrscht worden. Doch die Verbesserung des akustischen Komforts bringt neue Schwierigkeiten, nachdem die Geräusche aerodynamischen Ursprungs, also durch Reibung der Luft am sich bewegenden Fahrzeug, wenigstens zum Teil an ihrer Quelle bekämpft werden konnten, d. h. indem zum Einsparen von Energie die (Karosserie-)Formen modifiziert wurden, hat man die Windschnittigkeit verbessert und die Turbulenzen vermindert, die selbst Geräuschquellen sind. Von den Wänden eines Fahrzeugs, welche die Quelle von äußerem aerodynamischem Lärm vom Innenraum trennen, worin sich die Passagiere befinden, sind die Verglasungen offensichtlich am schwierigsten zu behandeln. Es können keine pastösen oder faserförmigen Absorbentien eingesetzt werden, die opaken Wänden vorbehalten bleiben, wobei aus praktischen oder Gründen des Gewichts die Dicken nicht übermäßig erhöht werden können. So sind im europäischen Patent EP-B1-0 387 148 Verglasungen vorgeschlagen worden, welche eine gute Dämmung gegen Lärm aerodynamischen Ursprungs bieten, ohne dass ihr Gewicht und/oder ihre Dicke zu hoch werden. In jenem Patent wird ein Verbundglas vorgeschlagen, dessen Zwischenfolie eine Biegedämpfung  $\nu = \Delta f / f_c$  von über 0,15 besitzt, wobei die Messung durchgeführt wird, indem ein Verbundstab von 9 cm Länge und 3 cm Breite, der aus einem Verbundglas hergestellt ist, worin sich das Harz zwischen zwei jeweils 4 mm dicken Gläsern befindet, durch einen Schlag angeregt wird und  $f_c$ , die Resonanzfrequenz des ersten Modus, und  $\Delta f$ , die Breite des Peaks einer Amplitude  $A/\sqrt{2}$ , worin A die maximale Amplitude bei der Frequenz  $f_c$  bedeutet, derart gemessen werden, dass ihr Schalldämm-Maß sich für keine der Frequenzen von über 800 Hz um mehr als 5 dB von einem Referenzindex unterscheidet, der um 9 dB pro Oktave bis 2 000 Hz und um 3 dB pro Oktave bei

höheren Frequenzen erhöht wird. Die Standardabweichung  $\sigma$  der Differenzen seines Schalldämm-Maßes in Bezug auf den Referenzindex bleibt unter 4 dB. Die Dicken der zwei Gläser können identisch und gleich 2,2 mm sein. In jenem Patent wird so eine allgemeine Lösung des Problems der Schalldämmung bei aerodynamischen Lärm eines Fahrzeugs vorgeschlagen.

Jedoch muss bei dieser Gelegenheit der Lärm selbst wie der Lärm des Motors, des Abrollens oder der Aufhängung behandelt werden. Dieser Lärm wird bereits an seinem Ursprung oder teilweise während seiner Ausbreitung entweder durch die Luft (insbesondere absorbierende Beschichtung) oder in Festkörpern (beispielsweise aus Elastomeren bestehende Verbindungsteile) behandelt. Was Verglasungen betrifft, so werden im europäischen Patent EP-B1-0 100 701 Verglasungen vorgeschlagen, die einen guten Schutz vor Straßenlärm, d.h. eine gute Dämmung des Schalls bei seiner Ausbreitung durch die Luft, bieten.

Eine der Verglasungen gemäß jenem Patent umfasst mindestens ein Verbundglas, wobei das Harz des Verbundglases derart ist, dass ein Stab von 9 cm Länge und 3 cm Breite, der aus einem Verbundglas besteht, das zwei je 4 mm dicke Glasscheiben umfasst, die durch eine 2 mm dicke Schicht aus diesem Harz vereinigt sind, eine kritische Frequenz hat, die sich höchstens um 35 % von derjenigen eines Glasstabs mit derselben Länge, derselben Breite und 4 mm Dicke unterscheidet. Die Verglasungen gemäß jenem Patent weisen gegenüber Straßenlärm ein ausgezeichnetes Schalldämm-Maß auf.

In der europäischen Patentanmeldung EP 0 763 420 werden ebenfalls Verglasungen vorgeschlagen, die einen guten Schutz vor Lärm aerodynamischen Ursprungs bieten, indem eine Polyvinylbutyralfolie mit einer Harzschicht verbunden wird, die eine

große akustische Wirkung gegen Lärm aerodynamischen Ursprungs aufweist, wie ein Polyvinylacetatharz.

Demgegenüber ist der Schutz von Verglasungen vor Schall festen Ursprungs, d.h. vor Schall, der durch Festkörper übertragen wird, schwieriger zu realisieren. Dabei hat sich gezeigt, dass der Einsatz von Verbindungsteilen unzureichend bleibt, um die Übertragung von Schall durch Schwingungen der Verglasungen zu verhindern. Es ist festgestellt worden, dass bei bestimmten Umdrehungsgeschwindigkeiten des Motors ein Brummtönen auftritt, der von den Passagieren wahrnehmbar ist und damit eine Quelle des Unbehagens darstellt. Von den Umdrehungen des Motors werden Schwingungen erzeugt, die sich beispielsweise durch die Karosserie fortpflanzen, und somit durch einen Ketteneffekt auf die Verglasung übertragen. Man weiß, dass die von einem von einem Stoß getroffenen Objekt aufgenommene Energie zu einer Schwingungserscheinung führt und dass das wieder frei gewordene Objekt sehr bald nach dem Stoß gemäß seiner Eigenschwingung schwingt. Jedem Schwingungstyp ist eine Schwingungsfrequenz zugeordnet. Die Schwingungsamplitude hängt von der Anfangserregung ab, d. h. von der spektralen Komponente des Stoßes (Amplitude des Stoßes bei der untersuchten Frequenz) und vom Auftreffort des Stoßes, wobei die modale Deformation mehr oder weniger bedeutend ist abhängig davon, ob der Stoß auf einen Schwingungsbauch oder auf einen Schwingungsknoten auftrifft.

Um eine Eigenschwingung anzuregen,

- (1) darf die am Anstoßort hervorgerufene Deformation sich nicht auf einem Schwingungsknoten der Eigenschwingung befinden,
- (2) muss das Energiespektrum des Stoßes eine Komponente in der Resonanzfrequenz der Eigenschwingung haben.

Diese letztere Bedingung wird praktisch immer erfüllt, denn ein sehr kurzer Stoß zeigt ein praktisch uniformes Energiespektrum.

Die erste Bedingung wird ebenfalls erfüllt und es genügt z. B., einen an seinen Enden freien Stab an einem seiner Enden anzustoßen, um alle Eigenschwingungen anzuregen.

In der vorliegenden Anwendung geht die Festkörperanregung vom Umfang aus, und die Erfinder haben nachgewiesen, das bei bestimmten Schwingungsfrequenzen, d. h. bei bestimmten Drehzahlen des Motors, die Fensterscheiben und der Innenraum des Fahrzeugs jeweils einen Schwingungsmodus hatten, dessen Einkopplung das von der Geräuschabstrahlung des Motors hervorgerufene Brummen durch die Scheiben verstärkte.

Von der Anmelderin ist festgestellt worden, dass, wenn ein Harz verwendet wird, das originalen Bedingungen entspricht, die von den in den weiter oben genannten Patenten vorgeschlagenen abweichen, um die Glasscheiben zu einem Verbundglas zu vereinigen, dessen Dämpfungseigenschaften für hörbare Töne, die einen Festkörperursprung haben, besonders zufriedenstellend und deutlich besser als diejenigen sind, die bisher erhalten wurden.

Die Erfindung hat die Verwendung einer Verbundverflasung zur Dämpfung von durch Festkörper übertragenem Schall zum Ziel, welche mindestens eine Glasscheibe und eine Zwischenfolie entsprechend den Merkmalen des Patentanspruchs 1 umfasst.

Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt es, eine Lärmschutzverglasung zu erhalten, die aus einem Verbundglas besteht, dessen Zwischenfolie eine Dämpfung der Schwingungen sicherstellt, die insbesondere von der Karosserie übertragen werden und vom Motor stammen, wobei die Dämpfung derart ist, dass die Abstrahlung der Schwingungsmoden der Verglasung derart geschwächt wird, dass es keine Kopplung mit den Schwingungsmoden der Fahrgastzelle mehr gibt, und dies unabhängig von der Umdrehungsgeschwindigkeit des Motors.

Erfindungsgemäß hat die Zwischenfolie Dämpfungseigenschaften und ist mindestens einer Folie mit üblichen akustischen Eigenschaften verbunden. So ist es möglich, einen Teil der Dicke einer teuren Schalldämpfungsfolie durch eine Folie zu ersetzen, die üblich und billig ist, ohne dabei die akustischen Eigenschaften zu verschlechtern, jedoch beispielsweise mit deutlicher Verbesserung der mechanischen Festigkeit und auch des Spektrums der zusätzlichen Eigenschaften, die eine solche Folie bieten kann, beispielsweise Färbung, UV-Schutz oder Lichtdiffusion.

Erfindungsgemäß

ist die Zwischenfolie eine thermoplastische Polyacrylfolie mit einer Dicke von 0,05 bis 1,0 mm, die mit einer Glasscheibe über eine Polyester-Zwischenfolie mit einer Dicke von 0,01 bis 0,1 mm und über eine thermoplastische Klebschicht mit einer Dicke von 0,3 bis 0,8 mm vereinigt ist. Erfindungsgemäß wird



ebenfalls eine dünne Polyesterschicht, insbesondere Polyethylenterephthalat, zwischen Polyacrylfolie und thermoplastische Klebschicht eingefügt.

Dabei ist festzustellen, dass ein Verbundglas dieses Aufbaus nicht nur problemlos durch übliche Assemblierungsverfahren hergestellt werden kann, die sich für eine Serienproduktion eignen, sondern auch den Ausschluß aller Einflüsse, die für die Polyacrylfolie nachteilig wären, durch den Zusatz einer dünnen PET-Folie zwischen Polyacrylfolie und thermoplastische Klebschicht erlaubt, die aus einer Polyvinylbutyralfolie besteht, die für die Herstellung von Verbundgläsern üblich ist. Wenn sich die Polyacrylfolie direkt mit der Polyvinylbutyralfolie in Kontakt befindet, diffundieren Weichmacherteilchen aus der PVB-Folie offensichtlich in das Polyacryl und verursachen dort Trübungen sowie eine Verschlechterung der Schalldämpfungseigenschaften. Überraschenderweise sind PET-Folien, selbst wenn sie nur eine sehr kleine Dicke von unter 50  $\mu\text{m}$  haben, eine perfekte Barriere gegen die Diffusion des Weichmachers der PVB-Folie. Außerdem vereinigen sich aufgrund ihrer Oberflächeneigenschaften die PET-Folien gut sowohl mit der thermoplastischen Polyacrylatfolie als auch mit üblichen PVB-Folien, sodass die zu verwendenden erfindungsgemäßen Verbundgläser alle Forderungen erfüllen, auch was die Langzeitbeständigkeit und die Sicherheit betrifft.

In seiner einfachsten Ausführungsform besteht das zu verwendende erfindungsgemäße Verbundglas aus zwei Glasscheiben, zwischen denen die oben genannten Folien entsprechend der Reihenfolge der Schichten PVB-PET-Acrylat-PET-PVB eingefügt werden. Selbstverständlich können die üblichen PVB-Folien durch thermoplastische Klebfolien ersetzt werden, die aus anderen Materialien hergestellt sind, insbesondere durch solche

Folien, die aus geeigneten thermoplastischen Polyurethanen hergestellt sind.

Entsprechend einer weiteren zu verwendenden erfindungsgemäßen Ausführungsform besteht das erfindungsgemäße Verbundglas nur aus einer Glasscheibe, die im eingebauten Zustand nach außen gerichtet ist, während die Oberfläche des Verbundglases ins Innere der Fahrgastzelle zeigt und aus einer Polymerschicht gebildet ist, die ausreichende Abriebfestigkeit besitzt. Solche Verglasungen aus Glas und einem synthetischen Material bieten bestimmte Vorteile, was das Gewicht und die Sicherheitseigenschaften betrifft, und sind als solche in verschiedenen Formen bekannt.

Folien, die aus viskoelastischen Polyacrylen bestehen, die einen Schubmodul  $G'$  von  $10^{6,5}$  Pa bei 0 °C bis  $10^{4,5}$  Pa bei 60 °C sowie einen Verlustfaktor  $\tan\delta$  von 0,8 bis 1 in einem Temperaturbereich von 0 bis 60 °C besitzen, haben sich als für die Erfindung besonders geeignet erwiesen. Sie sind beispielsweise Bestandteil der Produkte der Gesellschaft 3M und werden unter der Bezeichnung "Scotchdamp-Polymere" vertrieben. Diese Produkte bestehen aus Polyacrylen, die keinen Weichmacher enthalten und deren Dämpfungseigenschaften einen großen Temperaturbereich abdecken. Der Produkttyp ISD 112, dessen Dämpfungseigenschaften sich in einem Temperaturbereich von 0 bis 60 °C befinden, hat sich als besonders geeignet erwiesen.

Entsprechend einer vorteilhaften erfindungsgemäßen Abwandlung ist eine der Schichten des Verbundglases, insbesondere eine Polyethylenterephthalatfolie, mit einer die Infrarotstrahlung reflektierenden Schicht versehen.

Entsprechend einer erfindungsgemäßen Ausführungsform umfasst das Verbundglas zwei Glasscheiben mit gleicher Dicke. Diese jeweils gleiche Dicke kann 2,2 mm betragen. So erlaubt es das erfindungsgemäße Verfahren ein Schallschutzglas zu erhalten, dessen Gesamtdicke relativ klein ist.

Entsprechend einer vorteilhaften erfindungsgemäßen Ausführungsform beträgt der Schubmodul  $G'$  der Zwischenfolie, welche die Schalldämpfungseigenschaften verleiht,  $10^6$  bis  $2 \cdot 10^7$  N/m<sup>2</sup>.

Die erfindungsgemäß zu verwendenden Verglasungen haben den Vorteil, dass eine gute Dämpfung von Schall, der von Festkörpern kommt, und eine gute Dämmung von Schall aerodynamischen Ursprungs und auch von Außenlärm erhalten wird.

Die dynamische Charakterisierung der Zwischenfolie wird mit einem Viskoanalysator des Typs Viskoanalysator Metravib unter bestimmten Messbedingungen durchgeführt, die sind:

- sinusförmige Beanspruchung,
- Doppelscherprobekörper, der aus zwei parallelepipedischen Rechtecken mit den Abmessungen
  - \* Dicke = 3,31 mm,
  - \* Breite = 10,38 mm,
  - \* Höhe = 6,44 mmbesteht,
- dynamische Amplitude:  $\pm 5$  mm um die Halteposition,

- Frequenzbereich: 5 bis 700 Hz,
- Temperaturbereich: -20 bis +60 °C.

Der Viskoanalysator erlaubt es, einen Materialprobekörper Verformungsbeanspruchungen unter genauen Temperatur- und Frequenzbedingungen auszusetzen und so die Gesamtheit der rheologischen Größen, die das Material charakterisieren, zu erhalten und zu verarbeiten.

Die Auswertung der Messwerte zu Kraft, Bewegung und Phasenverschiebung in Abhängigkeit von der Frequenz bei jeder Temperatur erlauben insbesondere die Berechnung folgender Größen:

- elastische Komponente (oder Schubmodul)  $G'$ ,
- Tangens des Verlustwinkels (oder Verlustfaktor)  $\tan\delta$ .

So werden die Kurven von  $G'$  und  $\tan\delta$  in Abhängigkeit von der Frequenz und bei verschiedenen Temperaturen aufgezeichnet, wobei das Äquivalentgesetz Frequenz/Temperatur angewendet wird.

Durch die Auswertung dieser Kurven lassen sich die Glasübergangszonen erkennen. So wird die Dämpfung beim Glasübergang berechnet.

Beim Glasübergang ist die Dämpfung am besten.

Das erfindungsgemäße Verfahren schlägt die Verwendung eines Verbundglases für Fahrzeuge vor, das eine Zwischenfolie umfasst, die eine gute Dämpfung des von Festkörpern übertragenen Schalls bietet. Diese Dämpfung kann auch den Dämpfungskriterien für aerodynamischen Schall und für Außenlärm entsprechen. So erlaubt es die erfindungsgemäße Verglasung, einen guten allgemeinen Schallschutz zu erhalten.

Weitere erfindungsgemäße Merkmale und Vorteile werden anhand der folgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die im Anhang befindlichen Zeichnungen näher erläutert, wobei

- Fig. 1 eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verbundglases,
- Fig. 2 eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verbundglases und
- Fig. 3 den Dämpfungsgrad in Abhängigkeit von der Frequenz eines üblichen Verbundglases und des in Fig. 1 dargestellten Verbundglases

zeigt.

Fig. 1 zeigt einen Teilschnitt durch den Aufbau eines Verbundglases, wie es für Frontscheiben und auch immer mehr für Seitenscheiben und Heckscheiben verwendet wird. Selbstverständlich ist es auch möglich, für Autofrontscheiben und Autoheckscheiben denselben Aufbau zu verwenden, gegebenenfalls mit Silikatglasscheiben mit etwas anderer Dicke.

Das Verbundglas besteht aus zwei Silikatglasscheiben 1, 2, jeweils mit einer Dicke von 1,6 bis 3 mm, zwei Polyvinylbutyralschichten 3, 4, jeweils mit einer Dicke von 0,38 mm, zwei dünnen PET-Folien 5, 6 sowie einer viskoelastischen Polyacrylfolie 7, die zwischen letztere eingefügt ist. Die PET-Folien 5, 6 haben jeweils eine Dicke von 0,05 mm. Die Folie 7 besteht aus einer Folie des Polymers Scotchdamp mit 0,05 mm Dicke des Typs ISD 112 der Gesellschaft 3M. Die verschiedenen Schichten werden bei der Herstellung des Verbundglases auf übliche Weise übereinander angeordnet, und ihre Assemblierung wird bei Wärme und unter Druck durchgeführt.

Die PET-Folie 5 oder die PET-Folie 6 kann sich auf einer Seite eines Systems aus die Infrarotstrahlung reflektierenden Schichten befinden. Außer seinen Schalldämpfungseigenschaften reflektiert ein solches Verbundglas die Infrarotstrahlung, wodurch ein besserer Wärmeschutz vor einfallender Wärmestrahlung sichergestellt wird. Außerdem haben die erfindungsgemäß zu verwendenden Verbundgläser aufgrund der Integration von PET-Folien eine verbesserte einbruchhemmende Wirkung derart, dass Automobile mit sehr hohem Komfort hergestellt werden können.

Das in Fig. 2 gezeigte Verbundglas enthält nur eine Silikatglasscheibe 10. Die Silikatglasscheibe 10 mit beispielsweise einer Dicke von 4 mm zeigt im eingebauten Zustand vom Kraftfahrzeug nach außen. Eine PVB-Schicht 11 mit einer Dicke von 0,76 mm ist mit der Silikatglasscheibe 10 vereinigt. Auf die PVB-Schicht 11 folgt eine PET-Folie 12 mit 0,05 mm Dicke, eine Folie 13 aus dem Polymer Scotchdamp vom Typ ISD 112 mit 0,05 mm Dicke und eine PET-Folie 14 mit einer Dicke von 0,1 mm, auf welche auf ihrer freien Oberfläche eine abriebfeste Schicht 15 folgt. Wie bei der ersten beschriebenen Ausführungsform ist die PET-Folie 12 oder die PET-Folie 14 gegebenenfalls mit einer die Infrarotstrahlung reflektierenden Schicht versehen, beispielsweise einer Mehrfachsicht, die gemäß einem Vakuumverfahren aufgebracht wird und aus einer Silberfunktionsschicht besteht.

In dem in Fig. 3 gezeigten Diagramm wird die erfindungsgemäß erreichte Verbesserung der Schalldämpfung veranschaulicht. In diesem Diagramm ist die in dB angegebene Schalldämpfung in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt, und das bei einem üblichen Verbundglas (Kurve A) und für ein Verbundglas mit dem

unter Bezugnahme auf Fig. 1 (Kurve B) beschriebenen Aufbau. Die Messungen wurden an 80 x 50 cm flachen Verbundgläsern durchgeführt. Die Dicke der Silikatglasscheiben betrug in beiden Fällen 2,1 mm. Das Vergleichsmodell zeigt das Dämpfungsverhalten der Kurve A mit folgendem Aufbau: 2,1 mm Glas - 0,76 mm PVB - 2,1 mm Glas, während das erfindungsgemäße Modell folgenden Aufbau hatte: 2,1 mm Glas - 0,38 mm PVB - 0,05 mm PET - 0,05 mm Polyacryl - 0,05 mm PET - 0,38 mm PVB - 2,1 mm Glas.

Die Ergebnisse zeigen, dass im größten Teil des Frequenzspektrums der Dämpfungsgrad des erfindungsgemäß zu verwendenden Verbundglases größer als der des Vergleichsglases ist. Insbesondere sind die gemessenen Schalldämpfungsgrade im Bereich von etwa 200 bis 300 Hz und im Bereich der gemeinsamen Frequenz von etwa 3000 Hz, in denen die Dämpfungskurven der üblichen Verbundgläser die größten Täler aufweisen, deutlich höher, sodass insgesamt eine beträchtliche Verbesserung der Schalldämpfung erreicht wird.

### Patentansprüche

1. Verwendung zur Dämpfung von Schwingungen mit Festkörperursprung eines Verbundglases, das aus mindestens einer Glasscheibe und einer Zwischenfolie besteht, **dadurch gekennzeichnet, dass**

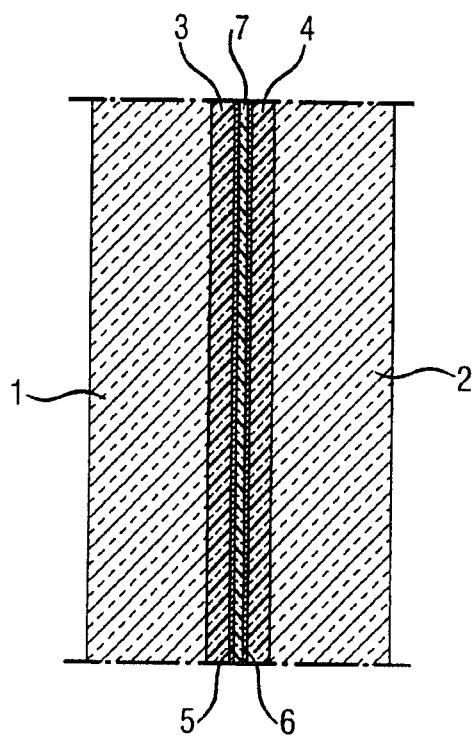
- die Zwischenfolie des Verbundglases einen Verlustfaktor  $\tan\delta$  von über 0,6 und einen Schubmodul  $G'$  von unter  $2 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$  in einem Temperaturbereich von 10 bis 60 °C und in einem Frequenzbereich von 50 bis 10 000 Hz aufweist, wobei die Messungen des Verlustfaktors und des Schubmoduls der Zwischenfolie mit einem Viskoanalysator des Typs Viskoanalysator unter den nachstehenden Messbedingungen durchgeführt werden:
  - sinusförmige Beanspruchung,
  - Doppelscherprobekörper, der aus zwei parallelepipedischen Rechtecken mit den Abmessungen
    - \* Dicke = 3,31 mm,
    - \* Breite = 10,38 mm,
    - \* Höhe = 6,44 mmbesteht,
  - dynamische Amplitude:  $\pm 5$  mm um die Ruheposition,
  - Frequenzbereich: 5 bis 700 Hz,
  - Temperaturbereich: -20 bis +60 °C,
- die Zwischenfolie mit mindestens einer Folie mit üblichen akustischen Eigenschaften verbunden ist,
- die Zwischenfolie eine Folie aus einem thermoplastischen Polyacryl (7, 13) mit einer Dicke von 0,05 bis 1,0 mm ist und diese Folie (7; 13) mit einer Glasscheibe (1, 2, 10) unter Einfügen einer insbesondere aus Po-



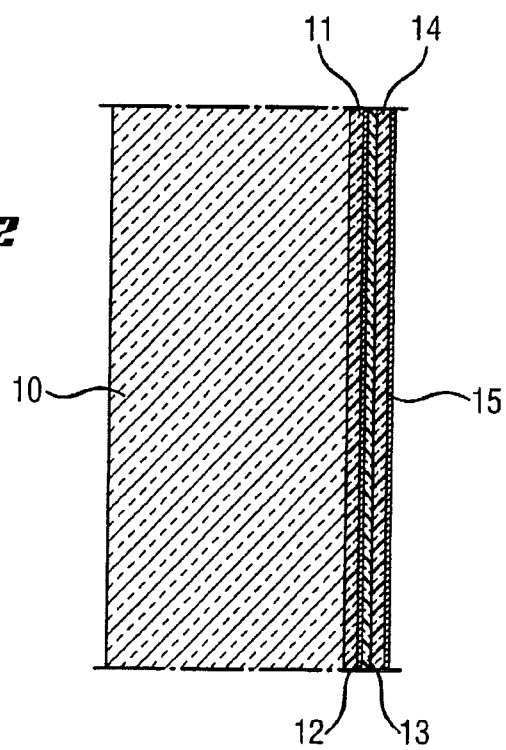
- lyethylenterephthalat bestehenden Polyesterfolie (5, 6; 12) mit einer Dicke von 0,01 bis 0,1 mm und einer thermoplastischen Haftfolie (3, 4, 11) mit einer Dicke von 0,3 bis 0,8 mm aus Polyvinylbutyral verbunden ist, wobei diese thermoplastische Haftfolie aus Polyvinylbutyral die Folie mit üblichen akustischen Eigenschaften bildet,
- die Folie aus einem thermoplastischen Polyacryl (7, 13) aus einem viskoelastischen Polymer aus Polyacryl ohne Weichmacher besteht, das einen Schubmodul  $G'$  von  $10^{4,5}$  Pa bei 60 °C bis  $10^{6,5}$  Pa bei 0 °C sowie einen Verlustfaktor  $\tan\delta$  von 0,8 bis 1 in einem Temperaturbereich von 0 bis 60 °C aufweist.
2. Verwendung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verglasung aus zwei Glasscheiben (1, 2) besteht, die jeweils mit der thermoplastischen Polyacrylfolie (7) über eine thermoplastische Haftfolie (3, 4) aus Polyvinylbutyral und eine Polyesterfolie (5, 6) verbunden sind.
3. Verwendung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verglasung eine Glasscheibe (10), eine thermoplastische Haftfolie (11) aus Polyvinylbutyral, eine Polyesterfolie (12), die zwischen der thermoplastischen Haftfolie (11) aus Polyvinylbutyral und der Polyacrylfolie (13) eingefügt ist, und eine Polyesterfolie (14), die auf der anderen Seite der Polyacrylfolie (13) angeordnet und auf der freien Seite mit einer abriebfesten Schicht (15) versehen ist, aufweist.
4. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine der Schichten des Verbundglases, insbesondere eine Polyethylenterephthalatfolie, mit einer

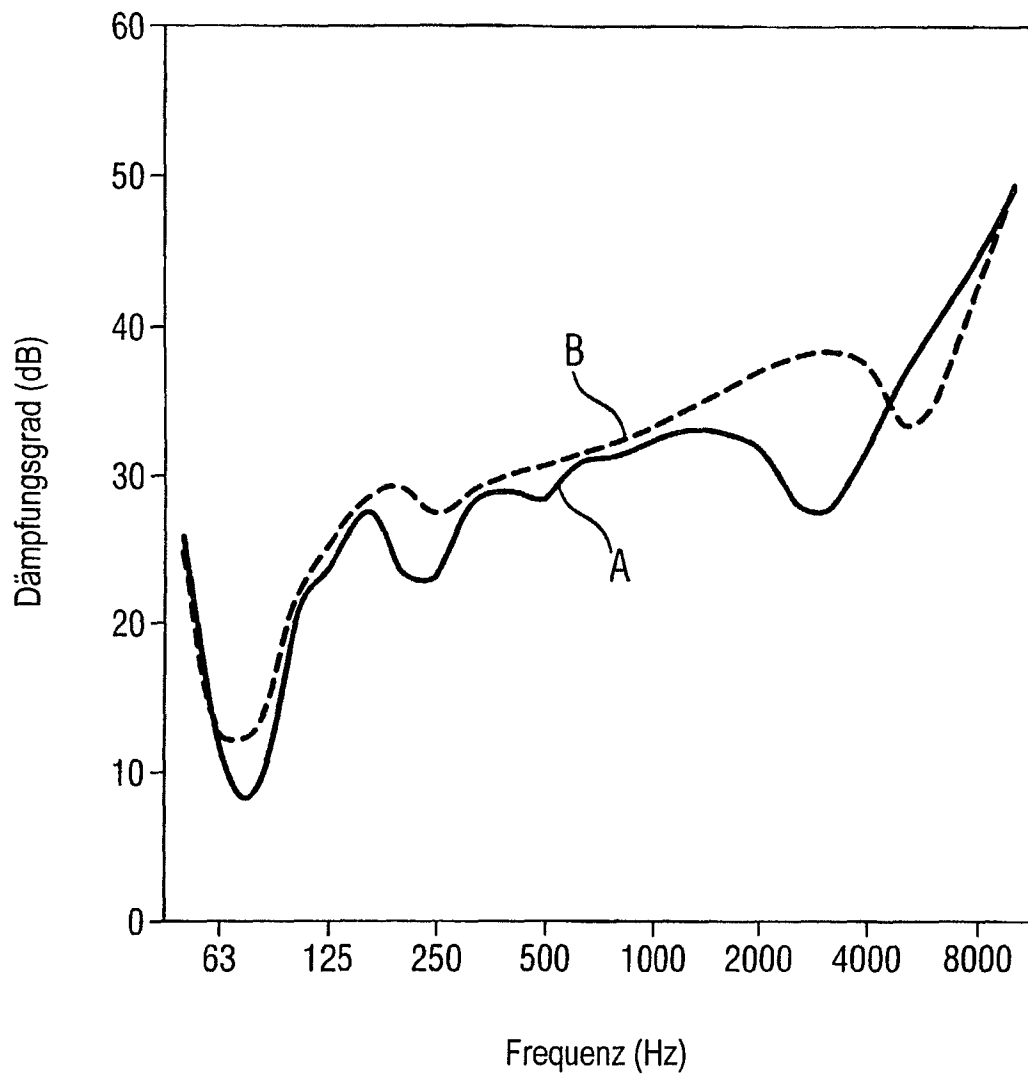
die Infrarotstrahlung reflektierenden Schicht versehen ist.

***Fig. 1***



***Fig. 2***





***Fig. 3***