

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50138/2019
(22) Anmeldetag: 21.02.2019
(45) Veröffentlicht am: 15.02.2020

(51) Int. Cl.: **B60R 19/22** (2006.01)
B60R 19/12 (2006.01)
B60R 19/18 (2006.01)
B62D 29/02 (2006.01)
B62D 29/04 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 10137028 A1
DE 102015106001 A1
EP 1857327 A2

(73) Patentinhaber:
Universität für Bodenkultur Wien
1180 Wien (AT)
Technische Universität Graz
8010 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Feist Florian Dr.
8010 Graz (AT)
Baumann Georg Dipl.Ing.
8010 Graz (AT)
Müller Ulrich Dr.
1180 Wien (AT)
Stadlmann Alexander Dipl.Ing.
1180 Wien (AT)
Kumpenza Cedou MSc.
1180 Wien (AT)

(74) Vertreter:
Weiser & Voith Patentanwälte Partnerschaft
1130 Wien (AT)

(54) **Aufprallschutz, insbesondere Seitenaufprallschutz für eine Fahrzeughür**

(57) Die Erfindung betrifft ein Aufprallelement (2), insbesondere ein Seitenaufprallschutzelement für eine Fahrzeugseitenstruktur, umfassend eine nichtmetallische Drucklage (6) und eine nichtmetallische Zuglage (7), die derart miteinander verbunden sind, dass zwischen ihnen ein Zwischenraum (8) ausgebildet ist, wobei im Zwischenraum (8) ein Füllmaterial (9) sowohl an der Drucklage (6) als auch an der Zuglage (7) anliegt, welches eine Querdrukfestigkeit aufweist, die geringer ist, bevorzugt zumindest 2-mal geringer, besonders bevorzugt zumindest 10- bis 20-mal geringer, als jene der Drucklage (6), und wobei ein Zugband (10) an der dem Zwischenraum (8) abgewandten Seite der Zuglage (7) angebracht und derart ausgebildet ist, dass es bei Durchbiegung des Aufprallelements (2) einer höheren Zugkraft widersteht als die belastete Druck- und Zuglage (6, 7).

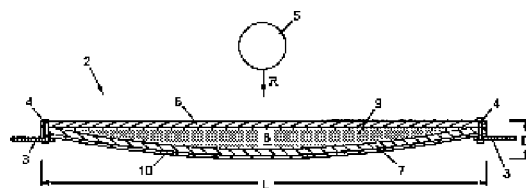


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Aufprallelement, insbesondere ein Seitenaufprallschutzelement für eine Fahrzeugseitenstruktur (mit oder ohne integrierte Türe). In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Aufprallschutzsystem, insbesondere einer Fahrzeugseitenstruktur, umfassend ein Aufprallelement und eine das Aufprallelement umgebende oder daran angrenzende Tragstruktur, die derart miteinander verbunden sind, dass die Tragstruktur ebenso Anteil an der Energieabsorption übernimmt.

[0002] Ein Aufprallelement für ein Fahrzeug besteht in der Regel aus Metall, insbesondere Stahl, und dient dazu, die Bewegungsenergie eines eindringenden Körpers in Verformungsenergie umzuwandeln bzw. auf die umgebende Fahrzeugseitenstruktur zu übertragen. Dazu muss das Aufprallelement genormten Anforderungen entsprechen, denn einerseits besteht bei einer übermäßigen Verformung des Aufprallelements eine unmittelbare Gefahr durch den eindringenden Körper für im Fahrzeug befindliche Personen und andererseits wirken bei einem unnachgiebigen Aufprallelement zu hohe Beschleunigungen auf die Insassen.

[0003] Üblicherweise wird ein Aufprallelement im Fahrzeugbau aus Metallformrohren oder Metallprofilen gefertigt. Durch das duktile Verhalten des Werkstoffs wirkt das Aufprallelement bei einer Kollision anfänglich als Biegeträger und später, bei größer werdenden Intrusionen, als Zugelement, das zwischen der umliegenden Tragstruktur einer Fahrzeugseitenstruktur gespannt ist. Ein Aufprallelement auf Metallbasis hat den Nachteil eines hohen Einsatzes an grauer Energie, was bei einer Lebenszyklusanalyse eine schlechtere Emissions-Bilanz (z.B. Kohlendioxid) erwarten lässt als ein Hybridelement, das vorrangig aus nachwachsenden Rohstoffen gefertigt wird.

[0004] Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ein Aufprallelement aus alternativen Materialien, vornehmlich nachwachsenden Rohstoffen, herzustellen, das die Anforderungen an ein herkömmliches Aufprallelement erfüllen kann.

[0005] Dieses Ziel wird in einem ersten Aspekt mit einem Aufprallelement, insbesondere einem Seitenaufprallschutzelement für eine Fahrzeugstruktur, z.B. einer Fahrzeugtür, erreicht. Das Aufprallelement wird erfindungsgemäß durch ein mehrschichtiges Hybridelement, das einem Sandwichelement entspricht, gebildet. Das Aufprallelement umfasst eine Drucklage und eine Zuglage, die derart miteinander verbunden sind, dass zwischen ihnen ein Zwischenraum ausgebildet ist.

[0006] Praktische Versuche haben ergeben, dass nichtmetallische Träger - z.B. aus Holz oder Kunststoff - vielfach nicht in der Lage sind, die bei einem Aufprall abzubauenende Bewegungsenergie eines auftreffenden Körpers in ausreichendem Maße in Verformungsenergie umzuwandeln bzw. auf die umgebende bzw. daran angrenzende Tragstruktur zu übertragen, da sie auf der dem Aufprall abgewandten Seite spröde entfestigen. Damit kann auch keine Zugwirkung in der Fahrzeugseitenstruktur entwickelt werden. Dieses Sandwichelement ist zusätzlich zumindest an seiner Zuglage auf der stoßabgewandten Seite durch ein hoch reißfestes und/oder dehnbares Material (Zugband) verstärkt. Ferner wird zwischen der Druck- und der Zuglage ein Füllmaterial in das Aufprallelement eingebracht, das eine geringere Querdruckfestigkeit als das Material der Druck- bzw. Zuglage aufweist. Dies bewirkt, dass das Füllmaterial beim Auftreffen eines Körpers auf die Drucklage nachgibt. Dadurch wird die anfänglich hohe Querschnittshöhe des Schichtaufbaus vermindert, was in der Folge auch zur Reduktion der ursprünglich hohen Biegesteifigkeit des Aufprallelements führt.

[0007] Das im Zwischenraum eingebrachte Füllmaterial liegt sowohl an der Drucklage als auch an der Zuglage an und weist eine Querdruckfestigkeit auf, die geringer ist, bevorzugt zumindest 5-mal geringer, besonders bevorzugt zumindest 10- bis 20-mal geringer, als jene der Drucklage. Das Füllmaterial kann aus porösen, schaumartigen oder wabenähnlichen Materialien bestehen, alternativ auch aus Röhren oder wellenförmigem Material.

[0008] Die Zuglage weist bevorzugt ähnliche mechanische Kennwerte auf wie die Drucklage.

Das auf der der Drucklage abgewandten Seite der Zuglage angebrachte Zugband ist zumindest an den Enden des Aufprallelements zugfest und optional auch schubfest mit diesem verbunden. Bevorzugt wird das Zugband mit der Zuglage über die ganze Länge verklebt.

[0009] Das Zugband ist derart ausgebildet, dass es bei Durchbiegung des Aufprallelements einer höheren Zugkraft widersteht als die bei der Durchbiegung belastete Druck- und Zuglage. Bei Aufprall eines Körpers auf das Aufprallelement unterliegt dieses einer Biegebelastung, da es in der Tragstruktur eingespannt ist. Durch diese Durchbiegung wirken auf die Drucklage, die Zuglage und das Zugband Zugkräfte. Dadurch, dass das Zugband bei Durchbiegung des Aufprallelements einer höheren Kraft (d.h. Zugkraft) widersteht, entfestigen zuerst die Druck- und die Zuglage, während das Zugband weiterhin Zugkräfte auf die Tragstruktur übertragen kann.

[0010] Das Zugband reißt somit auch nach dem Versagen der Zuglage nicht sofort, wodurch einerseits weiterhin Zugkräfte auf die Tragstruktur übertragen werden können und andererseits auch ein weiteres Eindringen des Körpers, z.B. in das Fahrzeuginnere, verhindert wird. Bei größeren Verformungen kommt es zu einem Anreißen der Druck- bzw. Zuglage an der dem Aufprall abgewandten Seite. Das Zugband unterbindet zumindest weitgehend ein Splintern der Zuglage und senkt dadurch ein mögliches Verletzungsrisiko.

[0011] Zusammen ergibt der hybride Sandwichtaufbau mit der Druck- und der Zuglage, dem Füllmaterial und dem Zugband ein Aufprallelement, das ohne Metallformrohre oder Metallprofile auskommt und dennoch dieselben Anforderungen erfüllen kann wie herkömmliche metallische Aufprallelemente. Dabei knickt das Aufprallelement insgesamt unter Belastung nicht ein wie metallische Träger, d.h. es kommt zu keiner Lokalisierung der Dehnungen/Deformationen. Entsprechend wird das zur Verfügung stehende Material in seinem Energieaufnahmevermögen gleichmäßiger ausgenutzt. Durch diesen hohen Ausnutzungsgrad des Energieaufnahmevermögens ergibt sich zu konventionellen Lösungen eine mögliche Gewichtsersparnis.

[0012] Bevorzugt weist das Zugband eine Dehnsteifigkeit auf, die gleich hoch oder höher ist, bevorzugt zumindest 2-mal höher, besonders bevorzugt 10- bis 20-mal höher, als jene der Zuglage. Das Zugband dient hierbei zusätzlich dazu, ein vorzeitiges Zugversagen der Druck- und Zuglage zu unterbinden. Wäre das Aufprallelement beispielsweise lediglich aus Holz, welches üblicherweise eine Bruchdehnung von 1,5%, eine relativ geringe Dehnsteifigkeit und einen E-Modul von etwa 10 bis 35 GPa aufweist, bräche das Aufprallelement rasch nach Eindringen des Körpers. Holz beispielsweise nimmt viel Verformungsenergie unter Druck auf, aber nur wenig unter Zugbelastungen. Die zusätzliche Aufgabe des Zugbandes ist es also, dass es anfänglich nicht zu einer Dehnung von über 1.5% und damit zu einer vorzeitigen spröden Entfestigung auf der Zugseite kommt.

[0013] Weiters bevorzugt ist das Zugband derart ausgebildet, dass es, ohne vollständig (in Folge von Zugbelastungen) zu entfestigen, einer Biegung einen geringeren Widerstand entgegengesetzt als die Zuglage, d.h., dass das Material des Zugbands derart gewählt ist, dass es eine geeignete Biegeverformbarkeit aufweist.

[0014] Das Zugband kann aus unterschiedlichen Materialien, z.B. aus hochreißfesten Textilien, Geweben oder dünnen Metallschichten, gefertigt werden und kann somit beispielsweise ein technisches Gewebe, ein Metallband oder ein Kunststoffband, bevorzugt ein faserverstärktes Kunststoffband, sein. Auch im beschriebenen Falle, bei dem die Druck- bzw. Zuglage aus Schichtholz oder vergleichbaren Materialien gefertigt sind, ist es vorteilhaft, wenn das Zugband eine Bruchdehnung von mindestens 10% aufweist, bevorzugt 20 - 35%, besonders bevorzugt 25 - 30%. Eine hohe Bruchdehnung des Zugbandes verhindert, dass das Zugband frühzeitig reißt. Gewebe aus synthetischen bzw. biobasierten Fasern eignen sich besonders gut als Zugband. Zugbänder aus Textilien bzw. Faserwerkstoffen tragen zu einem geringen Gesamtgewicht des Aufprallelements bei. Zugbänder mit vergleichbaren mechanischen Eigenschaften sowie auch solche aus metallischen Werkstoffen sollen hier aber nicht ausgeschlossen werden.

[0015] In vorteilhaften Ausführungsformen weisen die Druck- bzw. Zuglage in Längsrichtung des Aufprallelements einen E-Modul von 10 - 35 GPa, bevorzugt 14 - 18 GPa, und eine Zugfes-

tigkeit von 50 - 800 MPa, bevorzugt 80 - 180 MPa auf. Dies ergibt ein Aufprallelement, welches an konkrete Anforderungen individuell angepasst werden kann. In weiteren vorteilhaften Ausführungen weisen die Druck- und/oder Zuglage eine Rohdichte von weniger als 2000 kg/m³, bevorzugt 600 - 1000 kg/m³, auf. Dies führt dazu, dass der erfinderische Aufprallträger insgesamt ein besonders niedriges Gewicht hat.

[0016] In allen Ausführungsformen ist bevorzugt, dass die Druck- und/oder die Zuglage aus Werkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, z.B. Verbundwerkstoffen, welche optional faserverstärkt sind, gefertigt sind. Die Verwendung z.B. von Holz hat insbesondere den Vorteil, dass der Rohstoff günstig, CO₂-neutral und biologisch abbaubar ist. Bei dem Einsatz von Holz ist die Verwendung von Schichtholzelementen besonders vorteilhaft. Wenn Kunststoff bzw. optional faserverstärkte Verbundwerkstoffe für die Druck- bzw. Zuglage eingesetzt werden, können je nach Auswahl des Rohstoffs unterschiedliche Materialeigenschaften genutzt werden, was die Individualisierbarkeit erhöht und ein breites Spektrum möglicher Einsatzgebiete erlaubt. Abhängig von den gewählten Materialien kann auch damit ein leichtgewichtiges, CO₂-neutrales, biologisch abbaubares und/oder schadstoffarm thermisch verwertbares Aufprallelement geschaffen werden. Für das Füllmaterial zwischen der Druck- bzw. der Zuglage können unterschiedlich geordnete zellige (z.B. z.B. Waben), ungeordnete zellige (z.B. Schäume) oder andere Leichtbaumaterialien sowie Verbundwerkstoffe aus nachwachsenden, synthetischen Rohstoffen oder Kombinationen daraus eingesetzt werden. Auch Leichtbaustrukturen bzw. -materialien wie z.B. Aluminiumschaum oder Aluminiumwaben sollen hier nicht ausgeschlossen werden.

[0017] Der Aufbau des Aufprallelements kann angepasst an die jeweilige Gegebenheit (verfügbaren Bauraum etc.) unterschiedlich gestaltet sein, beispielsweise als Sandwichträger, bei der die Druck- und/oder die Zuglage jeweils auf der stoßabgewandten Seite durch ein Zugband verstärkt sind. Die Druck- bzw. Zuglage können im Wesentlichen gerade ausgeführt sein und das Füllmaterial mit einem konstanten bzw. gleichbleibenden Querschnitt in Längsrichtung des Aufprallelements zwischen der Druck- bzw. Zuglage eingebracht sein. Alle vier Komponenten sind hier beispielsweise vollflächig schubfest verklebt und/oder an beiden Enden des Aufprallelements durch jeweils eine Haltelasche fixiert, die der Befestigung an der Tragstruktur dient.

[0018] Bevorzugt ist die Drucklage jedoch im Wesentlichen gerade und die Zuglage gekrümmt, sodass sie zusammen einen Fischbauchträger bilden. Dies hat den Vorteil, dass einer frühzeitigen Delamination der Druck- bzw. Zuglage entgegengewirkt wird. Da der Zwischenraum zwischen der Druck- bzw. der Zuglage an den Enden des Aufprallelements kein wesentliches Biegemoment übernimmt, kann durch die Ausformung eines sogenannten Fischbauchträgers zusätzlich Masse eingespart werden. Weitere Bauformen umfassen auch bauchige Elemente, bei denen sowohl die Druck- als auch die Zuglage gewölbt ausgeführt sind, wodurch sich zwischen den Enden ein Zwischenraum bildet, der wiederum ausgefüllt wird.

[0019] In einer günstigen Variante weist das Füllmaterial eine Rohdichte von 5 - 200 kg/m³ auf, bevorzugt 40 - 60 kg/m³. Dies ergab in praktischen Versuchen in Kombination mit der genannten geringen Druckfestigkeit ein besonders gutes Verhalten beim Auftreffen eines Körpers auf den Aufprallelement. Beispielsweise lässt sich eine solche Dichte erzielen, indem das Füllmaterial aus aufgeschäumten Kunststoffen, z.B. PS, PP oder PVC, besteht. Solche synthetischen Füllmaterialien sind im Fahrzeugbau schon stark verbreitet, können flammgeschützt werden und sind einfach zu verarbeiten, sodass sie für den Einsatz im Aufprallelement besonders gut geeignet sind.

[0020] Vorteilhaft ist es, wenn alle Elemente des Aufprallelements aus biologischem oder biologisch abbaubarem Material gefertigt sind, da das Aufprallelement in diesem Fall ohne aufwändige Zerlegung in seiner Gesamtheit entsorgt werden kann.

[0021] In einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Aufprallschutzsystem, insbesondere einer Fahrzeugseitenstruktur, geschaffen, umfassend ein Aufprallelement und eine das Aufprallelement umgebende oder daran angrenzende Tragstruktur, wobei das Aufprallelement an seinen beiden Enden derart zugfest mit der Tragstruktur verbunden ist, dass im Aufprallträger auftretende Zugkräfte in die Tragstruktur eingeleitet werden.

[0022] Dabei ist die Fahrzeugseitenstruktur aus einem energiedissipierenden Material, vornehmlich Metall, gefertigt, das Aufprallelement hingegen ist aus mehreren Komponenten aufgebaut.

[0023] Bei Belastung des Aufprallelements wird dieses ab einer gewissen Durchbiegung nicht nur auf reine Biegung, sondern primär auf Zug belastet, wodurch dieses als Zugelement wirkt und damit Kräfte in die Tragstruktur einbringt. Die Verformung der Tragstruktur durch diese eingebrachten Zugkräfte führt zu einer zusätzlichen Energieaufnahme. Die zugfeste Verbindung des Aufprallelements mit der Tragstruktur erfolgt beispielsweise durch drehbare oder verformbare Gelenke. Im einfachsten Falle sind diese durch Laschen ausgeführt, die sich beim Durchbiegen des Aufprallelements auf Biegung verformen. Für die Einspannung sind aber auch weitere Ausführungsformen, z.B. mithilfe metallischer oder nicht-metallischer Materialien denkbar.

[0024] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in den beigeschlossenen Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

- [0025] Fig. 1 eine schematische Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Aufprallelements mit Anbindung an eine umliegende Tragstruktur;
- [0026] Fig. 2 eine Schnittansicht des Aufprallelements von Fig. 1 entlang der Schnittlinie A-A;
- [0027] Fig. 3 eine Schnittansicht des erfindungsgemäßen Aufprallelements mit alternativer Anbindung an eine Tragstruktur; und
- [0028] die Fig. 4a und 4b eine Schnittansicht des Aufprallelements von Fig. 1 entlang der Schnittlinie B-B jeweils vor (Fig. 4a) und nach (Fig. 4b) Aufprall eines Körpers.

[0029] Fig. 1 zeigt schematisch Teile einer (geschlossenen oder offenen) Tragstruktur 1, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, z.B. einer Fahrzeugseitentür. Um die Fahrzeuginsassen bei einer Kollision zu schützen, ist ein Aufprallelement 2 an seinen beiden Enden zugfest mit der Tragstruktur 1 verbunden, wodurch diese zusammen ein Aufprallschutzsystem bilden. Dazu ist das Aufprallelement 2 im dargestellten Beispiel mittels zweier Haltelaschen 3, d.h. jeweils einer Haltelasche 3 an jedem Ende des Aufprallelements 2, und Schrauben 4 (Fig. 2) an der Tragstruktur 1 montiert. Zugfest verbunden bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Verbindung derart vorgenommen wird, dass bei Aufprall eines Körpers 5 mit einer Bewegungsrichtung R (siehe Fig. 2) das Aufprallelement 2 Zugkräfte normal zur Bewegungsrichtung R auf die Tragstruktur 1 übertragen kann.

[0030] Allgemein kann das Aufprallelement 2 auch an anderen Stellen des Fahrzeugs angebracht werden, beispielsweise im Stoßstangenbereich oder als Unterfahrschutz seitlich oder am Heck bzw. an der Front von Fahrzeugen. Auch kann das Aufprallelement 2 beispielsweise bei Bahnen, Booten, Flugzeugen und sonstigen Fahrzeugen oder in unbeweglichen, kollisionsgefährdeten Strukturen wie Prellböcken, Leitplanken, Gebäudeteilen oder dergleichen eingesetzt werden.

[0031] Gemäß den Fig. 1 und 2 ist das Aufprallelement 2 stabförmig. Das Aufprallelement 2 hat eine Länge L, eine Breite B und eine Dicke D, welche parallel zur Bewegungsrichtung R des Körpers 5 gemessen wird, d.h. in jener Richtung, die beim Einbau des Aufprallelements 2 im Wesentlichen normal zur Tragstruktur 1 liegt. Stabförmig bedeutet, dass die Länge L mindestens dreimal, bevorzugt mindestens zehnmals, größer ist als die Dicke D und als die Breite B. Grundsätzlich sind auch weitere, beispielsweise flächige Ausführungen möglich. „Flächig“ bedeutet, dass die Breite B eine ähnliche Größe wie die Länge L aufweist.

[0032] Das Aufprallelement 2 weist eine Drucklage 6 und eine Zuglage 7 auf, die derart miteinander verbunden sind, dass zwischen ihnen ein Zwischenraum 8 ausgebildet ist. Die Verbindung der Druck- mit der Zuglage 6, 7 kann unmittelbar oder mittelbar erfolgen, d.h. mit oder ohne gegenseitige Berührung.

[0033] Der Zwischenraum 8 wird vollständig oder teilweise von einem Füllmaterial 9 ausgefüllt,

welches sowohl an der Drucklage 6 als auch an der Zuglage 7 anliegt und optional an diesen angebracht - insbesondere schubfest angebracht - ist. An der Zuglage 7 ist vorzugsweise an der der Drucklage 6 abgewandten Seite ein Zugband 10 angebracht. Das Anbringen erfolgt z.B. durch schubfestes Verkleben, Verschmelzen, Verschrauben, Vernieten bzw. Verklemmen. Verkleben kann dabei punktwise oder (voll-)flächig erfolgen. Schubfest bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die verbundenen Teile bei Krafteinwirkung nicht in einer Längsrichtung, d.h. parallel zur Länge L, gegeneinander frei verschoben werden können. Optional kann ein zusätzliches Zugband 10 auch an der der Zuglage 7 abgewandten Seite der Drucklage 6 angebracht, z.B. verklebt, sein (Fig. 4a).

[0034] Die Drucklage 6 und/oder die Zuglage 7 sind beispielsweise aus Holz und/oder Kunststoff gefertigt, optional als Verbund aus verschiedenen Materialien. Insbesondere können die Druck- und Zuglage 6, 7 aus Schichtholz, Furnierschichtholz, Holzverbundwerkstoff und/oder (faserverstärkten) Verbundwerkstoffen sein, um individuelle Anforderungen zu erfüllen.

[0035] Unter Durchbiegung des Aufprallelements 2 widersteht das Zugband 10 einer höheren Zugkraft als die belastete Druck- und Zuglage 6, 7. Dies führt dazu, dass nach dem Versagen der Druck- und Zuglage 7 weiterhin das Zugband 10 Zugkräfte aufnehmen und auf die Tragstruktur 1 übertragen kann.

[0036] Das Zugband 10 weist optional weiters eine Dehnsteifigkeit auf, die gleich hoch oder höher ist, bevorzugt zumindest 2-mal höher, besonders bevorzugt 10- bis 20-mal höher, als jene der Zuglage 7. Das Zugband 10 kann außerdem derart ausgebildet sein, dass es, ohne vollständig zu entfestigen, einer Biegung einen geringeren Widerstand entgegensetzt als die Zuglage 7, d.h. das Zugband 10 ist für den vorgesehenen Einsatz nicht zu spröde.

[0037] Bevorzugt bewirkt die ausreichende Dehnsteifigkeit des Zugbandes zusammen mit seiner Biegsamkeit, dass beim Auftreffen des Körpers 5 auf das Aufprallelement 2 ein vorzeitiges Versagen der Druck- bzw. Zuglage 6, 7 auf Zug verhindert wird, wodurch die sonst in der Druck- bzw. Zuglage 6, 7 zumindest teilweise auftretenden Zugspannungen in Druckspannungen umgewandelt werden. Die dabei auftretenden duktilen Druckverformungen in der Druck- bzw. Zuglage 6, 7 absorbieren Energie.

[0038] Das Zugband 10 verhindert darüber hinaus eine vollständige Entfestigung der Druck- bzw. Zuglage 6, 7 und damit auch ein Splintern des Materials in Richtung der Insassen des Fahrzeugs.

[0039] In einer Ausführungsform sind die Druck- und die Zuglage 6, 7 jeweils im Wesentlichen gerade, d.h. sie weisen keine Krümmung über die Länge L auf. In diesem Fall berühren die Druck- und die Zuglage 6, 7 einander nicht unmittelbar, sondern sind z.B. mittels des Füllmaterials 9 und/oder durch die Haltetaschen 3 und Schrauben 4 an ihren Enden mit einander verbunden. Gegebenenfalls kann die Verbindung auch durch - mittelbares - Verkleben oder andere Verbindungsmittel erfolgen.

[0040] In der dazu alternativen Ausführungsform der Fig. 2 ist nur die Drucklage 6 auf der der Zuglage zugewandten Seite gerade und die Zuglage 7 auf der gegenüberliegenden Seite konvex gekrümmt, d.h. gewölbt, wodurch das Aufprallelement 2 die Form eines Fischbauchträgers hat. Die Druck- bzw. Zuglage 6 und 7 können sich hierbei wie in Fig. 2 gezeigt an den Enden berühren und optional miteinander verbunden sein. Alternativ kann sich der Zwischenraum 8 auch über die ganze Länge L des Aufprallelements 2 erstrecken, wodurch die Druck- und die Zuglage 6 und 7 einander nicht unmittelbar berühren. In einer weiteren alternativen Ausführungsform ist sowohl die Drucklage 6 als auch die Zuglage 7 konvex - d.h. mittig voneinander weg - gekrümmt. Auch andere Ausgestaltungen sind möglich, z.B. sowohl die Druck- als auch die Zuglage 6, 7 sind konkav gekrümmt, nur die Drucklage 6 oder die Zuglage 7 konvex oder konkav gekrümmt etc. wie in Fig. 3 dargestellt.

[0041] Weiters erfolgt, wie in Fig. 3 versinnbildlicht, die Anbindung an die Tragstruktur 1 nicht zwingend über endseitige Haltetaschen 3 und Schrauben 4, sondern es kann gemäß diesem Beispiel die Tragstruktur 1 direkt in das Aufprallelement 2 oder umgekehrt das Aufprallelement

2 direkt in die Tragstruktur 1 integriert sein.

[0042] Die Druck- bzw. Zuglage 6, 7 haben optional in Längsrichtung des Aufprallelements 2 einen Elastizitätsmodul („E- Modul“) von 10 - 35 GPa, bevorzugt 14 - 18 GPa, und eine Zugfestigkeit von 50 - 800 MPa, bevorzugt 80 - 180 MPa. Die minimale Druckfestigkeit liegt beispielsweise bei 10 MPa und die minimale Schubfestigkeit bei 0,5 MPa. Je nach Einsatzgebiet kann jedoch von diesen Werten abgewichen werden. Die Druck- bzw. Zugfestigkeit bezeichnen die Widerstandsfähigkeit des Werkstoffs bei der Einwirkung von Druck- bzw. Zugkräften bezogen auf ihre Querschnittsfläche. Die Schubfestigkeit beschreibt die Widerstandsfähigkeit des Werkstoffs gegen Abscherung. Je nach gewähltem Material können die Druck- bzw. Zuglage 6, 7 anisotrope Eigenschaften aufweisen. Dabei sind optional die Druck- bzw. Zuglage 6, 7 derart ausgebildet, dass die Werte des E-Moduls, der Zug-, Druck- und Schubfestigkeit in Längsrichtung maximal sind. Bei Holz bzw. Schichtholz kann dies dadurch geschehen, dass die Faserichtung parallel zur Längsrichtung gewählt wird. In Querrichtung (d.h. in einer Richtung entlang der Dicke D) des Aufprallelements 2 reichen für viele Anwendungen z.B. ein E-Modul von 0,5 - 2,5 GPa, eine Zugfestigkeit von 5 - 15 MPa, eine Druckfestigkeit von 5 - 15 MPa und eine Schubfestigkeit von 1 - 10 MPa aus.

[0043] Das Zugband 10 kann aus jedem Material bestehen, das eine anforderungsgemäße Bruchdehnung aufweist und zudem bevorzugt reißfest ist, d.h. beispielsweise eine Bruchdehnung von mindestens 10% aufweist, bevorzugt 25 - 35%, besonders bevorzugt im Wesentlichen 30%. Beispielsweise ist das Zugband 0,5 bis 2 mm, bevorzugt 1 mm, dick und ist als Textil aus verwobenen synthetischen oder biobasierten Fäden, Filamenten, Garnen etc. gefertigt. So kann das Zugband 10 aus einem Material gefertigt werden, wie es für die Verwendung von Fahrzeug-Sicherheitsgurten zum Einsatz kommt. Bessere Verklebungseigenschaften können allerdings mit anderen synthetischen oder natürlichen Fasergeweben mit vergleichbaren mechanischen Eigenschaften erzielt werden. Auch andere Fasermaterialien und Materialien (z.B. Metalle), die in ihrer Dehnfähigkeit, Steifigkeit und Reißfestigkeit den Anforderungen genügen, sollen hier nicht ausgeschlossen werden. Die Dehnfähigkeit des Gewebes kann neben den mechanischen Eigenschaften der Fäden, Filamente, Garne, etc. durch Aufbau (d.h. unterschiedliche Anteile in Kette- und Schuss-Richtung) und Orientierung beeinflusst werden. Dabei kann es mit der Wahl eines geeigneten Klebemittels, mit dem das Zugband 10 auf die Zuglage 7 aufgeklebt wird, zu einer gewünschten Verstreckung des Gewebes kommen. Damit nimmt die Steifigkeit mit zunehmender Dehnung des Gewebes zu, wodurch die Eigenschaften des Zugbandes 10 in ihrer oben beschriebenen Funktion positiv beeinflusst werden.

[0044] Um beim Aufprallelement 2 eine möglichst geringe Masse in Kombination mit einer hohen Biegesteifigkeit zu erzielen, weisen die Druck- bzw. die Zuglage 6, 7 eine Rohdichte von z.B. weniger als 2000 kg/m³, bevorzugt 600 - 1000 kg/m³, auf. Das Füllmaterial 9 ist dagegen niedrigdicht, d.h. es weist eine Rohdichte von 5 bis 200 kg/m³ auf, beispielsweise zwischen 40 und 60 kg/m³.

[0045] Das Füllmaterial 9 hat ferner eine Druckfestigkeit, die geringer ist als jene der Druck- bzw. Zuglage 6, 7, insbesondere der Drucklage 6. Beispielsweise ist die Querdrukfestigkeit zumindest 5-mal geringer oder sogar auch 10- bis 20-mal geringer als jene der Druck- bzw. Zuglage 6, 7, insbesondere der Drucklage 6 (in Querrichtung).

[0046] In den Fig. 4a und 4b ist eine Schnittansicht des Aufprallelements 2 von Fig. 1 entlang der Schnitlinie B-B dargestellt. Es ist ein Wirkungsprinzip des Aufprallelements 2 schematisch aufgezeigt, welches nachfolgend beschrieben ist.

[0047] Das Füllmaterial 9 hat den Zweck eines Abstandhalters zwischen der Druck- und der Zuglage 6, 7, um dem Aufprallelement 2 zu Beginn ein hohes Flächenträgheitsmoment und Widerstandsmoment zu verleihen. Durch die durch den Aufprall des Körpers 5 einwirkende Querkraft und die geringe Querdrukfestigkeit des Füllmaterials 9 wird dieses komprimiert und fallweise abgescher, wodurch das Aufprallelement 2 quer zur Belastungsrichtung kollabiert und sich durch das drastisch reduzierte Flächenträgheitsmoment des Aufprallelements 2 eine deutlich reduzierte Biegesteifigkeit ergibt. Zu diesem Zweck soll das Füllmaterial 9 auf Schub-

und/oder Querdruck nachgeben und hat dazu z.B. eine Druckfestigkeit von 0,2 - 1 MPa, einen E-Modul von 0,005 - 0,1 GPa und eine Schubfestigkeit von 0,1 - 1 MPa. In diesem Beispiel weist die Drucklage 6 in Querrichtung eine Druckfestigkeit von 5 - 20 MPa auf.

[0048] Als Füllmaterial 9 wird deshalb optional ein zelliges oder geschäumtes biobasiertes oder synthetisches Material eingesetzt, z.B. ein Festschaum wie PP oder PVC-Schaum. Generell können eine Vielzahl verschiedener synthetischer, insbesondere geordnete und ungeordnete zellige Werkstoffe und Strukturen biologischen oder synthetischen Ursprungs als Füllmaterial 9 herangezogen werden. Beispiele hierfür sind z.B. PU-Schaum, Balsaholz, Schwämme oder Honeycomb. Bei weiteren Varianten des Aufprallelements 2 ist der Raum zwischen der Druck- und der Zuglage 6, 7 mit röhrenförmigem oder wellenförmigem Material ausgefüllt. Durch die starke Verformung unter Querdruck erfüllen diese Materialien eine ähnliche Funktion wie die beschriebenen Füllmaterialien 9.

[0049] Ein beispielhaftes Aufprallelement 2 hat dabei die Materialeigenschaften der folgenden Tabellen 1 und 2:

	Drucklage 6 (in Längsrichtung)	Zuglage 7 (in Längsrichtung)	Drucklage 6 (in Querrichtung)	Zuglage 7 (in Querrichtung)
E-Modul	16 GPa	11,4 GPa	1,1 GPa	0,68 GPa
Zugfestigkeit	150 MPa	160 MPa	10,5 MPa	40 MPa
Druckfestigkeit	65 MPa	55 MPa	11 MPa	10 MPa
Schubfestigkeit	10 MPa	10 MPa	4 MPa	3 MPa

Tabelle 1

	Füllmaterial 9
E-Modul	0,01 GPa
Druckfestigkeit	0,6 MPa
Schubfestigkeit	0,3 MPa

Tabelle 2

[0050] Eine Massenfertigung des Aufprallelements 2 kann beispielsweise wie folgt erzielt werden: Drei Platten, jeweils eine für die Drucklage 6, das Füllmaterial 9 und die Zuglage 7, sowie ein Textil für das Zugband 10 werden bereitgestellt, schichtweise miteinander verbunden, z.B. verklebt, und in Streifen geschnitten, sodass jeder Streifen ein Aufprallelement 2 ergibt.

[0051] Die Grundstruktur des Aufprallelements 2 wird durch die beiden nichtmetallischen Lagen 6, 7, die Drucklage 6 und die Zuglage 7, vorgegeben. Die gegenüber der Drucklage 6 geringere Quer-Druckfestigkeit des Füllmaterials 9 bewirkt, dass nach Auftreffen eines Körpers 5 auf die Drucklage 6 das Füllmaterial 9 nachgibt. Dadurch wird das eingangs hohe Flächenträgheitsmoment des Aufprallelements 2 vermindert, was in der Folge auch zur Reduktion der ursprünglich hohen Biegesteifigkeit des Aufprallelements 2 führt.

[0052] Das Zugband 10 dient dazu, ein vorzeitiges Entfestigen der nichtmetallischen Zuglage 7 zu unterbinden. Wäre die Zuglage 7 beispielsweise lediglich aus Holz, welches üblicherweise eine Bruchdehnung von 1,5% und eine relativ geringe Dehnsteifigkeit aufweist, brähe die Zuglage 7 rasch nach Eindringen des Körpers 5. Das Zugband 10 jedoch wandelt bevorzugt aufgrund seiner gegenüber der Zuglage 7 höheren Dehnsteifigkeit die in der Zuglage 7 andernfalls auftretenden Zugkräfte teilweise in Druckkräfte um.

[0053] Zusammen ergeben die Drucklage 6, die Zuglage 7, das Füllmaterial 9 und das Zugband 10 ein Aufprallelement 2, der ohne Metallformrohre oder Metallprofile auskommt und dennoch dieselben Anforderungen erfüllen kann.

[0054] Die Erfindung ist demgemäß nicht auf die dargestellten Ausführungsformen beschränkt, sondern umfasst alle Varianten, Kombinationen und Modifikationen, die in den Rahmen der angeschlossenen Ansprüche fallen.

Patentansprüche

1. Aufprallelement, insbesondere Seitenaufprallschutzelement für eine Fahrzeugseitenstruktur, umfassend eine nichtmetallische Drucklage (6) und eine nichtmetallische Zuglage (7), die derart miteinander verbunden sind, dass zwischen ihnen ein Zwischenraum (8) ausgebildet ist,

wobei im Zwischenraum (8) ein Füllmaterial (9) sowohl an der Drucklage (6) als auch an der Zuglage (7) anliegt, welches eine Querdrukfestigkeit aufweist, die geringer ist, bevorzugt zumindest 5-mal geringer, besonders bevorzugt zumindest 10- bis 20-mal geringer, als jene des Drucklage (6), **dadurch gekennzeichnet**, dass

ein Zugband (10) an der dem Zwischenraum (8) abgewandten Seite der Zuglage (7) angebracht und derart ausgebildet ist, dass es bei Durchbiegung des Aufprallelements (2) einer höheren Zugkraft widersteht als die belastete Druck- und Zuglage (6, 7).
2. Aufprallelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zugband (10) derart ausgebildet ist, dass es, ohne vollständig zu entfestigen, einer Biegung einen geringeren Widerstand entgegensetzt als die Zuglage (7).
3. Aufprallelement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druck- und die Zuglage (6, 7) in Längsrichtung des Aufprallelements (2) einen E-Modul von 10 - 35 GPa, bevorzugt 14 - 18 GPa, und eine Zugfestigkeit von 50 - 800 MPa, bevorzugt 80 - 180 MPa, aufweisen.
4. Aufprallelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druck- und die Zuglage (6, 7) eine Rohdichte von weniger als 2000 kg/m³, bevorzugt 600 - 1000 kg/m³, aufweisen.
5. Aufprallelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drucklage (6) und die Zuglage (7) aus Holz und/oder Kunststoff, bevorzugt faserverstärktem Kunststoff, gefertigt sind.
6. Aufprallelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drucklage (6) und die Zuglage (7) aus Schichtholz, Furnierschichtholz, Holzverbundwerkstoff, faserverstärkten Verbundwerkstoffen und/oder Kunststoffen gefertigt sind.
7. Aufprallelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zuglage (7) gewölbt und die Drucklage (6) im Wesentlichen gerade oder gewölbt ist, so dass sie zusammen einen Fischbauchträger bilden.
8. Aufprallelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zugband (10) eine Dehnsteifigkeit aufweist, die gleich hoch oder höher ist, bevorzugt zumindest 2-mal höher, besonders bevorzugt 10- bis 20-mal höher, als jene der Zuglage (7).
9. Aufprallelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zugband (10) eine Bruchdehnung von mindestens 10% aufweist, bevorzugt 20 - 35%, besonders bevorzugt 25 - 30%.
10. Aufprallelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zugband (10) ein technisches Gewebe, ein Metallband oder ein Kunststoffband, bevorzugt ein faserverstärktes Kunststoffband, ist.
11. Aufprallelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Füllmaterial (9) eine Rohdichte von 5 - 200 kg/m³ aufweist, bevorzugt 40 - 60 kg/m³.
12. Aufprallelement nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Füllmaterial (9) ein natürlicher oder synthetischer schaumartiger oder zelliger Werkstoff ist.

13. Aufprallschutzsystem (1), insbesondere einer Fahrzeugseitenstruktur, umfassend ein Aufprallelement (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 und eine das Aufprallelement (2) umgebende oder daran angrenzende Tragstruktur, wobei das Aufprallelement (2) an seinen beiden Enden derart zugfest mit der Tragstruktur (1) verbunden ist, dass im Aufprallträger (2) auftretende Zugkräfte in die Tragstruktur (1) eingeleitet werden.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

1/2

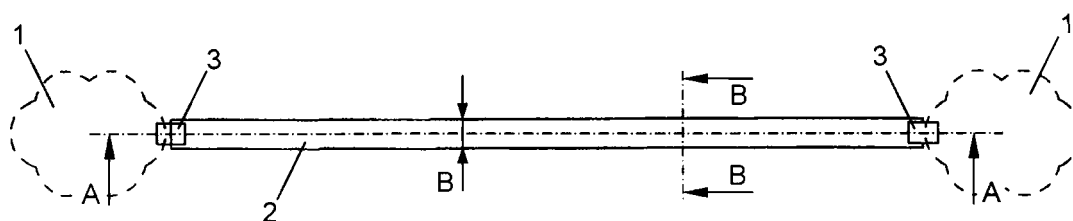


Fig. 1

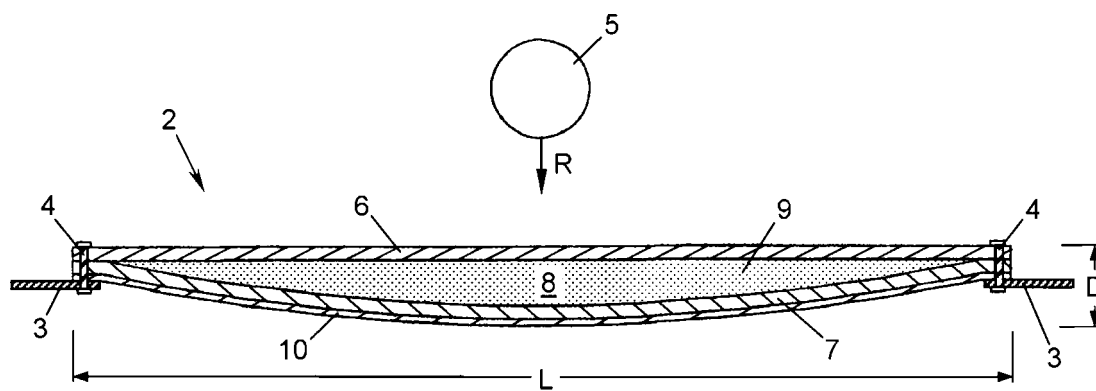


Fig. 2

2/2

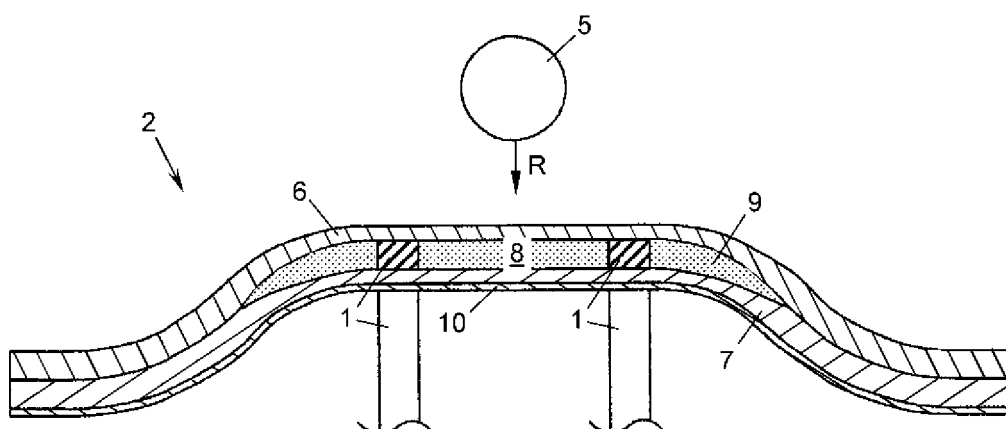


Fig. 3

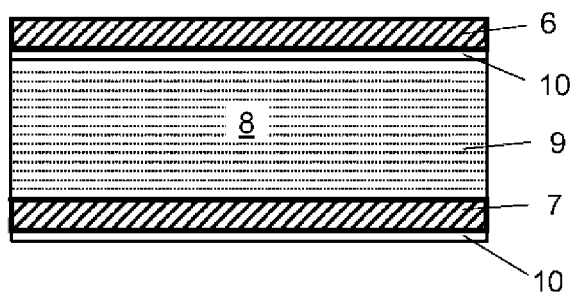


Fig. 4a

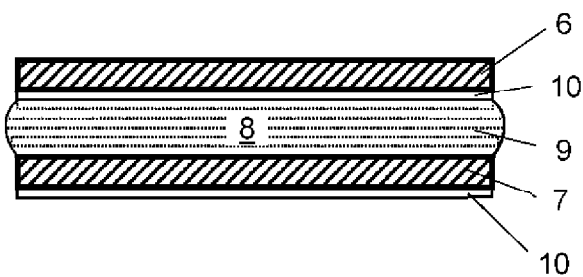


Fig. 4b