



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 02160/97

22 Anmeldungsdatum: 12.09.1997

30 Priorität: 23.04.1997 AT GM 247/97

24 Patent erteilt: 15.04.2002

45 Patentschrift
veröffentlicht: 15.04.2002

73 Inhaber:
Protteolith Baustoffe Liebenfels GmbH,
Protteolithstrasse 1, 9556 Liebenfels (AT)

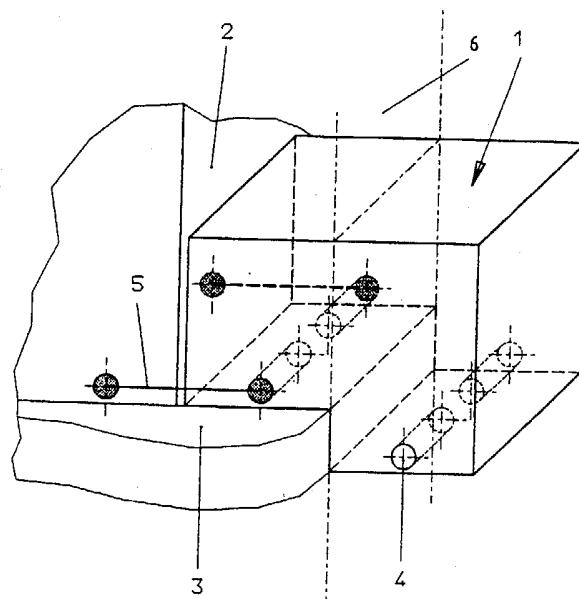
72 Erfinder:
Dr. Hermann Steffan,
Institut für Mechanik, Kopernikusgasse 24,
8010 Graz (AT)

74 Vertreter:
Troesch Scheidegger Werner AG, Siewerdstrasse 95,
Postfach, 8050 Zürich (CH)

54 Anpralldämpfer aus Leichtbeton.

57 Ein Aufpralldämpfer (1), der vor einem Hindernis (2) an einer Verkehrsfläche anzuordnen ist, besteht aus Beton mit einem Leichtzuschlagstoff in Form von Teilchen aus geschäumtem Kunststoff, z.B. Polystyrol. Der Aufpralldämpfer (1) weist Bereiche unterschiedlicher Rohdichte auf, wobei der dem Hindernis zugekehrte Abschnitt des Aufpralldämpfers eine höhere Rohdichte, z.B. 280 kg/m³ aufweist, als der an der Aufprallseite liegende, vom Hindernis (2) abgewandte Abschnitt mit einer Rohdichte von z.B. 170 kg/m³.

Bei einem Frontalanprall mit ca. 80 km/h und mit 100% Überdeckung können mit dem erfindungsgemässen Aufpralldämpfer Werte erreicht werden, die etwa einem Frontalaufprall mit etwa 40 km/h mit 100% Überdeckung gegen eine starre Barriere entsprechen.



Beschreibung

Die Erfindung hat einen Anpralldämpfer aus Leichtbeton nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, der im Falle eines Fahrzeuganpralls definiert Energie aufnimmt bzw. vernichtet, zum Gegenstand.

Die beste Variante für einen sicheren Strassenraum wäre, alle Hindernisse zu entfernen, um den Fahrzeuglenkern, falls sie in Gefahrensituationen kommen, genügend Auslaufzonen zu bieten. Da jedoch eine derartige Strassenführung häufig nicht zu realisieren ist, wäre eine weitere Schutzmassnahme, alle Hindernisse mit definierten Bruchstellen zu versehen, damit sie beim Anprall nachgeben und das Fahrzeug nicht auf einem sehr kurzen Weg zum Stillstand gebracht wird. Da auch diese Massnahme nur begrenzt zu verwirklichen ist, bleibt als letzte Möglichkeit, die Hindernisse entsprechend zu gestalten, damit auch sie zur Energievernichtung beitragen. Dadurch kann das Fahrzeug gezielt verzögert werden und die Belastung auf das Fahrzeug und somit auch auf die Insassen kann reduziert werden.

Die auf einen Insassen beim Frontanprall wirkenden Belastungen sind von der Masse des Insassen und die auf diese Masse wirkenden Verzögerungen, und diese wiederum von der Geschwindigkeitsänderung und dem Weg, abhängig. Da die Masse der Insassen und die Anprallgeschwindigkeit nicht oder nur bedingt beeinflussbar sind, bleibt als einziger beeinflussbarer Parameter für die Insassensicherheit der für die Geschwindigkeitsänderung zur Verfügung stehende Weg. Durch den Einsatz von Anpralldämpfern wird der Deformationsweg verlängert und die Beschleunigungsbelastung auf die Fahrgastzelle und somit auf die Insassen reduziert. Ein optimales Verhalten bei einem Anprall eines Fahrzeuges gegen ein Hindernis wird erreicht, wenn die kinetische Energie vollkommen durch die Deformation des Fahrzeugvorbau und der Anprallbarriere verbraucht wird und keine Deformationen der Fahrgastzelle auftreten.

Um das Umsetzen der kinetischen Energie in Verformungsenergie richtig einschätzen zu können, muss das Zusammenwirken aller Fahrzeugelemente untereinander berücksichtigt werden. Den Ablauf eines frontalen Aufpralls mit vorne liegendem Motor kann man dabei in drei Phasen unterteilen.

Zunächst werden die Stossfängerkonstruktion und der Längsträger vor dem Aggregat erfasst. Dabei setzt ein regelmässiges Faltenbeulen mit hohem Energieverzehr im Träger ein. Diese Phase ist beendet, wenn der Motor an der Batterie anliegt.

Nun wird die Struktur zwischen Aggregat und Fahrgastzelle, im Wesentlichen die Längsträger mit Radkästen und Tunnel, weiter zusammengeschoben. Aufgrund der Exzentrizitäten versagen die Bauteile in der Regel durch Biegemechanismen, wobei es zu dem typischen Abknicken der Frontstruktur durch die vertikale Bewegung des Motors an den hinteren Lagerpunkten kommt.

Schliesslich setzt die letzte Phase ein, wenn sich die Fahrgastzelle an den Motor anlegt. Da die Zelle aus Gründen der passiven Sicherheit sehr steif aus-

gelegt ist, wird die restliche Energie durch die Spritzwand, die wie eine Membran wirkt, und durch Faltenbildung im Bodenblech bis zum ersten Sitzbankquerträger aufgenommen.

Wenn man die Deformationen im Detail und einzelne Sektoren der Fahrzeugstruktur betrachtet, kommt man zum Ergebnis, dass in der ersten Aufprallphase vor allem die Längsträger belastet werden und in einer zweiten Phase die grösste Belastung auf die Spritzwand wirkt. Daraus ist ersichtlich, dass in dieser Phase des Aufpralls das Verformungsverhalten der Strukturkomponenten, die in Kontakt mit dem Motor kommen, den Verzögerungsverlauf bestimmt.

Betrachtet man die von den einzelnen Komponenten absorbierte Energie, so stellt man fest, dass ca. 50% der Aufprallenergie durch die Längsträger absorbiert werden und die andere Hälfte der Aufprallenergie über die Spritzwand und die Bodenplatte absorbiert wird.

Der Anpralldämpfer wird im Falle eines Anpralls eines Fahrzeuges deformiert, noch bevor wesentliche Strukturteile des Fahrzeuges zerstört sind. Entscheidend ist die Eigenschaft, Energie zu absorbieren, ohne dass die Höchstspannung bzw. die höchste Beschleunigung eine Obergrenze überschreitet, bei der Schäden oder Verletzungen eintreten. Ein weiterer Vorteil ist, dass die absorbierte Energie zum grössten Teil in plastische Verformungsenergie umgewandelt wird, um eine kontrollierte Stossenergieabsorption ohne Rückprall zu erreichen.

Das erfindungsgemässe Anprallelement kann aus einer Mischung aus Körnern aus geschäumtem Kunststoff, insbesondere Polystyrolschaum und Zement, bestehen, wobei über das Mischungsverhältnis der beiden Komponenten die Eigenschaften verändert bzw. angepasst werden können. Es können verschiedene Rohdichten verwendet werden, was zugleich verschiedene Mischungsverhältnisse Beton und Kunstschaumstoffteilchen bedeutet. Ein grösserer Betrag der Rohdichte bedeutet einen grösseren Mischungsanteil Beton, je niedriger die Rohdichte, umso «weicher» ist das fertige Material. Es können auch Elemente mit verschiedenen Dichten kombiniert werden, um einen progressiven Kraftverlauf zu bewirken.

Durch entsprechende Vorgaben durch den Gesetzgeber wurden die Rückhaltesysteme der Fahrzeuge in den letzten Jahren stark verbessert und durch die vorgeschriebenen Crashtests für den Frontalanprall mit 50 km/h optimiert. Durch den Einsatz von Anprallbarrieren kommt man auf ähnliche Belastungen bei bedeutend höheren Anprallgeschwindigkeiten. Dadurch kann man mit grosser Wahrscheinlichkeit rechnen, dass der Insasse den Anprall überlebt.

Bei dem erfindungsgemässen Anpralldämpfer handelt es sich um eine passive Sicherheitsmassnahme im Bereich des Strassenraumes. Die Anprallbarriere dient dazu, Unfallstellen sicherer gestalten zu können und starre Hindernisse im Bereich des Strassenrandes zu entschärfen. Durch die Eigenschaft des Materials kann jede beliebige Geometrie geformt und abgedeckt und durch entspre-

chende Zusammenstellung der Anprallbarriere auf die kritischen Anprallgeschwindigkeiten eingegangen werden.

Nachstehend werden Ausführungsbeispiele erläutert, wobei auf die Zeichnung, in der ein Ausführungsbeispiel schematisch gezeigt ist, Bezug genommen wird.

Ein erfindungsgemässer Aufpralldämpfer 1 ist ein im Wesentlichen monolithischer Körper aus Leichtbeton (Gemisch aus Beton und Leichtzuschlagstoff in Form von Teilchen aus geschäumtem Kunststoff, insbesondere geschäumtem Polystyrol). Wie noch beschrieben werden wird und bereits oben angedeutet wurde, kann der Aufpralldämpfer Bereiche mit unterschiedlicher Dichte aufweisen. Aus der Zeichnung ist auch ersichtlich, dass der Aufpralldämpfer 1 an wenigstens einer Aussenfläche an das Hindernis, im gezeigten Beispiel eine Wand 2, angepasst geformt sein kann. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist die untere Seite des Aufpralldämpfers 1 gestuft ausgebildet, sodass er über eine im Anschluss an die Wand 2 vorgesehene Stufe 3 weitestgehend formschlüssig aufgesetzt werden kann. Im Bereich der Unterseite des Aufpralldämpfers können in ihm Hohlräume vorgesehen sein. Die nach Art von Bohrlöchern ausgeführten Hohlräume 4 dienen einerseits dazu, Stäbe aufzunehmen, um Hebezeuge ansetzen zu können, wenn der Aufpralldämpfer versetzt wird, und andererseits dazu, den Aufpralldämpfer 1 mithilfe von Verankerungen 5 am Bauteil zu verankern. In der Zeichnung ist der Aufpralldämpfer 1 nach einer Ebene 6, die im Wesentlichen quer zur erwartenden Aufprallrichtung eines Fahrzeuges verläuft (in der Zeichnung durch strichliert punktierte Linien angedeutet), in Abschnitte unterschiedlicher Dichte unterteilt. Die Ebene 6 muss nicht, wie im Beispiel gezeigt, in der Mitte des Aufpralldämpfers 1 liegen, sie kann auch aus der Mitte zur vorderen oder hinteren Stirnfläche des Aufpralldämpfers 1 hin versetzt sein.

Nachstehend werden Ausführungsbeispiele für erfindungsgemässe Aufpralldämpfer und deren Wirkungen beschrieben.

Beispiel 1:

Ein Aufpralldämpfer mit den Aussenabmessungen $180 \times 80 \times 160$ cm besteht aus zwei Teilen zu je $180 \times 80 \times 80$ cm, wobei die vordere Hälfte (entlang der Aufprallrichtung gesehen) aus Leichtbeton mit einer Rohdichte von 170 kg/m^3 und die von der Aufprallseite abgekehrte Hälfte aus Leichtbeton mit einer Rohdichte von 280 kg/m^3 besteht. Die unterschiedlichen Rohdichten der beiden Hälften wurden dadurch erreicht, dass die Menge an Zuschlagstoffen von Teilchen aus geschäumtem Polystyrol verändert wurde, wobei eine höhere Rohdichte einen grösseren Mischungsanteil Beton bedeutet. Je geringer die Rohdichte, umso «weicher» ist der Leichtbeton.

Beispiel 2:

Ein Aufpralldämpfer mit den Abmessungen $180 \times$

80×160 cm besteht durchgehend aus Leichtbeton mit einer Dichte von 190 kg/m^3 .

Beispiel 3:

Ein Aufpralldämpfer mit den Abmessungen $180 \times 80 \times 160$ cm besteht aus zwei Hälften, wobei die vordere Hälfte aus Leichtbeton mit einer Dichte von 190 kg/m^3 und die hintere Hälfte aus Leichtbeton mit einer Rohdichte von 330 kg/m^3 besteht.

Mit den beschriebenen Aufpralldämpfern der Beispiele 1 bis 3 wurden bei Aufprallversuchen (Crash-tests) die nachstehend beschriebenen Ergebnisse erzielt.

Ein Fahrzeug der Type Ford Escort prallt mit 81 km/h mit 100% Überdeckung frontal in den in Beispiel 1 beschriebenen Aufpralldämpfer. Bei diesem Aufprall beträgt die mittlere Verzögerung 168 m/sek^2 über einen Zeitraum von 140 ms . Der maximale Verzögerungswert ist 30 g . Der Vorbau des Fahrzeuges wird um etwa 20 cm verkürzt. Die Verformungen reichen bis zur A-Säule, der Radstand wird links um 9 cm , rechts um 15 cm verkürzt. Die Fahrgastzelle bleibt intakt, wodurch das Verletzungsrisiko für die Fahrzeuginsassen hauptsächlich durch die Beschleunigungsbelastung entsteht.

Versuch 2:

Ein Fahrzeug der Type Ford Escort prallt mit $94,5 \text{ km/h}$ mit voller Verdeckung gegen einen Aufpralldämpfer gemäss Beispiel 2. Die durchschnittliche Verzögerung während einer Zeit von 195 ms beträgt 136 m/sek^2 . Der Maximalwert der Beschleunigung ist 28 g . Der Vorbau des Fahrzeuges wird um ca. 30 cm verformt, die Vorderachse wird um 10 cm nach hinten verschoben. Die Fahrgastzelle bleibt intakt, sodass kein Verletzungsrisiko durch Intrusionen besteht.

Versuch 3:

Ein Fahrzeug der Type Ford Escort prallt mit $96,5 \text{ km/h}$ mit 50% Überdeckung fahrerseitig in einen Aufpralldämpfer gemäss Beispiel 3. Der aufprallseitige Abschnitt des Aufpralldämpfers von Beispiel 3 mit einer Rohdichte von 190 kg/m^3 wird vollständig verbraucht, die andere Seite bleibt nahezu unverformt. Nachdem der vordere Abschnitt der Aufpralldämpfer verbraucht ist, hebt das Heck des Fahrzeuges vom Boden ab, das Fahrzeug macht eine 90° -Rechtsdrehung und kommt etwa 1 m nach rechts und $1,5 \text{ m}$ nach hinten versetzt zum Stillstand.

Auf der Aufprallseite des Fahrzeuges kommt es zu massiven Verformungen, wobei die in Fahrtrichtung linke Seite bis zur A-Säule zerstört und die Fahrzeugschürze so stark verbogen wird, dass sie nicht mehr geöffnet werden kann. Das Dach verwölbt sich und die A-Säule knickt ein. Der Fahrgastraum ist verhältnismässig stark eingeschränkt, das Lenkrad und die Pedale werden nach innen verschoben. Der gesamte Vorbau ist nach links verbogen, die Vorderachse wird auf der Fahrerseite um 54 cm

nach hinten verschoben, die Beifahrerseite wird auf Zug beansprucht. Der Abstand zwischen Vorder- und Hinterrad vergrössert sich dort um 5 cm.

Bei einem Frontalanprall mit 100% Überdeckung liefern sowohl die Aufpralldämpfer der Beispiele 1 und 2 gute Ergebnisse, wobei allerdings die hintere Hälfte des Aufpralldämpfers von Beispiel 1 aus Leichtbeton mit einer Rohdichte von 280 kg/m^3 nicht beschädigt wurde, sodass die Wirksamkeit des Aufpralldämpfers nicht vollständig ausgenützt worden ist. Das Verformungsbild an den Fahrzeugen, das für die Aufprallversuche verwendet wurde, entsprach etwa dem Deformationsmittel eines gleichartigen Fahrzeuges, das mit etwa 40 km/h frontal mit 100% Überdeckung gegen eine starre Barriere prallt. Falls es bei Verwendung der erfindungsgemässen Aufpralldämpfer zu keinen nennenswerten Intrusionen in den Fahrgastraum kommt, kann davon ausgegangen werden, dass es bei gleichartigen Unfallkonfigurationen vor allem zu Beschleunigungsbelastungen für den Insassen kommt. Diese Belastungen sind aber durch entsprechende Rückhaltesysteme (Sicherheitsgurte, Airbag) zu bewältigen.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung kann wie folgt beschrieben werden:

Ein Aufpralldämpfer 1, der vor einem Hindernis 2 an einer Verkehrsfläche anzuordnen ist, besteht aus Beton mit einem Leichtzuschlagstoff in Form von Teilchen aus geschäumtem Kunststoff, z.B. Polystyrol. Der Aufpralldämpfer 1 weist Bereiche unterschiedlicher Rohdichte auf, wobei der dem Hindernis zugekehrte Abschnitt des Aufpralldämpfers eine höhere Rohdichte, z.B. 280 kg/m^3 aufweist, als der an der Aufprallseite liegende, vom Hindernis (2) abgewandte Abschnitt mit einer Rohdichte von z.B. 170 kg/m^3 .

Bei einem Frontalanprall mit ca. 80 km/h und mit 100% Überdeckung können mit dem erfindungsgemässen Aufpralldämpfer Werte erreicht werden, die etwa einem Frontalaufprall mit etwa 40 km/h mit 100% Überdeckung gegen eine starre Barriere entsprechen.

Patentansprüche

1. Aufpralldämpfer, der vor Hindernissen an Verkehrsflächen anzuordnen ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufpralldämpfer (1) aus Leichtbeton besteht.

2. Aufpralldämpfer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufpralldämpfer (1) eine im Wesentlichen quaderförmige Form besitzt.

3. Aufpralldämpfer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufpralldämpfer (1) an wenigstens einer Fläche der Form des Hindernisses (2), an dem er anzuordnen ist, angepasst geformt ist.

4. Aufpralldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufpralldämpfer (1) Löcher (4) für das Ansetzen von Hebewerkzeugen oder für Verankerungsmittel (5) aufweist.

5. Aufpralldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufprall-

dämpfer (1) aus Beton mit einem Leichtzuschlagstoff in Form von Teilchen aus geschäumtem Kunststoff besteht.

6. Aufpralldämpfer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilchen aus geschäumtem Polystyrol bestehen.

7. Aufpralldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufpralldämpfer (1) monolithisch mit einheitlicher Rohdichte ausgebildet ist.

8. Aufpralldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufpralldämpfer (1) Bereiche unterschiedlicher Rohdichte aufweist.

9. Aufpralldämpfer nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der dem Hindernis (2) zugekehrte Abschnitt des Aufpralldämpfers (1) eine höhere Rohdichte aufweist als der vom Hindernis abgewandte Abschnitt.

10. Aufpralldämpfer nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschnitte unterschiedlicher Rohdichte etwa im Bereich einer Quermittlebene des Aufpralldämpfers (1) aneinander grenzen.

11. Aufpralldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufpralldämpfer (1) aus Leichtbeton eine Rohdichte von 150 bis 350 kg/m^3 , vorzugsweise 170 bis 330 kg/m^3 , aufweist.

12. Aufpralldämpfer nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufpralldämpfer (1) aus Leichtbeton mit einer Rohdichte von 170 kg/m^3 besteht.

13. Aufpralldämpfer nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufpralldämpfer (1) aus Leichtbeton mit einer Rohdichte von 190 kg/m^3 besteht.

14. Aufpralldämpfer nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufpralldämpfer (1) aus Leichtbeton mit einer Rohdichte von 280 kg/m^3 besteht.

15. Aufpralldämpfer nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufpralldämpfer (1) aus Leichtbeton mit einer Rohdichte von 330 kg/m^3 besteht.

16. Aufpralldämpfer nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der einem aufprallenden Fahrzeug zugekehrte Abschnitt des Aufpralldämpfers (1) aus Leichtbeton mit einer Rohdichte von 170 kg/m^3 und der andere Abschnitt aus Leichtbeton mit einer Dichte von 280 kg/m^3 besteht.

17. Aufpralldämpfer nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der einem aufprallenden Fahrzeug zugekehrte Abschnitt des Aufpralldämpfers (1) aus Leichtbeton mit einer Rohdichte von 190 kg/m^3 und der andere Abschnitt aus Leichtbeton mit einer Dichte von 330 kg/m^3 besteht.

Fig. 1

