



(10) **DE 10 2009 048 947 A1** 2011.04.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 048 947.9**

(22) Anmeldetag: **10.10.2009**

(43) Offenlegungstag: **14.04.2011**

(51) Int Cl.⁸: **B60R 21/34 (2011.01)**

B62D 25/10 (2006.01)

(71) Anmelder:

Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

Belle, Clemens, Dipl.-Ing., 71069 Sindelfingen, DE

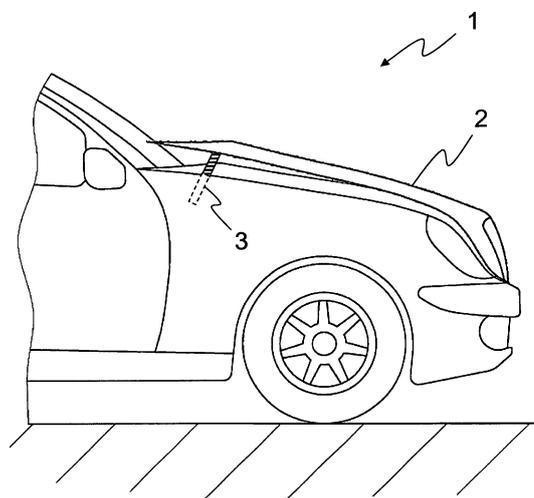
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Aufpralldämpfungsvorrichtung für ein Fahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Aufpralldämpfungsvorrichtung für ein Fahrzeug (1, 1'), welche eine Aufprallfläche (2, 2') im Bereich einer Außenhülle des Fahrzeugs (1, 1') und eine Verstellvorrichtung umfasst und ein Verfahren für ein Verstellen der Aufprallfläche. Die Aufprallfläche (2, 2') wird durch die an dem Fahrzeug (1, 1') befestigte Verstellvorrichtung in Abhängigkeit einer Fahrzeuggeschwindigkeit (v) von einer Grundstellung (GS) in eine Wirkstellung (WS) und zurück bewegt.

Um eine Fußgängerschutzvorrichtung für Fahrzeuge weiter zu verbessern, wird gemäß der Erfindung die in Wirkstellung (WS) befindliche Aufprallfläche (2, 2') zumindest in Teilen nennenswert zurückweichen oder verformen, wenn eine effektive Kraft (F) auf die Aufprallfläche (2, 2') wirkt, welche kleiner als 10 000 N ist. Das Verstellen der Aufprallfläche (2, 2') in die Wirkstellung (WS) erfolgt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit (v) größer ist als eine untere Grenzgeschwindigkeit (uGG) und gleichzeitig geringer ist als eine obere Grenzgeschwindigkeit (oGG). Das Verstellen der Aufprallfläche (2, 2') in die Grundstellung (GS) erfolgt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit (v) geringer ist als die untere Grenzgeschwindigkeit (uGG) oder größer ist als die obere Grenzgeschwindigkeit (oGG).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Aufpralldämpfungsvorrichtung für ein Fahrzeug mit den Merkmalen der Oberbegriffe der Ansprüche 1 und 2 und ein Verfahren für ein Verstellen einer Aufprallfläche einer Aufpralldämpfungsvorrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 11.

[0002] Im Straßenverkehr kommt es immer wieder zu Kollisionen zwischen Fahrzeugen Fußgängern. Um die Unfallfolgen für den Fußgänger zu reduzieren gibt es unterschiedliche Ansätze.

[0003] Aus der gattungsbildenden DE 30 51 041 C2 ist eine Stoßschutzvorrichtung für Fahrzeuge bekannt mit einem Stoßfänger und einem tiefer liegenden, steifem Schutzteil für Fußgänger. Das Schutzteil besteht aus einem Versteifungselement, einem Querträger und einem Tragteil. Das Schutzteil ist aus einer Einfahrstellung in eine dem Fußgängerschutz dienende Grundstellung und zurück verstellbar. Die Verstellung ist von einer Fahrzeuggeschwindigkeit abhängig. Bei einer Kollision eines Fußgängers mit einem Fahrzeug soll der Fußgänger durch die Stoßschutzvorrichtung weit unterhalb seines Schwerpunktes angestoßen und hierdurch auf die Bugpartie des Fahrzeugs aufgekippt werden. Damit dies erreicht wird, werden die beim Aufprall des Fußgängers auftretenden Kräfte von maximal etwa 10 000 N von dem Schutzteil ohne nennenswertes Zurückweichen aufgenommen.

[0004] Die DE 10 2004 004 987 A1 beschreibt eine Fußgängerschutz-Hubvorrichtung zum geführten Anheben einer Kraftfahrzeug-Motorhaube bei frontseitigem Aufprall eines Fußgängers auf ein Kraftfahrzeug. Die Hubvorrichtung weist mindestens einen Hub-Aktuator auf zum aufprallbedingten Verlagern der Kraftfahrzeug-Motorhaube. Eine Steuereinrichtung dient zur Steuerung der aufprallbedingten Hubbewegung des Hub-Aktuators.

[0005] Aus der FR 2 836 879 A1 ist ein passives Sicherheitssystem für eine Fahrzeug-Motorhaube bekannt, bei welchem Mittel zum Absorbieren einer Stoßenergie vorgesehen sind. Vorgeschlagen wird eine Lasche, welche im Falle eines Stoßes verformbar ist. Durch das Absorbieren der Stoßenergie bei einem Aufprall eines Fußgängers auf der Motorhaube sollen mögliche Verletzungen des Fußgängers vermieden oder zumindest reduziert werden.

[0006] Unabhängig vom Fußgängerschutz wird in der EP 0 367 230 B1 eine Windspoilereinrichtung mit einer Einzieh- und Ausfahreinrichtung zum Einsatz bei einem Kraftfahrzeug beschrieben für eine Positionierung eines Spoilerflügels in Abhängigkeit von einer Fahrzeuggeschwindigkeit.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Fußgängerschutzzeineinrichtung für Fahrzeuge weiter zu verbessern.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1, 2 und 10 erfüllt, wobei die Merkmale der Unteransprüche vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen kennzeichnen.

[0009] Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist eine Aufpralldämpfungseinrichtung für ein Fahrzeug auf, welche eine Aufprallfläche im Bereich einer Außenhülle des Fahrzeugs und eine Verstellvorrichtung umfasst. Die Aufprallfläche im Bereich der Außenhülle des Fahrzeugs kann jede Fläche des Fahrzeugs sein, mit welcher ein Fußgänger bei einer Kollision mit einem Fahrzeug in Kontakt kommen kann. Bei einer verletzungsträchtigen Kollision mit dem Fahrzeug prallt der Fußgänger meist auf eine Fläche der Fahrzeugfront auf, wie insbesondere auf eine Motorhaube, eine Dachsäule (A-Säule), eine Windschutzscheibe, einen Kühlergrill oder auf einen Scheinwerfer. Es ist ebenfalls möglich, dass der Fußgänger auf einen oberhalb der Windschutzscheibe gelegenen Dachrahmen, auf einen Kotflügel oder auf einen Stoßfänger prallt.

[0010] Die Verstellvorrichtung kann die Aufprallfläche in Abhängigkeit einer Fahrzeuggeschwindigkeit des Fahrzeugs von einer Grundstellung in eine Wirkstellung und zurück bewegen. In der Grundstellung ist die Aufprallfläche entsprechend einer gemäß Fahrzeugdesign für das Fahrzeug im Stillstand vorgesehenen Außenhülle angeordnet. Die Grundstellung ist aerodynamisch günstiger als die Wirkstellung. Bei sehr niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten ist die Grundstellung günstig zum Rangieren und Parken. Die Aufprallfläche ist in der Grundstellung Teil des optischen Erscheinungsbildes nach dem Basisdesign der Fahrzeughülle. Auch besteht in der Grundstellung ein Schutz gegen Vandalismus, wie beispielsweise ein Verbiegen der in der Wirkstellung leichter zugänglichen Aufpralldämpfungsvorrichtung oder ein Einbringen von Fremtteilen in einen Spalt, welcher in der Wirkstellung zwischen der Aufprallfläche und einem benachbarten Sichtteil entstehen kann.

[0011] In der Wirkstellung ist die Aufprallfläche von der Lage der Aufprallfläche in der Grundstellung beabstandet. Der Abstand zwischen der Wirkstellung und der Grundstellung ermöglicht es, einen mit dem Fahrzeug kollidierenden Fußgänger durch die Aufpralldämpfungsvorrichtung über einen längeren Weg relativ zum Fahrzeug unter Energieabsorption abzubremsen als dies mit einer Aufprallfläche in der Grundstellung möglich wäre. Durch den größeren zur Verfügung stehenden Weg zum Dämpfen des Aufpralls des Fußgängers können die Stoßbelastungen für den Fußgänger in bekannter Weise reduziert werden.

[0012] Die Verstellvorrichtung ist am Fahrzeug befestigt und unmittelbar oder mittelbar mit der Aufprallfläche verbunden. Bei einer unmittelbaren Verbindung der Verstellvorrichtung mit der Aufprallfläche sind diese beiden Bauteile direkt miteinander verbunden. Bei einer mittelbaren Verbindung kann beispielsweise ein Dämpfungselement oder zumindest ein anderes Bauteil zwischen der Verstellvorrichtung und der Aufprallfläche angebracht sein.

[0013] Das Dämpfungselement ist in der Lage, eine aufprallbedingte Energie zu absorbieren, indem es unter Energieaufnahme deformiert. Alternativ oder ergänzend zu dem separaten Dämpfungselement kann prinzipiell jedes Bauteil der Aufpralldämpfungsvorrichtung als Dämpfungselement ausgebildet sein. Beispielsweise kann sich die Aufprallfläche bei einem Aufprall unter Energieaufnahme verformen. Ebenso kann die Verstellvorrichtung unter Energieaufnahme zurückweichen. Dabei kann die Energieaufnahme durch die Verstellvorrichtung selbst oder – auch unterstützend möglich – durch ein paralleles Dämpfungselement erfolgen. Ein Beispiel für das parallele Dämpfungselement ist ein pneumatischer oder hydraulischer Dämpfer. Auch kann ein Befestigungsbereich des Fahrzeugs, an welchem die Verstellvorrichtung befestigt ist, als Dämpfungselement ausgestaltet sein.

[0014] Die Ausgestaltung der Dämpfungselemente orientiert sich – wie auch die Ausgestaltung der Aufpralldämpfungsvorrichtung und deren Integration in das Fahrzeug – an dem Ziel, den Aufprall des Fußgängers bei der Kollision mit dem Fahrzeug beim Kontakt des Fußgängers mit der Aufprallfläche abzdämpfen, damit ein Verletzungsrisiko für den Fußgänger reduziert wird.

[0015] Die prinzipiellen Möglichkeiten zur Umsetzung der Verstellvorrichtung sind vielfältig und als Stand der Technik bekannt. So kann die Verstellvorrichtung die Aufprallfläche translatorisch verschieben oder rotatorisch verdrehen, um die Aufprallfläche von der Grundstellung in die Wirkstellung zu bewegen. Es ist auch eine Kombination der beiden Bewegungsarten möglich, wodurch beispielsweise ein Kontakt der Aufprallfläche mit benachbarten Bauteilen des Fahrzeugs bei der Bewegung der Aufprallfläche vermieden werden kann.

[0016] Folgende Ausführungsarten der Verstellvorrichtung kommen beispielsweise in Betracht: Eine einfache Ausführungsart für eine Verstellvorrichtung ist ein pneumatischer Kolbensteller, welcher mit einem Ende am Fahrzeug und mit dem anderen Ende an der Aufprallfläche befestigt ist. In anderen Ausführungsarten kann eine Verstellvorrichtung umgesetzt werden, indem sie zumindest einen bekannten Stangensteller, zumindest eine Hebelkonstruktion oder zumindest eine Getriebevorrichtung um-

fasst. Ein Stangensteller zeichnet sich dadurch aus, dass seine Länge veränderbar ist. Bei einer Hebelkonstruktion ist zumindest ein Hebel drehbar gelagert. Oftmals sind mehrere Hebel drehbar miteinander verbunden, etwa um komplexere Bewegungen darstellen zu können oder zur Übersetzung einer Kraft oder einer Bewegung. Bei einer Getriebevorrichtung stehen typischerweise zumindest zwei Zahnräder in Wirkverbindung, um Drehmoment und Winkelgeschwindigkeit einer Drehbewegung verändern zu können. Eine Umsetzung einer rotatorischen Drehbewegung in eine translatorische Bewegung – oder umgekehrt – kann in bekannter Weise beispielsweise durch den Spindelantrieb erfolgen.

[0017] Die Verstellvorrichtung umfasst weiterhin zumindest einen Antrieb, wobei der Antrieb zum Beispiel elektromagnetisch, pneumatisch oder hydraulisch erfolgt. Ein übliches Beispiel für einen elektromagnetischen Antrieb ist ein Elektromotor, welcher besonders geeignet zur Kombination mit einem Getriebe oder einem Spindelantrieb ist. Als elektromagnetischer Antrieb ist auch ein Elektromagnet geeignet, durch welchen in Verbindung mit einem magnetisierbaren Material anziehende Kräfte ausgeübt werden können. Wird in den Wirkungsbereich des Elektromagneten ein anderer Elektromagnet oder ein Permanentmagnet gebracht, können neben anziehenden Kräften auch abstoßende Kräfte zwischen den Magneten als Antrieb genutzt werden. Ein bekanntes Beispiel für einen pneumatischen oder hydraulischen Antrieb ist ein veränderliches Volumen für ein Gas oder für eine Flüssigkeit in einem Kolbensteller.

[0018] Der Antrieb ist in einer speziellen Ausführungsform nur für die Bewegung in eine Richtung zuständig. Bei dieser Bewegung wird ein Teil einer Antriebsenergie in einen Energiespeicher zwischengespeichert. Diese zwischengespeicherte Energie wird für die Bewegung in entgegengesetzter Richtung genutzt. In einem Beispiel für eine solche Ausführungsform drückt ein pneumatischer Kolbensteller eine Stoßstange von der Grundstellung in die Wirkstellung. Dabei spannt er gleichzeitig eine zum Kolbensteller parallel verlaufende Feder. Wird ein Entlüftungsventil des Kolbenstellers geöffnet, wird das unter Überdruck stehende Gas aus dem Kolbensteller entweichen und die Feder den Kolbensteller zusammenziehen, wodurch die Stoßstange von der Wirkstellung in die Grundstellung bewegt wird.

[0019] Ein anderes besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel für die Zwischenspeicherung eines Teils der Antriebsenergie sieht die Nutzung der Schwerkraft für eine Bewegungsrichtung der Aufprallfläche vor. In einem Ausführungsbeispiel wird eine Motorhaube als Aufprallfläche von der Grundstellung in die Wirkstellung angehoben. Durch die Hubarbeit entgegen der Schwerkraft wird die potentielle Energie der Motorhaube erhöht. In der Wirkstellung

verbleibt die Motorhaube, indem die Verstellvorrichtung arretiert wird. Eine Arretierung kann beispielsweise durch eine Gegenkraft oder durch eine Blockierung des Antriebs erfolgen. Zum Zurückstellen der Motorhaube wird die Blockierung der Verstellvorrichtung gelöst. Dadurch ist die Verstellvorrichtung freigängig, was durch das Gewicht der Motorhaube unter Nutzung der erhöhten potentiellen Energie zu einer Absenkung der Motorhaube in die Grundstellung führt.

[0020] Die Nutzung der zwischengespeicherten Energie in einer Bewegungsrichtung kann prinzipiell alternativ oder ergänzend zum Antrieb erfolgen.

[0021] Alternativ oder ergänzend kann eine auf die Aufprallfläche wirkende aerodynamische Kraft genutzt werden, welche durch einen Fahrtwind wirkt. Hierfür muss die Fahrzeuggeschwindigkeit zumindest so groß sein, dass die durch den Fahrtwind wirkende Kraft zum Verstellen der Aufprallfläche ausreicht. In einem Ausführungsbeispiel mit der Motorhaube als Aufprallfläche wird die Motorhaube durch die aerodynamische Kraft von der Wirkstellung in die Grundstellung verstellt, wenn eine Arretierung der Verstellung gelöst wird, weil die Fahrzeuggeschwindigkeit die obere Grenzgeschwindigkeit überschreitet.

[0022] Selbstverständlich ist in einer anderen Ausführungsform die Kombination zweier Antriebe möglich, wobei ein Antrieb für die eine Bewegungsrichtung und der andere Antrieb für die andere Bewegungsrichtung zuständig ist. Alternativ oder ergänzend können sich die Antriebe auch unterstützen.

[0023] Eine Arretierung der Verstellvorrichtung kann weiterhin nach den bekannten Methoden durch Formschluss oder Kraftschluss von zueinander beweglichen Bauteilen der Verstellvorrichtung umgesetzt sein, wie beispielsweise durch ein Einrasten, Blockieren oder Bremsen. In einer Ausführung wird durch geeignete Wahl der Steigung eines Gewindes des Stangenstellers in einer Ausführungsform ein Zurückdrehen des Gewindestabes durch eine Haftreibung zwischen Gewindestab und Gewindebuchse verhindert.

[0024] Zum Lösen der Arretierung kann der Formschluss oder Kraftschluss beseitigt oder durch den Antrieb überwunden werden. So kann die Haftreibung des Gewindestabes des Stangenstellers zum Zurückstellen durch den Antrieb überwunden werden, wodurch der Gewindestab zurückgedreht wird.

[0025] In einer vorteilhaften Ausführung erfolgt die Arretierung, beispielsweise durch das Einrasten, automatisch am Ende der Verstellbewegung und wird automatisch am Anfang der entgegengesetzten Ver-

stellbewegung durch eine erhöhte Anfangskraft des Antriebs gelöst.

[0026] Selbstverständlich ist eine Kombination von beschriebenen Ausführungsarten für eine vorteilhafte Verstellvorrichtung möglich. Beispielsweise kann ein Stangensteller mit einer Hebelkonstruktion verbunden sein und ein hydraulischer Kolbensteller kann mit einem Elektromotor kombiniert werden.

[0027] Ein Grundgedanke der vorgeschlagenen Aufpralldämpfungs Vorrichtung liegt darin, dass die Verstellung in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit präventiv vor einem ersten Kontakt des Fußgängers mit dem Fahrzeug erfolgt. Dies erlaubt im Gegensatz zu der akuten – im Falle eines Unfalls oder eines detektierten nicht mehr vermeidbaren Unfalls aktivierten – Verstellung der Motorhaube beispielsweise den Einsatz kleinerer oder reversibler Antriebe. Eine Verstellung der Motorhaube direkt bei dem Kontakt des Fußgängers mit dem Fahrzeug erfordert eine Aufprallsensorik, welche besonders für eine Erkennung der Kollision des Fußgängers mit dem Fahrzeug sehr aufwendig ist. Zudem ist ein geeignetes Stellmittel erforderlich, welches die Aufprallfläche schnell und zuverlässig in Wirkstellung verstellt bevor der Fußgänger auf die Aufprallfläche auftrifft.

[0028] Die vorgeschlagene Aufpralldämpfungs Vorrichtung benötigt die in vielen Fahrzeugen bereits auswertbar vorhandene Fahrzeuggeschwindigkeit aber keine oben beschriebene Aufprallsensorik. Damit entfallen auch potentielle Fehlauflösungen, nach denen das Fahrzeug bei einer irreversiblen aufprallbedingten Verstellung in einer Werkstatt in Stand gesetzt werden muss. Zudem muss bei einer aufprallbedingten Verstellung der Motorhaube die Zeit zwischen Erkennung des Aufpralls und der erfolgten Verstellung der Motorhaube ausreichend kurz sein, um den Aufprall des Fußgängers wirkungsvoll dämpfen zu können. Da bisher eine verlässliche Aufprallerkennung erst bei Kontakt des Fußgängers mit dem Fahrzeug erfolgt, kann für Fahrzeuge mit einer steilen Fahrzeugfront die Zeit zwischen Aufprallerkennung und Kontakt des Fußgängers mit etwa der Motorhaube des Fahrzeugs zu kurz sein, um die Motorhaube bei dem Aufprall rechtzeitig aufstellen zu können. Bei der vorschlagsgemäßen Aufpralldämpfungs Vorrichtung befindet sich die Aufprallfläche im für den Fußgängerschutz relevanten Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich präventiv immer in Wirkstellung, um einen möglichen Aufprall eines Fußgängers auf die Aufprallfläche zu dämpfen.

[0029] Mit der Aufpralldämpfungs Vorrichtung soll der Aufprall eines mit dem Fahrzeug kollidierenden Fußgängers in der Art wirkungsvoll gedämpft werden, dass biomechanische und gesetzliche Grenzwerte für aufprallbedingte Belastungen des Fußgängers nicht überschritten werden. Hierfür ist es notwendig,

dass die Aufprallfläche nennenswert zurückweicht, wenn eine auf die Aufprallfläche wirkende effektive Kraft kleiner als 10 000 N ist. Die effektive Kraft ist die Kraft, welche beim Aufprall des Fußgängers bei einer Kollision mit dem Fahrzeug auf die Aufprallfläche wirkt. Der Grenzwert von 10 000 N ergibt sich aus bekannten physikalischen Zusammenhängen, beispielsweise zwischen einer Kraft, einer Masse und einer Beschleunigung, unter Berücksichtigung üblicher Massen von Fußgängern und deren Körperteile wie beispielsweise der Masse eines Kopfes. Dass ein Grenzwert von 10 000 N nicht überschritten werden darf, ergibt sich ebenfalls aus Versuchen, welche die Aufprallsituation eines Fußgängers mit dem Fahrzeug nachstellen.

[0030] Nennenswert weicht die Aufprallfläche zurück, wenn die aufprallbedingten Belastungen, welche auf den Fußgänger wirken, reduziert werden können. Ein Indiz hierfür ist eine bleibende Deformation oder Verlagerung der Aufpralldämpfungsvorrichtung nach dem Aufprall. Dann ist von der Aufpralldämpfungsvorrichtung ein Deformationsweg unter Energieabsorption bereitgestellt worden.

[0031] Ein nennenswertes Zurückweichen oder Verformen der Aufprallfläche ist auch dann gegeben, wenn dies zur Reduzierung der Stoßbelastung für den Fußgänger nur in Teilen geschieht. Ein Zurückweichen oder Verformen der Aufprallfläche in Teilen liegt vor, wenn die Aufprallfläche nicht als ganzes sondern nur partiell zurückweicht oder verformt.

[0032] Die Nachgiebigkeit der Aufprallfläche bei geringeren Kräften als 10 000 N steht im Gegensatz zum Ansatz der gattungsbildenden Vorrichtung zum Aufschaukeln des Fußgängers auf den Fahrzeugbug, wodurch dort eine Veränderung der Aufprallkinematik erreicht wird. Für das Aufschaukeln ist dort explizit gefordert, dass beim Aufprall des Fußgängers auftretende Kräfte von maximal etwa 10 000 N von der Vorrichtung ohne nennenswerte Verformung und ohne nennenswertes Zurückweichen aufgenommen werden. Würde die Vorrichtung bei geringeren Kräften nachgeben, könnte in der dortigen Ausführung die Kinematik des Fußgängers beim Aufprall auf das Fahrzeug wegen der zu hohen Nachgiebigkeit der Vorrichtung nicht wie dort vorgesehen beeinflusst werden.

[0033] Als Aufprallfläche ist jede Fläche im Bereich der Außenhülle des Fahrzeuges geeignet, mit welcher ein Fußgänger bei einer Kollision mit einem Fahrzeug in Kontakt kommen kann. Da vor allem bei Vorwärtsfahrt des Fahrzeuges Geschwindigkeiten erreicht werden, bei welchen ein Fußgänger bei einer Kollision gefährdet ist, ist es besonders vorteilhaft, wenn zumindest eine Fläche der Fahrzeugfront eine Aufprallfläche der Aufpralldämpfungsvorrichtung ist.

[0034] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist gemäß Anspruch 3 die Aufprallfläche eine Motorhaube, eine Dachsäule, ein Stoßfänger, ein Kühlergrill, ein Scheinwerfer oder eine Windschutzscheibe. Selbstverständlich kann ein Fahrzeug mit mehreren Aufprallflächen und mit mehreren Aufpralldämpfungsvorrichtungen ausgestattet sein. Dabei kann zumindest eine Komponente der einen Aufpralldämpfungsvorrichtung von einer anderen Aufpralldämpfungsvorrichtung mitgenutzt werden, um durch einen Synergieeffekt die Anzahl der benötigten Komponenten zu reduzieren. In einer weiteren Ausführung ist die Motorhaube, zum Beispiel aus Design-Gründen, einstückig mit dem Stoßfänger verbunden.

[0035] In einer anderen Ausführungsform wird die Aufprallfläche nicht durch das jeweilige Bauteil wie zum Beispiel durch die Windschutzscheibe gebildet, sondern durch eine separate Aufprallfläche im Bereich des jeweiligen Bauteils. In einer Ausführung für die Windschutzscheibe befindet sich die separate Aufprallfläche in deren Grundstellung in der näheren Umgebung der Windschutzscheibe. In Wirkstellung befindet sich die separate Aufprallfläche vor der Windschutzscheibe. Bei der Aufprallfläche im Bereich der Windschutzscheibe ist selbstverständlich darauf zu achten, dass ein Insasse des Fahrzeuges durch die Aufprallfläche nicht wesentlich in seiner Sicht behindert wird. Insbesondere die Aufprallfläche im Bereich einer Windschutzscheibe kann daher transparent, unterbrochen oder in der Grundstellung zusammengeklappt sein.

[0036] Generell kann eine Aufprallfläche durchgängig, unterbrochen oder faltbar ausgeführt sein. So besteht beispielsweise ein Kühlergrill aus einzelnen Lamellen, welche keine durchgängige Fläche bilden und sich leicht verstellbar ausführen lassen. Besonders vorteilhaft ist es, wenn Freiräume als Unterbrechungen der Fläche so klein sind, dass der Fußgänger oder Körperteile des Fußgängers die Freiräume nicht durchdringen können.

[0037] Damit der Aufprall eines mit dem Fahrzeug kollidierenden Fußgängers wie beschrieben abgedämpft wird, ist in einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung gemäß Anspruch 4 die Wirkstellung der Aufprallfläche von der Grundstellung in der Richtung oder in den Richtungen beabstandet, aus welchen der Aufprall des Fußgängers auf die Aufprallfläche zu erwarten ist. Bei einem Stoßfänger entspricht vor allem die Fahrtrichtung dieser Richtung. Bei einer typischen Motorhaube, welche sich hinter dem vorderen Stoßfänger befindet, ist der Aufprall des Fußgängers üblicherweise von schräg oben/vorne zu erwarten.

[0038] Das oben beschriebene separate Dämpfungselement wird in einer speziellen Ausführungsform gemäß Anspruch 5 in seiner Position, Orientierung Ausdehnung oder Beschaffenheit verändert,

wenn die Aufprallfläche von der Grundstellung in die Wirkstellung oder umgekehrt gestellt wird. In der Grundstellung fügt sich das separate Dämpfungselement besonders gut in einen vorhandenen Bauraum zwischen Aufprallfläche und Fahrzeug ein, welcher kleiner ist als ein freier Raum zwischen Aufprallfläche und Fahrzeug in der Wirkstellung der Aufprallfläche. Wenn die Aufprallfläche in ihrer Wirkstellung steht, soll das separate Dämpfungselement mehr von der Aufprallenergie absorbieren können als in der Grundstellung. Für diese Eigenschaft steht dem separaten Dämpfungselement in der Wirkstellung mehr freier Raum zur Verfügung.

[0039] In einer Ausführungsform wird als Dämpfungselement ein in der Wirkstellung als Lasche ausgebildeter Blechstreifen in der Grundstellung flach zusammengefaltet. Die Lasche absorbiert bei deren Deformation Energie. In einer anderen Ausführungsform wird ein quaderförmiger Dämpfer in der Grundstellung in einen Hohlraum zwischen Aufprallfläche und Fahrzeug gekippt, wobei der Dämpfer in Wirkstellung in eine Position gekippt wird, in welcher er sich sowohl an der Abstützfläche als auch am Fahrzeug abstützen kann und somit in einen kraftübertragenden Lastpfad zum Absorbieren der Aufprallenergie eingebunden ist. In einer weiteren Ausführung kann ein Gaskissen in der Grundstellung entlüftet und flach sein, wohingegen es in der Wirkstellung aufgeblasen ist und auftretende Stoßbelastungen abdämpft.

[0040] In einer vorteilhaften Ausführung gemäß Anspruch 6 erfolgt das aufprallbedingte Zurückweichen oder Verformen der Aufprallfläche mit einem definierten Kraftverlauf. Ein Kraftverlauf kann auf einem Prüfstand ermittelt werden, indem bei einem quasistatischen Kraftdrucktest mit einem Stempel gegen die Aufprallfläche gedrückt wird. Dabei wird der durch den Stempel auf die Aufprallfläche wirkende Kraftverlauf im Verhältnis zu einem Weg gemessen und aufgetragen, welchen die Aufprallfläche unter der jeweiligen durch den Stempel auf sie aufgebrachten Kraft zurückweicht. Alternativ oder ergänzend ist eine dynamische Bestimmung des Kraftverlaufes unter Versuchsbedingungen mittels einer Prüfmasse möglich. Die Prüfmasse repräsentiert ein bezüglich des Fußgängerschutzes relevantes Körperteil des Fußgängers wie beispielsweise einen Kopf. Zur Nachstellung der Kollision des Fußgängers mit dem Fahrzeug wird die Prüfmasse gegen die Aufprallfläche geschossen, wobei eine Beschleunigung gemessen wird, welche bei der Kollision mit der Aufprallfläche auf die Prüfmasse wirkt. Aus dieser Beschleunigung und aus der Masse der Prüfmasse ergibt sich die auf die Aufprallfläche wirkende Kraft. Zur Darstellung des Kraftverlaufes wird die auf die Aufprallfläche wirkende Kraft über den Deformationsweg der Aufprallfläche in einer Messkurve aufgetragen.

[0041] Der Kraftverlauf ist für die Reduktion der Stoßbelastung besonders vorteilhaft, wenn die beiden folgenden Bedingungen im Wesentlichen gleichzeitig erfüllt werden: Die Kraft liegt unterhalb einer oberen Kraftgrenze, welche ein auf die Aufprallfläche treffender Körper noch aushält. Die Kraft liegt gleichzeitig oberhalb einer unteren Kraftgrenze, welche notwendig ist, um die Prüfmasse relativ zum Fahrzeug abzubremesen bevor ein zur Verfügung stehender Deformationsweg zwischen Aufprallfläche und Fahrzeug aufgebraucht ist.

[0042] Ohne diese Bedingungen prinzipiell zu verletzen kann die Kraft bei einer speziellen Ausführungsart anfangs kurzzeitig auch oberhalb der oberen Kraftgrenze liegen, da biomechanische Belastungsgrenzen für kurzzeitige Belastungen oftmals höher liegen als für länger andauernde Belastungen. Durch eine solche überhöhte Loslaufkraft kann ein ungewolltes Zurückweichen oder Verformen der Aufprallfläche vermieden werden.

[0043] Unterhalb der oberen Kraftgrenze steigt der Kraftverlauf in einer speziellen Ausführungsform an. Dadurch wird ein auf die Aufprallfläche auftreffender Fußgänger anfangs mit geringerer Kraft abgebremst, wodurch die Stoßbelastungen für den Fußgänger ebenfalls geringer ausfallen. Für einen leichteren Aufprall reicht das geringere Kraftniveau aus, um den Fußgänger relativ zum Fahrzeug abzubremesen. Für den Fall eines stärkeren Aufpralls wird das Kraftniveau ab einem bestimmten Deformationsweg der Aufprallfläche angehoben. Dies kann beispielsweise durch ein zusätzliches Dämpfungselement umgesetzt werden, das ab dem bestimmten Deformationsweg wirksam wird. Der progressive Kraftverlauf ist mit bekannten Mitteln prinzipiell als eine kontinuierlich ansteigende Kurve oder als eine gestuft ansteigende Kurve umsetzbar.

[0044] Die Aufpralldämpfungsvorrichtung ist in einer ergänzenden Ausführungsform gemäß Anspruch 7 derart ausgelegt, dass eine Aufprallenergie einer auf die Aufprallfläche auftreffenden Masse nicht nur in der Wirkstellung der Aufprallfläche sondern auch in der Grundstellung zumindest teilweise absorbiert wird. Dadurch wird eine Stoßbelastung für einen Fußgänger bei einer Kollision mit dem Fahrzeug auch dann reduziert, wenn sich die Aufprallfläche – aus welchen Gründen auch immer – zum Zeitpunkt der Kollision nicht in der Wirkstellung befinden sollte. Prinzipbedingt kann die Aufpralldämpfungsvorrichtung in der Grundstellung die Stoßbelastung weniger stark reduzieren als in der Wirkstellung.

[0045] In einer weiteren Ausführungsform gemäß Anspruch 8 wird eine durch das aufprallbedingte Zurückweichen oder Verformen der Aufprallfläche bedingte Belastungsspitze durch einen Kontakt der Aufprallfläche mit einem benachbarten Bauteil des Fahr-

zeugs mit einem konstruktiven Mittel zur Beabstandung oder mit einem konstruktiven Mittel zur Aussparung vermieden oder zumindest reduziert. Dadurch wird erreicht, dass das aufprallbedingte Zurückweichen oder Verformen der Aufprallfläche konstruktiv vorbestimmt ist. In diesem Zusammenhang wird unter „aufprallbedingt“ ausdrücklich auch ein Aufprall des Fahrzeugs gegen einen schweren Gegenstand verstanden. Ein schwerer Gegenstand ist beispielsweise ein anderes Fahrzeug oder ein Brückenpfeiler. Bei einem Aufprall dieser Art kann sich die Richtung des Zurückweichens oder Verformens der Aufprallfläche natürlich von der, welche bei einem Aufprall eines Fußgängers zu erwarten ist, unterscheiden. Befindet sich beispielsweise die Motorhaube in der angehobenen Wirkstellung, wird diese von einem Fußgänger bei einem Aufprall üblicherweise von schräg oben/vorne belastet. Kollidiert das Fahrzeug hingegen mit angehobener Motorhaube frontal mit einem anderen Fahrzeug, so wird die Motorhaube typischerweise von vorne belastet. Dadurch könnte die Motorhaube nach hinten in Richtung Windschutzscheibe verschoben werden, wodurch die Motorhaube die Windschutzscheibe bei größerer Verschiebung beschädigen kann. Damit dies verhindert wird, werden beispielsweise die Motorhaube und die A-Säulen neben der Windschutzscheibe als konstruktives Mittel zur Beabstandung derart konstruiert, dass die Motorhaube die A-Säulen umgreift, wenn sie in Richtung Windschutzscheibe verschoben wird. Dadurch gleitet die Motorhaube entlang der A-Säulen ab, wodurch mit einer der Windschutzscheibe angepassten Aussparung der Motorhaube zwischen den beiden A-Säulen als konstruktives Mittel zur Aussparung ein Kontakt zwischen Windschutzscheibe und Motorhaube auch im Falle einer Kollision des Fahrzeugs mit einem schweren Gegenstand vermieden werden kann. Alternativ oder ergänzend ist in einer Ausführung in die Motorhaube eine Sollknickstelle als konstruktives Mittel zum Deformationsverhalten eingearbeitet, wodurch die Motorhaube bei der Kollision mit einem anderen Fahrzeug faltbar ist und somit der Kontakt zwischen Motorhaube und Windschutzscheibe vermieden ist.

[0046] Kann ein Kontakt der Aufprallfläche mit einem benachbarten Bauteil des Fahrzeugs für übliche Kollisionen des Fahrzeugs mit einem schweren Gegenstand nicht vermieden werden, ist es in einer Ausgestaltung gemäß Anspruch 9 vorteilhaft, wenn lokale Belastungsspitzen, welche bei dem Kontakt an einer Kontaktfläche auftreten, reduziert werden, indem die voraussehbare Kontaktfläche durch konstruktive Gestaltung von Aufprallfläche oder Bauteil maximiert werden. Dadurch wird die lokale Belastungsspitze auf eine größere Fläche verteilt, wodurch eine maximale Belastungsspitze reduziert wird. Alternativ oder ergänzend kann an der Aufprallfläche oder am Bauteil im Bereich der Kontaktfläche eine Maßnahme zur Dämpfung eingebracht werden. Beispielsweise kann

der Bereich nachgiebig ausgestaltet werden oder es kann ein dämpfender Schaumstoff im Bereich der Kontaktfläche aufgebracht werden.

[0047] Beim Verstellen der Aufprallfläche von der Grundstellung in die Wirkstellung kann ein Spalt zwischen der Aufprallfläche in Wirkstellung und einem benachbarten Sichtteil des Fahrzeugs entstehen, welcher unter anderem das Design des Fahrzeugs störend beeinflussen kann. Zum Abdecken des Spaltes wird in einer Ausführungsform gemäß Anspruch 10 ein abdeckendes Element in einem Bereich des Spaltes angebracht, welches den Spalt abdeckt. Dabei behindert das abdeckende Element das Verstellen der Aufprallfläche von der Wirkstellung in die Grundstellung nicht wesentlich.

[0048] In einer Ausführung wird das abdeckende Element durch eine teleskopartige Blende gebildet. Bei der teleskopartigen Blende schiebt sich zumindest ein Teil neben ein anderes, wenn die Aufprallfläche von der Wirkstellung in die Grundstellung bewegt wird.

[0049] Beim Verstellen von der Grundstellung in die Wirkstellung verschiebt sich das zumindest eine Teil zu dem anderen in der Art, dass der Spalt abgedeckt wird. Die teleskopartige Blende kann auch Bestandteil der Aufprallfläche sein. In einer speziellen Ausführungsform umgreift die Motorhaube in der Grundstellung einen angrenzenden Bereich seitlicher Kotflügel. In der Grundstellung befinden sich der umgreifende Teil der Motorhaube und der angrenzende Bereich der seitlichen Kotflügel platzsparend nebeneinander. Bei aufgestellter Motorhaube in Wirkstellung liegt die Motorhaube über den seitlichen Kotflügeln, wobei der in der Grundstellung umgreifende Teil der Motorhaube in der Wirkstellung den anderenfalls entstehenden Spalt zwischen der Motorhaube und den seitlichen Kotflügeln abdeckt. Der in der Grundstellung der Motorhaube durch deren umgreifendes Teil abgedeckte Bereich der seitlichen Kotflügel kann einen Hinweis tragen, welcher nur in der Wirkstellung der Motorhaube sichtbar wird. Ein Beispiel für den Hinweis ist eine Information darüber, dass die Aufpralldämpfungs Vorrichtung des Fahrzeugs in Wirkstellung ist. Besonders vorteilhaft ist es, den umgreifenden Teil der Motorhaube derart zu gestalten, dass er ebenfalls zum oben beschriebenen Umgreifen der A-Säulen zum Schutz der Windschutzscheibe genutzt werden kann.

[0050] In einer anderen Ausführung wird das abdeckende Element durch ein flexibles Element im Bereich zwischen der Aufprallfläche und dem benachbarten Sichtteil gebildet. In der Grundstellung der Aufprallfläche wird es flach zusammengedrückt. In der Wirkstellung dehnt es sich aus und deckt den anderenfalls bestehenden Spalt ab. Beispiele für ein flexibles Element sind eine lackierte Gummilippe, ein

elastisches Gummiband oder eine Balg-Konstruktion. Eine Balg-Konstruktion in der Art einer Ziehharmonika wird beispielsweise bei Gelenkbussen im Gelenkbereich eingesetzt.

[0051] In einer weiteren Ausführung wird das abdeckende Element durch eine Abdeckklappe mit Betätigung als zusätzliches Element gebildet. Wenn die Aufprallfläche in die Wirkstellung verstellt wird, klappt die Abdeckklappe in der Art vor einen durch die Verstellung entstehenden Spalt, dass der Spalt zumindest teilweise verdeckt wird.

[0052] Die Verstellvorrichtung ist zum Anschließen an ein Steuergerät vorgesehen. Das Steuergerät wertet eine Fahrzeuggeschwindigkeit aus und gibt in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit ein Steuersignal an die Verstellvorrichtung, damit die Verstellvorrichtung die Aufprallfläche in die Grundstellung oder in die Wirkstellung bewegt.

[0053] Das erfindungsgemäße Verfahren gemäß Anspruch 11 ist für ein Verstellen einer Aufprallfläche einer Aufpralldämpfungs Vorrichtung im Bereich einer Außenhülle eines Fahrzeugs von einer Grundstellung in eine Wirkstellung und zurück, wobei das Verstellen in Abhängigkeit von einer Fahrzeuggeschwindigkeit erfolgt. Die Aufprallfläche wird ausschließlich dann in die Wirkstellung gestellt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit sowohl größer als eine untere Grenzgeschwindigkeit ist als auch kleiner als eine obere Grenzgeschwindigkeit. Die Aufprallfläche wird in die Grundstellung gestellt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit entweder geringer als die untere Grenzgeschwindigkeit ist oder größer als die obere Grenzgeschwindigkeit.

[0054] Alternativ oder ergänzend erfolgt das Verstellen der Aufprallfläche in Abhängigkeit von einer durch einen Bremseneingriff bedingten Verzögerung des Fahrzeuges. Ein Bremseneingriff erfolgt beispielsweise durch eine Betätigung eines Bremspedals durch einen Fahrzeuginsassen oder durch eine autonome Bremsung des Fahrzeuges, welche in einer Ausführungsart auf Basis einer Umfelderkennung erfolgt.

[0055] Die Aufprallfläche befindet sich in einem Bereich der Fahrzeuggeschwindigkeit in Wirkstellung, in welchem die Aufprallfläche sinnvoll und wirksam für einen Fußgängerschutz genutzt werden kann. Eine Fahrzeuggeschwindigkeit unterhalb 10 km/h liegt im Bereich einer Geschwindigkeit, welche von einem Fußgänger beim Laufen erreicht werden kann, wofür ein separater Schutz durch eine Aufprallfläche in Wirkstellung keinen nennenswerten Zugewinn an Aufprallschutz für einen Fußgänger bietet. Bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit unterhalb 10 km/h – also auch bei Stillstand – bietet die in Grundstellung befindliche Aufprallfläche Vorteile hinsichtlich geringe-

rer äußerer Fahrzeugmaße. Zudem ist besonders beim geparkten Fahrzeug der Schutz gegen Vandalismus mit in Grundstellung befindlicher Aufprallfläche größer als wenn sich diese in Wirkstellung befände. Weiterhin erfolgt mit einer Aufprallfläche in Grundstellung keine Sichtbehinderung beim Rangieren oder Parken des Fahrzeuges, welche mit einer Aufprallfläche in Wirkstellung entstehen könnte.

[0056] Die untere Grenzgeschwindigkeit ist in einer Ausführung kleiner als 35 km/h, da bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit von 35 km/h die Reduzierung der Stoßbelastung eines mit dem Fahrzeug kollidierenden Fußgängers als notwendig erachtet wird, weshalb Prüfverfahren zur Bewertung des Fußgängerschutzes 35 km/h als Geschwindigkeit für einen Prüfkörper verwenden. Die Stoßbelastung kann bei dieser Fahrzeuggeschwindigkeit mit der Aufprallfläche in Wirkstellung wirkungsvoll reduziert werden.

[0057] Eine weitere übliche Geschwindigkeit für einen Prüfkörper in Prüfverfahren zur Bewertung des Fußgängerschutzes ist 40 km/h. Beispielsweise auch bei dieser Geschwindigkeit ist es sinnvoll und wirksam, dass die Aufprallfläche in Wirkstellung steht. Oberhalb von 70 km/h wird im Allgemeinen davon ausgegangen, dass aufpralldämpfende Maßnahmen für den Fußgängerschutz eine geringe Relevanz haben. Zudem fährt das Fahrzeug mit Fahrzeuggeschwindigkeiten über 70 km/h in der Regel nicht in einem für den Fußgängerschutz besonders relevanten Bereich von Städten und Ortschaften.

[0058] Wegen der oben geschilderten Zusammenhänge befindet sich in einer besonders vorteilhaften Ausführung gemäß Anspruch 12 die untere Grenzgeschwindigkeit in einem Bereich zwischen größer 10 km/h und kleiner 35 km/h und die obere Grenzgeschwindigkeit in einem Bereich zwischen 40 km/h und kleiner 70 km/h. Eine vorteilhafte Ausführung mit der unteren Grenzgeschwindigkeit von 10 km/h und der oberen Grenzgeschwindigkeit von 60 km/h berücksichtigt eine für Städte gebräuchliche Geschwindigkeitsbegrenzung von 50 km/h zuzüglich einer Toleranz von 10 km/h.

[0059] Gerade in dem für den Fußgängerschutz besonders relevanten Bereich von Städten wird mit häufig wechselnden Fahrzeuggeschwindigkeiten gefahren. Die Aufprallfläche wird in einer Ausführungsart jedes Mal direkt beim Über- oder Unterschreiten einer Grenzgeschwindigkeit verstellt, was zu häufigen Verstellvorgängen innerhalb einer kurzen Zeit führen kann. In einer besonders vorteilhaften Ausführung gemäß Anspruch 13 wird eine Häufigkeit des Verstellens reduziert, indem für einen Verstellvorgang eine Totzeit berücksichtigt wird, innerhalb derer kein Verstellen stattfindet. Hierdurch wird beispielsweise das Verstellen der Aufprallfläche von der Grundstellung in die Wirkstellung vermieden, wenn sich die Fahrzeug-

geschwindigkeit nur kurzzeitig zwischen der unteren und der oberen Grenzgeschwindigkeit befindet. Dies ist besonders vorteilhaft bei einem zügigen Abbremsen des Fahrzeuges mit der Fahrzeuggeschwindigkeit, welche größer ist als die obere Grenzgeschwindigkeit, bis zum Stillstand des Fahrzeugs.

[0060] In einer weiteren Ausführung wird nach einem Verstellvorgang die Totzeit berücksichtigt, innerhalb derer kein weiteres Verstellen stattfindet. In einer speziellen Ausführungsform ist die Totzeit bevorzugt für ein erfolgtes Verstellen der Aufprallfläche in Wirkstellung wirksam und weniger oder gar nicht für ein erfolgtes Verstellen der Aufprallfläche in Grundstellung. Dadurch wird die Aufprallfläche ohne Zeitverzug in Wirkstellung gestellt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit den für den Fußgängerschutz relevanten Bereich zwischen der oberen und der unteren Grenzgeschwindigkeit erreicht. Beim Unterschreiten dieses Bereiches der Fahrzeuggeschwindigkeit wird eine Totzeit berücksichtigt, innerhalb derer keine Verstellung der Aufprallfläche in die Grundstellung erfolgt. Erst wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit innerhalb von beispielsweise einigen Sekunden oder Minuten nicht erneut den für den Fußgängerschutz relevanten Geschwindigkeitsbereich erreicht, wird die Aufprallfläche in die Grundstellung gestellt. Die Aufprallfläche wird ebenfalls in Grundstellung gestellt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit die obere Grenzgeschwindigkeit überschreitet.

[0061] In einer alternativen oder ergänzenden Ausführung gemäß Anspruch 13 erfolgt das Verstellen der Aufprallfläche in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit entsprechend einer bekannten Hysterese-Kennlinie. Hierfür wird für zumindest eine der beiden Grenzgeschwindigkeiten ein Geschwindigkeitsschwellwert definiert, welcher von der jeweiligen Grenzgeschwindigkeit abweicht. Bei der Hysterese-Kennlinie wird die Historie der Fahrzeuggeschwindigkeit berücksichtigt und unterschieden, von welcher Richtung eine Grenzgeschwindigkeit oder ein Geschwindigkeitsschwellwert überschritten wird. In einer beispielhaften Ausführungsart erfolgt eine Verstellung nur dann, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit sinkt und die Grenzgeschwindigkeit überschritten wird oder wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit steigt und der Geschwindigkeitsschwellwert überschritten wird.

[0062] In einer erweiterten Ausführung ist sowohl für die untere als auch für die obere Grenzgeschwindigkeit jeweils ein Geschwindigkeitsschwellwert definiert. Dabei sind für steigende Fahrzeuggeschwindigkeiten die zwei Grenzgeschwindigkeiten und für sinkende Fahrzeuggeschwindigkeiten die zwei Geschwindigkeitsschwellwerte wirksam für ein Verstellen der Aufprallfläche.

[0063] Zur Verfeinerung des Verfahrens erfolgt in einer weiteren Ausführungsart gemäß Anspruch 14 eine Anpassung der oberen oder der unteren Grenzgeschwindigkeit an eine länderspezifische Besonderheit, eine fahrzeugspezifische Eigenheit, eine Fahrzeugposition, eine Zeit oder an einen Insassenwunsch. Die Anpassung erfolgt statisch oder dynamisch. Eine statische Anpassung ist beispielsweise fest in ein Steuergerät, von welchem das Verfahren durchgeführt wird, einprogrammiert. Bei einer dynamischen Anpassung wird zumindest eine Grenzgeschwindigkeit während eines Fahrbetriebs des Fahrzeugs angepasst.

[0064] Beispiele für länderspezifische Besonderheiten sind Gesetze, Bewertungsverfahren (Ratings) oder Geschwindigkeitsbegrenzungen etwa in Städten. Fahrzeugspezifische Eigenheiten können zum Beispiel Fahrzeugtyp und dessen konstruktiven Einflüsse auf den Fußgängerschutz, Motorisierung und deren Einfluss auf einen Deformationsfreiraum der Motorhaube oder Sonderausstattungen wie etwa ein sogenannter Kuhfänger vor dem Kühler sein. Auch eine Fahrzeugdeformation bei einem Unfall ist eine fahrzeugspezifische Eigenheit. Eine Abhängigkeit zumindest einer Grenzgeschwindigkeit von der Fahrzeugposition, welche etwa von dem Steuergerät aus einem Navigationssystem ausgelesen werden kann, erlaubt beispielsweise eine Unterscheidung, ob das Fahrzeug sich in der Stadt oder auf einer Autobahn befindet. In der Stadt kann dann die Aufprallfläche in einem größeren Geschwindigkeitsbereich in die Wirkstellung gestellt werden, wohingegen der Geschwindigkeitsbereich für die Wirkstellung auf der Autobahn reduziert werden kann, was zum Beispiel für Stausituationen relevant ist. Bei einer weiteren Ausführungsform kann ein Insasse des Fahrzeuges im sinnvollen Rahmen zumindest eine Grenzgeschwindigkeit nach seinem Wunsch ändern.

[0065] Es sind weitere Ausführungsarten möglich, welche weitere Eingangsgrößen bei der Anpassung der oberen oder der unteren Grenzgeschwindigkeit oder bei der Verstellung der Aufprallfläche berücksichtigen. Beispielsweise kann ein Kamerasystem mit Bilderkennung Fußgänger erkennen. Wird als Eingangsgröße ein Fußgänger in einem für den Fußgängerschutz relevanten Bereich erkannt, wird die Aufprallfläche in Wirkstellung gestellt.

[0066] In einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Lösung wird das Design des Fahrzeugs, also dessen Erscheinungsbild, in Abhängigkeit der Fahrzeuggeschwindigkeit gezielt beeinflusst. Durch ein solches aktives Design kann beispielsweise ein Geländewagen im Stadtverkehr durch die in der Wirkstellung befindliche Aufprallfläche ein beeindruckenderes Aussehen aufweisen als dies mit der in der Grundstellung befindlichen Aufprallfläche der Fall ist.

[0067] In einer weiteren Ausgestaltung wird die geschwindigkeitsabhängige Verstellung der Aufprallfläche in der Art ausgelegt, dass das Fahrzeug ein aerodynamisch besonders günstiges Verhalten zur Reduktion seines Luftwiderstandes aufweist, oder dass Windgeräusche, welche durch einen Fahrtwind verursacht werden, reduziert werden.

[0068] In einer erweiterten Ausgestaltung wird eine noch genauere Auslegung der Aufprallfläche bezüglich eines aerodynamisch geringen Luftwiderstandes oder aeroakustisch geringer Windgeräusche in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit durch eine Abhängigkeit der Wirkstellung von der Fahrzeuggeschwindigkeit ermöglicht. Bei der Abhängigkeit der Wirkstellung von der Fahrzeuggeschwindigkeit verändert sich die Lage der Aufprallfläche in Wirkstellung in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit. Es sind für unterschiedliche Fahrzeuggeschwindigkeiten oder unterschiedliche Bereiche der Fahrzeuggeschwindigkeit mehrere unterschiedliche Wirkstellungen mit unterschiedlicher Lage der Aufprallfläche festgelegt. Es wird die jeweils für eine aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit gültige Wirkstellung für die Verstellung der Aufprallfläche ausgewählt, was beispielsweise durch ein Steuergerät erfolgen kann. Bei einer Vielzahl von von der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängigen Wirkstellungen ist eine kontinuierliche Verstellung der Aufprallfläche möglich.

[0069] Die Abhängigkeit der Wirkstellung der Aufprallfläche von der Fahrzeuggeschwindigkeit wird in einer Ausführungsform vorteilhaft für eine der Fahrzeuggeschwindigkeit angepassten Fähigkeit zur Energieabsorption der Aufpralldämpfungs Vorrichtung genutzt. Der Abstand der Aufprallfläche kann in einer beispielhaften Ausführung in Wirkstellung in Bezug auf die Aufprallfläche in Grundstellung mit steigender Fahrzeuggeschwindigkeit – bis zur oberen Grenzgeschwindigkeit – zunehmen. Dadurch wird bei einer – zwischen der unteren und der oberen Grenzgeschwindigkeit – steigenden Fahrzeuggeschwindigkeit durch den ebenfalls steigenden Abstand der Aufprallfläche zu ihrer Grundstellung die Fähigkeit der Aufpralldämpfungs Vorrichtung zur Energieabsorption bei einer Kollision mit einem Fußgänger erhöht.

[0070] In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird bei der Abhängigkeit der Wirkstellung der Aufprallfläche von der Fahrzeuggeschwindigkeit eine bei einer Kollision mit einem Fußgänger voraussichtliche geschwindigkeitsabhängige Aufprallstelle des Fußgängers auf die Aufprallfläche berücksichtigt. Beispielsweise kann bei einer Motorhaube als Aufprallfläche der vordere Teil der Motorhaube bei niedrigeren Fahrzeuggeschwindigkeiten und der hintere Teil der Motorhaube bei höheren Fahrzeuggeschwindigkeiten aufgestellt werden.

[0071] In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird das beschriebene Verfahren von dem Steuergerät durchgeführt, durch welches die Verstellvorrichtung ansteuerbar ist.

[0072] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird in exemplarischer Weise mit Bezug auf die Zeichnung beschrieben.

[0073] Dabei zeigen:

[0074] **Fig. 1** eine Fahrzeugfront eines Fahrzeugs mit einer hinteren Verstelleinrichtung und einer Aufprallfläche in Grundstellung;

[0075] **Fig. 2** die Fahrzeugfront des Fahrzeugs aus **Fig. 1** mit der hinteren Verstelleinrichtung und der Aufprallfläche in Wirkstellung;

[0076] **Fig. 3** die Fahrzeugfront eines Fahrzeugs mit der hinteren und einer vorderen Verstelleinrichtung und der Aufprallfläche in Wirkstellung;

[0077] **Fig. 4** ein Diagramm eines Kraftverlaufes;

[0078] **Fig. 5** eine Hysterese-Kennlinie.

[0079] In **Fig. 1** ist eine Fahrzeugfront eines Fahrzeugs **1** mit einer Motorhaube **2** als Aufprallfläche und eine durch eine Karosserie verdeckte hintere Verstellvorrichtung **3** dargestellt. Die Aufprallfläche befindet sich in einer Grundstellung.

[0080] In **Fig. 2** ist die Fahrzeugfront des Fahrzeugs **1** mit der Motorhaube **2** als Aufprallfläche und der teilweise durch die Karosserie verdeckten hinteren Verstellvorrichtung **3** dargestellt. Ein nicht gezeigtes Steuergerät hat die hintere Verstellvorrichtung **3** derart angesteuert, dass die hintere Verstellvorrichtung **3** die Motorhaube **2** als Aufprallfläche in eine Wirkstellung gestellt hat. Die Wirkstellung der Motorhaube **2** ist im Bereich der Verstellvorrichtung etwa 10 cm von der Grundstellung beabstandet.

[0081] **Fig. 3** zeigt in einer weiteren Ausführungsform die Fahrzeugfront des Fahrzeugs **1'** mit einer Motorhaube **2'** als Aufprallfläche in Wirkstellung, eine teilweise durch die Karosserie verdeckte hintere Verstellvorrichtung **3'** und eine zusätzliche vordere Verstellvorrichtung **4**. In der weiteren Ausführungsform hat das Steuergerät zusätzlich zur hinteren Verstellvorrichtung **3'** auch die vordere Verstellvorrichtung **4** derart angesteuert, dass beide Verstellvorrichtungen **3', 4** die Motorhaube **2'** als Aufprallfläche in eine andere Wirkstellung gestellt haben.

[0082] In der Zeichnung sind der besseren Übersicht halber keine zusätzlichen Verstellvorrichtungen dargestellt, welche auf der nicht dargestellten Seite der Motorhaube, gegenüberliegend zu den Verstellvor-

richtungen **3, 4**, für eine gleichmäßige Verstellung der Motorhaube **2** sorgen.

[0083] Im Folgenden wird eine beispielhafte Fahrt mit dem Fahrzeug **1**, hinsichtlich eines Verfahrens für ein Verstellen der Motorhaube **2** beschrieben. Ein in der Zeichnung nicht dargestelltes Steuergerät erfasst eine Fahrzeuggeschwindigkeit des Fahrzeugs **1** und wertet diese aus. Das Steuergerät steuert die Verstellvorrichtung **3** in der Art an, dass in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit gemäß dem Verfahren ein Verstellen der Aufprallfläche in eine Grundstellung oder in eine Wirkstellung erfolgt. Eine untere Grenzgeschwindigkeit beträgt beispielsweise 15 km/h, eine obere Grenzgeschwindigkeit beträgt beispielsweise 55 km/h. Eine Totzeit, welche ausschließlich bei sinkenden Fahrzeuggeschwindigkeiten berücksichtigt wird, beträgt beispielsweise fünf Sekunden.

[0084] Das Fahrzeug **1** steht auf einer Abfahrtposition mit 0 km/h. Die Motorhaube **2** befindet sich in Grundstellung, wie dies in [Fig. 1](#) dargestellt ist. Mit der Motorhaube **2** in Grundstellung ist ein unter der Motorhaube befindlicher Motorraum mit darin verbauten Komponenten gegen äußere Einflüsse wie beispielsweise Regen geschützt. Das Fahrzeug **1** beschleunigt vorwärts auf 5 km/h. Die Motorhaube **2** bleibt in der Grundstellung, da die Fahrzeuggeschwindigkeit geringer ist als die untere Grenzgeschwindigkeit, welche 15 km/h beträgt. Das Fahrzeug **1** beschleunigt weiter. Sobald die Fahrzeuggeschwindigkeit größer als 15 km/h ist, steuert das Steuergerät die Verstellvorrichtung **3** derart an, dass das Verstellen der Motorhaube **2** von der Grundstellung in die Wirkstellung erfolgt. Das Fahrzeug **1** mit der Motorhaube **2** in Wirkstellung ist in [Fig. 2](#) gezeigt. Durch einen im Vergleich zur Grundstellung vergrößerten möglichen Deformationsweg der Motorhaube **2** in Wirkstellung ist nun ein erweiterter Fußgängerschutz präventiv wirksam, welcher durch eine die Motorhaube **2** und die Verstellvorrichtung **3** umfassende Aufpralldämpfungs Vorrichtung bereitgestellt wird.

[0085] Das Fahrzeug **1** beschleunigt weiterhin. Sobald die Fahrzeuggeschwindigkeit größer als 55 km/h ist, steuert das Steuergerät die Verstellvorrichtung **3** derart an, dass das Verstellen der Motorhaube **2** von der Wirkstellung in die Grundstellung erfolgt, da die Fahrzeuggeschwindigkeit größer als die obere Grenzgeschwindigkeit ist. Damit besitzt das Fahrzeug **1** für schnellere Überlandfahrten eine aerodynamisch oder eine aeroakustisch günstigere Eigenschaft als dies mit der Motorhaube **2** in der Wirkstellung der Fall wäre.

[0086] Vor einer roten Ampel bremst das Fahrzeug **1** zügig bis zum Stillstand ab. Dabei unterschreitet die Fahrzeuggeschwindigkeit zunächst die obere Grenzgeschwindigkeit von 55 km/h. Das Steuergerät war-

tet mit einem Ansteuern der Verstellvorrichtung **3** die nur für sinkende Fahrzeuggeschwindigkeiten gültige Totzeit von fünf Sekunden ab. In dieser Zeit steuert das Steuergerät die Verstellvorrichtung nicht an. Die Motorhaube wird demnach wegen der Totzeit zunächst nicht in die Wirkstellung gestellt sondern verbleibt in der Grundstellung. Innerhalb der Totzeit sinkt die Fahrzeuggeschwindigkeit unter die untere Grenzgeschwindigkeit. Das Verstellen der Motorhaube **2** in die Wirkstellung ist damit hinfällig, da sich die Motorhaube **2** bereits in der für die Fahrzeuggeschwindigkeit unterhalb der unteren Grenzgeschwindigkeit gültigen Grundstellung befindet. Das Ansteuern der Verstellvorrichtung **3** unterbleibt, die Motorhaube **2** verbleibt in der in [Fig. 1](#) dargestellten Grundstellung.

[0087] In [Fig. 4](#) ist beispielhaft ein günstiger prinzipieller Kraftverlauf für ein Zurückweichen der Aufprallfläche **2, 2'** dargestellt, welcher mittels eines Kraftdrücktests ermittelt wird. Dabei wird ein Stempel mit einer ansteigenden Kraft F gegen die Aufprallfläche **2, 2'** gedrückt, wobei die Kraft F und ein Weg s der unter der Kraft F zurückweichenden Aufprallfläche **2, 2'** gemessen und in einem Kraft-Weg Diagramm aufgetragen wird. Eine Kraftrichtung, in welche der Stempel gedrückt wird, entspricht einer erwarteten Aufprallrichtung, in welcher ein Fußgänger bei einer Kollision mit dem Fahrzeug **1, 1'** auf die Aufprallfläche **2, 2'** auftrifft. In dem Diagramm steigt die Kraft F von unten nach oben an, der Weg s steigt in dem Diagramm von links nach rechts an.

[0088] In das Diagramm ist eine maximale Weggrenze s_{max} eingetragen, welche den maximal möglichen Weg s angibt, welchen die Aufprallfläche **2, 2'** zurückweichen kann ohne dass ein Kontakt mit einem benachbarten Bauteil die Aufprallfläche **2, 2'** am weiteren Zurückweichen hindert. In dem Diagramm sind zudem eine untere Kraftgrenze F_u , eine obere Kraftgrenze F_o , eine Loslaufkraft F_1 und eine Verwendungskraft F_2 eingezeichnet.

[0089] Die untere Kraftgrenze F_u gibt an, welche Kraft F mindestens notwendig ist, damit ein mit der Fahrzeuggeschwindigkeit v auf die Aufprallfläche **2, 2'** auftreffender Körper abgebremst wird, ohne dass die Aufprallfläche **2, 2'** beim Zurückweichen die maximale Weggrenze s_{max} überschreitet. Die obere Kraftgrenze F_o gibt an, welche Kraft F ein bei einer Kollision auf die Aufprallfläche **2, 2'** auftreffender Körper als Belastungsgrenze maximal aushält über eine Zeitdauer, welche für sein Abbremsen notwendig ist. Verläuft der Kraftverlauf innerhalb der unteren Kraftgrenze F_u und der oberen Kraftgrenze F_o , so ist demnach sichergestellt, dass der auf die Aufprallfläche **2, 2'** mit der Fahrzeuggeschwindigkeit v auftreffende Körper abgebremst wird ohne dass die Belastungsgrenze des Körpers überschritten wird.

[0090] Die durchgezogene Linie im Diagramm in [Fig. 4](#) gibt den günstigen prinzipiellen Kraftverlauf für das Zurückweichen der Aufprallfläche **2, 2'** wieder. Bei Kräften F , welche kleiner sind als die untere Kraftgrenze F_u , federt die Aufprallfläche **2, 2'** einen geringen Weg s elastisch zurück. In einem Bereich zwischen der unteren Kraftgrenze F_u und der oberen Kraftgrenze F_o weicht die Aufprallfläche **2, 2'** unter der Kraft F in dieser Ausführung plastisch zurück, was an einem abknickenden Kraftverlauf zu erkennen ist. In dem Beispiel ist ein progressiver Kraftverlauf gezeigt, bei welchem die Kraft F , welche für das Zurückweichen der Aufprallfläche **2, 2'** erforderlich ist, mit steigendem Weg s der zurückweichenden Aufprallfläche **2, 2'** ebenfalls ansteigt. Erreicht die Aufprallfläche **2, 2'** die maximale Weggrenze s_{max} , wird die Aufprallfläche **2, 2'** durch ein benachbartes Bauteil am weiteren Zurückweichen gehindert. Hierdurch steigt der Kraftverlauf ab der maximalen Weggrenze s_{max} steil an, was in dem Kraftdrucktest zu ermitteln ist.

[0091] Auf den bei einer Kollision auf die Aufprallfläche **2, 2'** treffenden Körper wirkt während des Zurückweichens der Aufprallfläche **2, 2'** die stets oberhalb der unteren Kraftgrenze F_u verlaufende Kraft F . Daher wird der Körper bei oben beschriebener Auslegung die Aufprallfläche **2, 2'** nicht weiter als bis zur maximalen Weggrenze s_{max} verschieben können.

[0092] Eine spezielle Ausführungsform berücksichtigt Belastungen, welche bei einem bestimmungsgemäßen Betrieb des Fahrzeuges **1, 1'** auf die Aufprallfläche **2, 2'** einwirken können, durch welche die auf die Aufprallfläche **2, 2'** wirkende Verwendungskraft F_2 auftritt. Eine Verwendungskraft F_2 kann beispielsweise durch einen auf die Aufprallfläche **2, 2'** wirkenden Fahrtwind auftreten. Wenn die Verwendungskraft F_2 eine Kraft F überschreitet, ab welcher die Aufprallfläche **2, 2'** zurückweicht, wird die Aufprallfläche **2, 2'** bereits durch die Verwendungskraft F_2 zurückweichen, was einen Fußgängerschutz einschränken würde. Um dies zu verhindern, wird in der speziellen Ausführungsform der Kraftverlauf für das Zurückweichen der Aufprallfläche **2, 2'** anfangs mit der über einen kurzen Weg wirkenden Loslaufkraft F_1 versehen, wobei die Loslaufkraft F_1 größer als die Verwendungskraft F_2 sein muss. Ein Ausführungsbeispiel zur Erzielung der Loslaufkraft F_1 ist ein Scherstift in der Verstellvorrichtung **3, 3'**, welcher durch die auf die Aufprallfläche **2, 2'** wirkende Kraft F durchtrennt werden muss, bevor die Aufprallfläche **2, 2'** zurückweichen kann. Im Diagramm ist der durch die Loslaufkraft F_1 wirkende, anfangs erhöhte Teil des Kraftverlaufs durch die strichpunktierte Spitze gezeigt, welche in der speziellen Ausführungsform statt des direkt darunter liegenden Kraftverlaufes gilt. Die Loslaufkraft kann entsprechend biomechanischer Belastungsgrenzen für den Körper kurzzeitig größer sein als die für länger andauernde Belastungen gültige obere Kraftgrenze F_o . In einigen Bewertungsverfah-

ren werden beispielsweise nur solche Belastungen als relevant erachtet, welche mindestens über eine Zeitdauer von 3 ms auf den Körper einwirken.

[0093] In einer beispielhaften Ausführung erfolgt das Verstellen der Aufprallfläche **2, 2'** in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit v entsprechend einer in [Fig. 5](#) gezeigten Hysterese-Kennlinie. Auf der waagerechten Achse ist die Fahrzeuggeschwindigkeit v aufgetragen. Die Fahrzeuggeschwindigkeit v nimmt von links nach rechts zu. Auf der senkrechten Achse ist die Position (P) der Aufprallfläche **2, 2'** dargestellt: Mit punktierten Linien sind die Wirkstellung WS und die Grundstellung GS der Aufprallfläche markiert. Auf der Achse für die Fahrzeuggeschwindigkeit v sind die untere Grenzgeschwindigkeit u_{GG} und die obere Grenzgeschwindigkeit o_{GG} gestrichelt und ein unterer Geschwindigkeitsschwellwert u_{GS} und ein oberer Geschwindigkeitsschwellwert o_{GS} strichpunktiert markiert. Die Grenzgeschwindigkeiten u_{GG} , o_{GG} sind nur für steigende Fahrzeuggeschwindigkeiten v gültig, die Geschwindigkeitsschwellwerte u_{GS} , o_{GS} sind nur für sinkende Fahrzeuggeschwindigkeiten v gültig.

[0094] Die durchgezogene Hysterese-Kennlinie zeigt die Position (P) der Aufprallfläche **2, 2'** in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit v . Dabei wird die Historie der Fahrzeuggeschwindigkeit v berücksichtigt und unterschieden, ob eine Grenzgeschwindigkeit u_{GG} , o_{GG} oder ein Geschwindigkeitsschwellwert u_{GS} , o_{GS} von einer steigenden oder von einer sinkenden Fahrzeuggeschwindigkeit überschritten wird. Die waagerechten Pfeile auf der Hysterese-Kennlinie zeigen an, in welche Richtung Änderungen der Fahrzeuggeschwindigkeit v in dem jeweiligen Abschnitt der Hysterese-Kennlinie möglich sind. Die senkrechten Pfeile auf der Hysterese-Kennlinie zeigen an, in welche Richtung Änderungen der Position (P) der Aufprallfläche **2, 2'** in dem jeweiligen Abschnitt der Hysterese-Kennlinie möglich sind.

[0095] Um die Funktion der Hysterese-Kennlinie beispielhaft darzustellen, wird im Folgenden beschrieben, wie sich die Position (P) der Aufprallfläche **2, 2'** ändert, wenn das Fahrzeug **1, 1'** aus dem Stillstand kontinuierlich bis über die obere Grenzgeschwindigkeit o_{GG} beschleunigt und anschließend wieder bis zum Stillstand abbremsst. Im Stillstand befindet sich die Aufprallfläche **2, 2'** in der Grundstellung GS . Das Fahrzeug **1, 1'** beschleunigt. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit v den unteren Geschwindigkeitsschwellwert u_{GS} überschreitet, wird die Aufprallfläche **2, 2'** nicht verstellt, da der untere Geschwindigkeitsschwellwert u_{GS} nur für eine sinkende Fahrzeuggeschwindigkeit v gültig ist. Sobald die Fahrzeuggeschwindigkeit v die untere Grenzgeschwindigkeit u_{GG} überschreitet, wird die Aufprallfläche **2, 2'** von der Grundstellung GS in die Wirkstellung WS verstellt. Bei der schematischen Hysterese-Kennlinie

wird eine Zeitdauer, welche für eine Verstellung der Aufprallfläche **2, 2'** notwendig ist, nicht berücksichtigt.

[0096] Das Fahrzeug **1, 1'** beschleunigt weiter. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit v den oberen Geschwindigkeitsschwellwert oGS überschreitet, wird die Aufprallfläche **2, 2'** nicht verstellt, da der obere Geschwindigkeitsschwellwert oGS nur für eine sinkende Fahrzeuggeschwindigkeit v gültig ist. Sobald die Fahrzeuggeschwindigkeit v die obere Grenzgeschwindigkeit oGG überschreitet, wird die Aufprallfläche **2, 2'** von der Wirkstellung WS in die Grundstellung GS verstellt.

[0097] Das Fahrzeug bremst im Folgenden kontinuierlich ab. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit v die obere Grenzgeschwindigkeit oGG in Richtung kleinerer Fahrzeuggeschwindigkeiten v überschreitet, wird die Aufprallfläche **2, 2'** nicht verstellt, da die obere Grenzgeschwindigkeit oGG nur für eine steigende Fahrzeuggeschwindigkeit v gültig ist. Sobald die Fahrzeuggeschwindigkeit v den oberen Geschwindigkeitsschwellwert oGS überschreitet, wird die Aufprallfläche **2, 2'** von der Grundstellung GS in die Wirkstellung WS verstellt.

[0098] Das Fahrzeug bremst weiter ab. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit v die untere Grenzgeschwindigkeit uGG in Richtung kleinerer Fahrzeuggeschwindigkeiten v überschreitet, wird die Aufprallfläche **2, 2'** nicht verstellt, da die untere Grenzgeschwindigkeit uGG nur für eine steigende Fahrzeuggeschwindigkeit v gültig ist. Sobald die Fahrzeuggeschwindigkeit v den unteren Geschwindigkeitsschwellwert uGS überschreitet, wird die Aufprallfläche **2, 2'** von der Wirkstellung WS in die Grundstellung GS verstellt. Das Fahrzeug **1, 1'** bleibt mit der Aufprallfläche **2, 2'** in Grundstellung stehen.

[0099] Bei der Festlegung der Grenzgeschwindigkeiten uGG , oGG und der Geschwindigkeitsschwellwerte uGS , oGS ist zu beachten, dass bei derjenigen Grenzgeschwindigkeit uGG , oGG oder bei demjenigen Geschwindigkeitsschwellwert uGS , oGS , für welche oder welchen die kleinste Fahrzeuggeschwindigkeit v als Grenz- oder Schwellwert festgelegt ist, die Aufprallfläche **2, 2'** bei einer sinkenden Fahrzeuggeschwindigkeit v in die Grundstellung GS verstellt wird. Ebenso ist zu beachten, dass bei derjenigen Grenzgeschwindigkeit uGG , oGG oder bei demjenigen Geschwindigkeitsschwellwert uGS , oGS , für welche oder welchen die größte Fahrzeuggeschwindigkeit v als Grenz- oder Schwellwert festgelegt ist, die Aufprallfläche **2, 2'** bei einer steigenden Fahrzeuggeschwindigkeit v in die Grundstellung GS verstellt wird. Hierdurch wird eine unplausible Position (P) der Aufprallfläche **1, 1'** vermieden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 3051041 C2 [0003]
- DE 102004004987 A1 [0004]
- FR 2836879 A1 [0005]
- EP 0367230 B1 [0006]

Patentansprüche

1. Aufpralldämpfungs Vorrichtung für ein Fahrzeug (1, 1') umfassend eine Aufprallfläche (2, 2') im Bereich einer Außenhülle des Fahrzeugs (1, 1') und eine Verstellvorrichtung (3, 3', 4), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufprallfläche (2, 2') eine Motorhaube (2, 2'), eine Dachsäule, ein Kühlergrill, ein Scheinwerfer oder eine Fläche im Bereich einer Windschutzscheibe ist, wobei die Aufprallfläche (2, 2') durch die an dem Fahrzeug (1, 1') befestigte Verstellvorrichtung (3, 3', 4) in Abhängigkeit einer Fahrzeuggeschwindigkeit (v) von einer Grundstellung (GS) in eine Wirkstellung (WS) und zurück beweglich ist.

2. Aufpralldämpfungs Vorrichtung für ein Fahrzeug (1, 1') umfassend eine Aufprallfläche (2, 2') im Bereich einer Außenhülle des Fahrzeugs (1, 1') und eine Verstellvorrichtung (3, 3', 4), wobei die Aufprallfläche (2, 2') durch die an dem Fahrzeug (1, 1') befestigte Verstellvorrichtung (3, 3', 4) in Abhängigkeit einer Fahrzeuggeschwindigkeit (v) von einer Grundstellung (GS) in eine Wirkstellung (WS) und zurück beweglich ist, dadurch gekennzeichnet, dass die in Wirkstellung (WS) befindliche Aufprallfläche (2, 2') zumindest in Teilen nennenswert zurückweicht oder verformt wird, wenn eine effektive Kraft (F) auf die Aufprallfläche (2, 2') wirkt, welche kleiner als 10 000 N ist.

3. Aufpralldämpfungs Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufprallfläche (2, 2') eine Motorhaube (2, 2'), eine Dachsäule, ein Stoßfänger, ein Kühlergrill, ein Scheinwerfer oder eine Fläche im Bereich einer Windschutzscheibe ist.

4. Aufpralldämpfungs Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Wirkstellung (WS) von der Grundstellung (GS) im Wesentlichen in der Richtung beabstandet ist, aus welcher ein Aufprall eines Fußgängers bei einer Kollision mit dem Fahrzeug (1, 1') zu erwarten ist.

5. Aufpralldämpfungs Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein separates Dämpfungselement von der Aufprallschutzvorrichtung umfasst ist, wobei das Dämpfungselement in seiner Position, Orientierung, Ausdehnung oder Beschaffenheit in Abhängigkeit davon veränderbar ist, ob sich die Aufprallfläche (2, 2') in der Grundstellung (GS) oder in der Wirkstellung (WS) befindet.

6. Aufpralldämpfungs Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein aufprallbedingtes Zurückweichen oder Verformen der Aufprallfläche (2, 2') mit einem definierten Kraftverlauf erfolgt, wobei der Kraftverlauf eine erhöhte Loslaufkraft (F1) aufweist oder der Kraftverlauf konstant oder progressiv erfolgt, wobei ein

progressiver Kraftverlauf kontinuierlich oder gestuft ansteigt.

7. Aufpralldämpfungs Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufpralldämpfungs Vorrichtung eine Aufprallenergie einer auf die Aufprallfläche (2, 2') auftretenden Masse nicht nur in der Wirkstellung (WS) der Aufprallfläche (2, 2') sondern auch in deren Grundstellung (GS) zumindest teilweise absorbiert.

8. Aufpralldämpfungs Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine durch das aufprallbedingte Zurückweichen oder Verformen der Aufprallfläche (2, 2') bedingte Belastungsspitze durch einen Kontakt der Aufprallfläche (2, 2') mit einem benachbarten Bauteil des Fahrzeugs (1, 1') mit einem konstruktiven Mittel zur Beabstandung, einem konstruktiven Mittel zur Ausparung oder mit einem konstruktiven Mittel zum Deformationsverhalten vermieden oder zumindest reduziert wird.

9. Aufpralldämpfungs Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine durch das aufprallbedingte Zurückweichen oder Verformen der Aufprallfläche (2, 2') bedingte Belastungsspitze durch einen Kontakt der Aufprallfläche (2, 2') mit einem benachbarten Bauteil des Fahrzeugs (1, 1') an einer Kontaktfläche durch einen Dämpfer oder durch eine Maximierung der Kontaktfläche reduziert wird.

10. Aufpralldämpfungs Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für einen Bereich zwischen der Aufprallfläche (2, 2') und einem benachbarten Sichtteil des Fahrzeugs (1, 1') zumindest ein abdeckendes Element vorgesehen ist, welches einen in Wirkstellung (WS) der Aufprallfläche (2, 2') zwischen der Aufprallfläche (2, 2') und dem benachbarten Sichtteil des Fahrzeugs (1, 1') bestehenden Spalt abdeckt ohne eine Bewegung der Aufprallfläche (2, 2') in die Grundstellung (GS) wesentlich zu behindern.

11. Verfahren für ein Verstellen einer Aufprallfläche (2, 2') einer Aufpralldämpfungs Vorrichtung im Bereich einer Außenhülle eines Fahrzeugs (1, 1') von einer Grundstellung (GS) in eine Wirkstellung (WS) und zurück, wobei das Verstellen in Abhängigkeit von einer Fahrzeuggeschwindigkeit (v) erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass das Verstellen der Aufprallfläche (2, 2') in die Wirkstellung (WS) erfolgt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit (v) größer ist als eine untere Grenzgeschwindigkeit (uGG), und gleichzeitig die Fahrzeuggeschwindigkeit (v) geringer ist als eine obere Grenzgeschwindigkeit (oGG), und dass das Verstellen der Aufprallfläche (2, 2') in die Grundstellung (GS) erfolgt, wenn die Fahrzeug-

geschwindigkeit (v) geringer ist als die untere Grenzgeschwindigkeit (uGG),
und dass das Verstellen der Aufprallfläche (**2, 2'**) in die Grundstellung (GS) erfolgt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit (v) größer ist als die obere Grenzgeschwindigkeit (oGG).

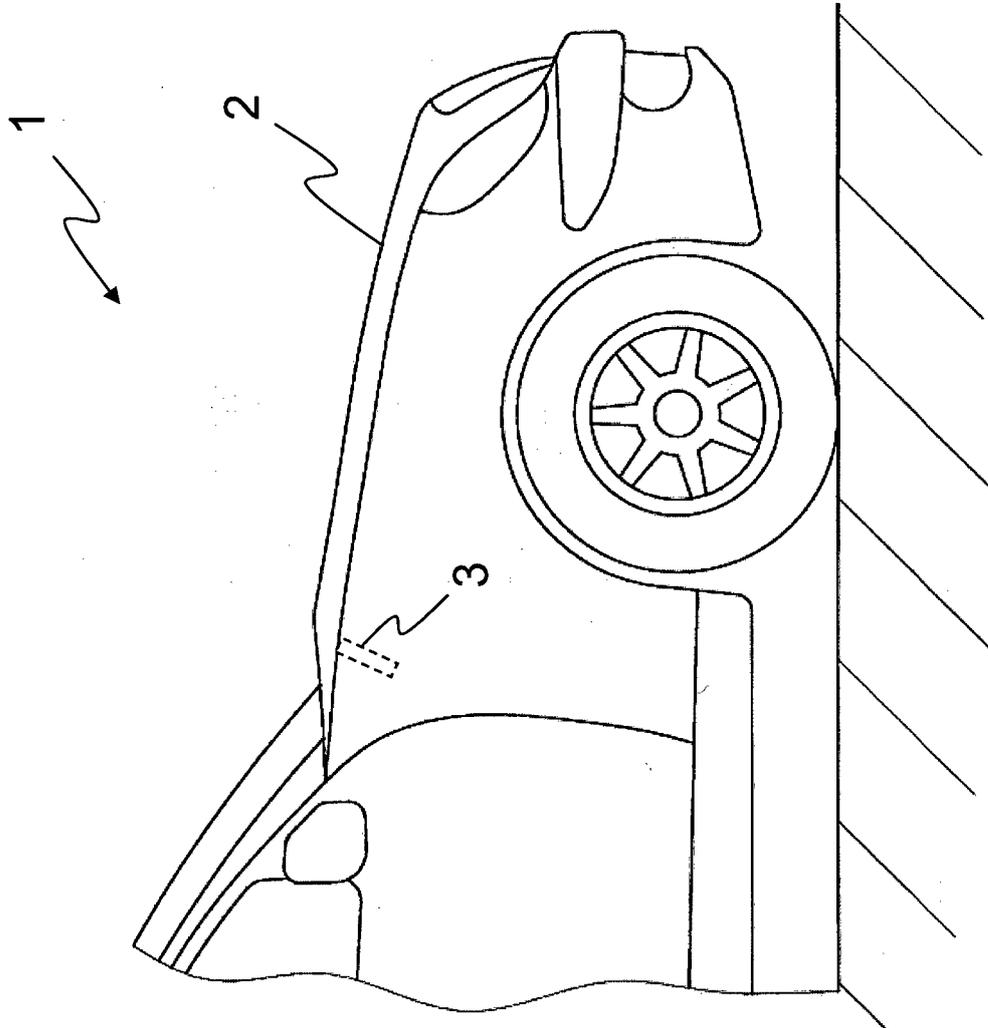
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass sich die untere Grenzgeschwindigkeit (uGG) in einem Bereich zwischen größer 10 km/h und kleiner 35 km/h befindet, und dass sich die obere Grenzgeschwindigkeit (oGG) in einem Bereich zwischen größer 40 km/h und kleiner 70 km/h befindet.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine Häufigkeit des Verstellens reduziert wird, indem für das Verstellen eine Totzeit berücksichtigt wird, innerhalb derer kein Verstellen stattfindet, oder indem das Verstellen in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit (v) entsprechend einer Hysterese-Kennlinie erfolgt, wobei für zumindest eine der beiden Grenzgeschwindigkeiten (uGG , oGG) ein Geschwindigkeitsschwellwert (uGS , oGS) definiert ist, welcher von der jeweiligen Grenzgeschwindigkeit (uGG , oGG) abweicht.

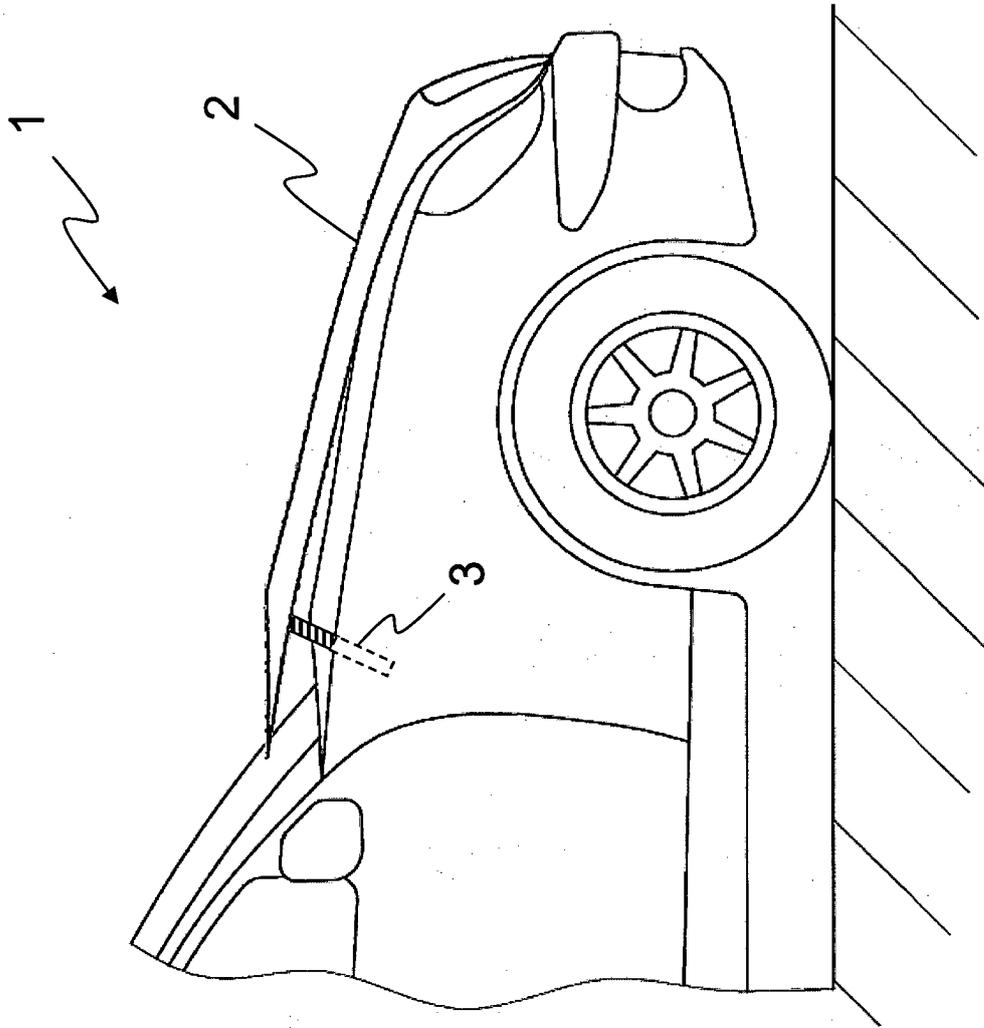
14. Verfahren nach Anspruch 11, 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anpassung der oberen Grenzgeschwindigkeit (oGG) oder der unteren Grenzgeschwindigkeit (uGG) erfolgt an eine länderspezifische Besonderheit, eine fahrzeugspezifische Eigenheit, eine Fahrzeugposition, eine Zeit oder an einen Insassenwunsch, wobei die Anpassung statisch oder dynamisch erfolgt.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



Figur 1



Figur 2

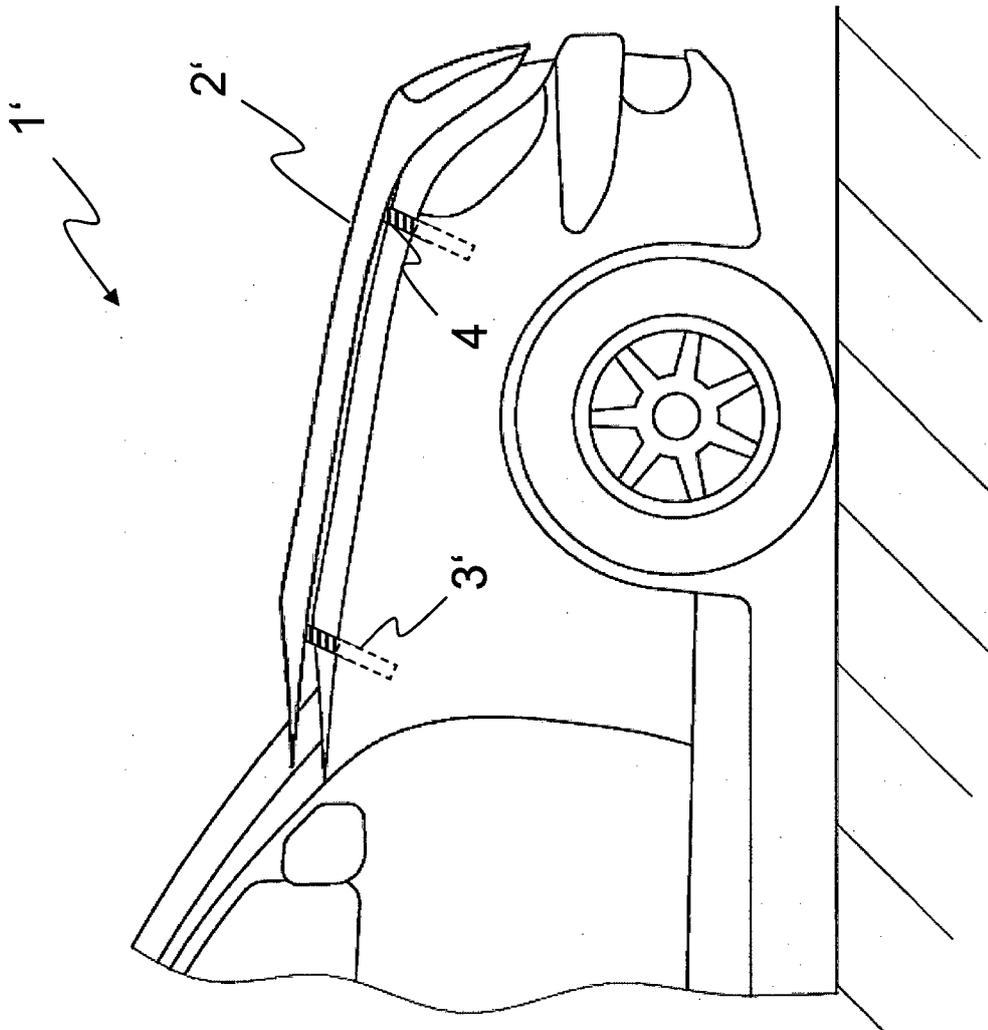
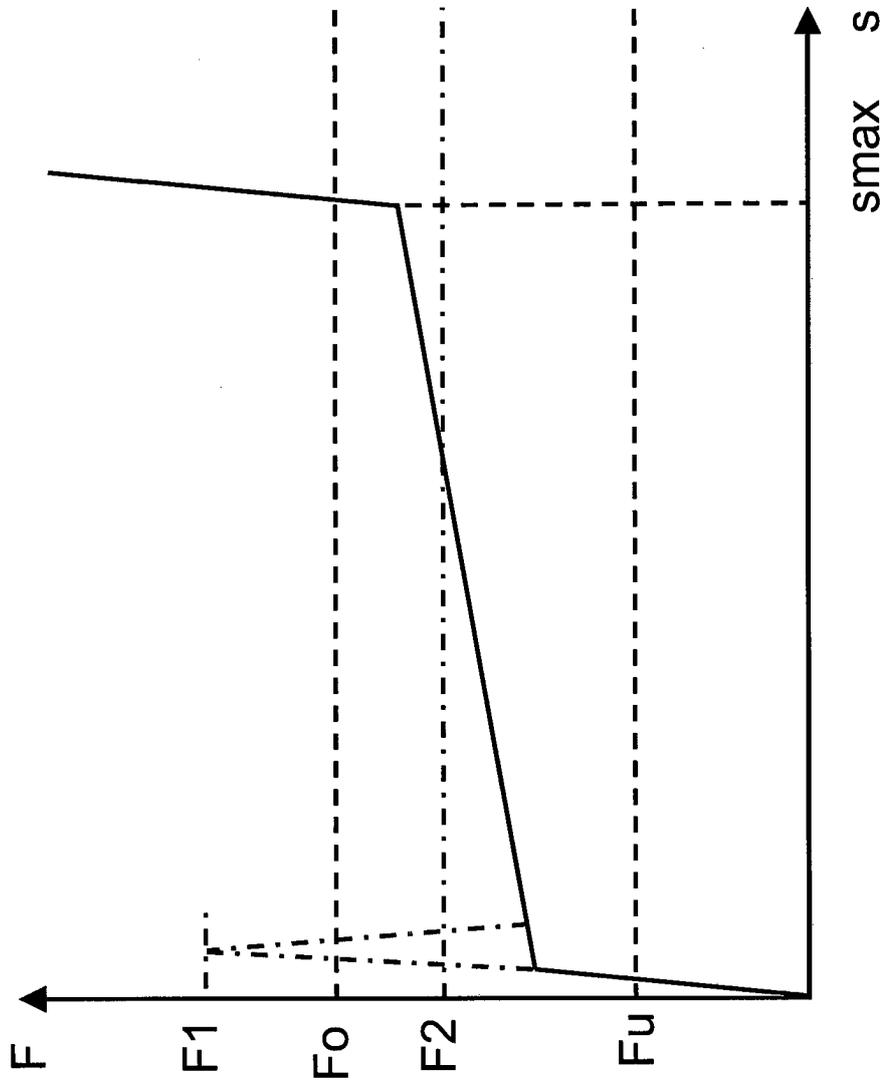
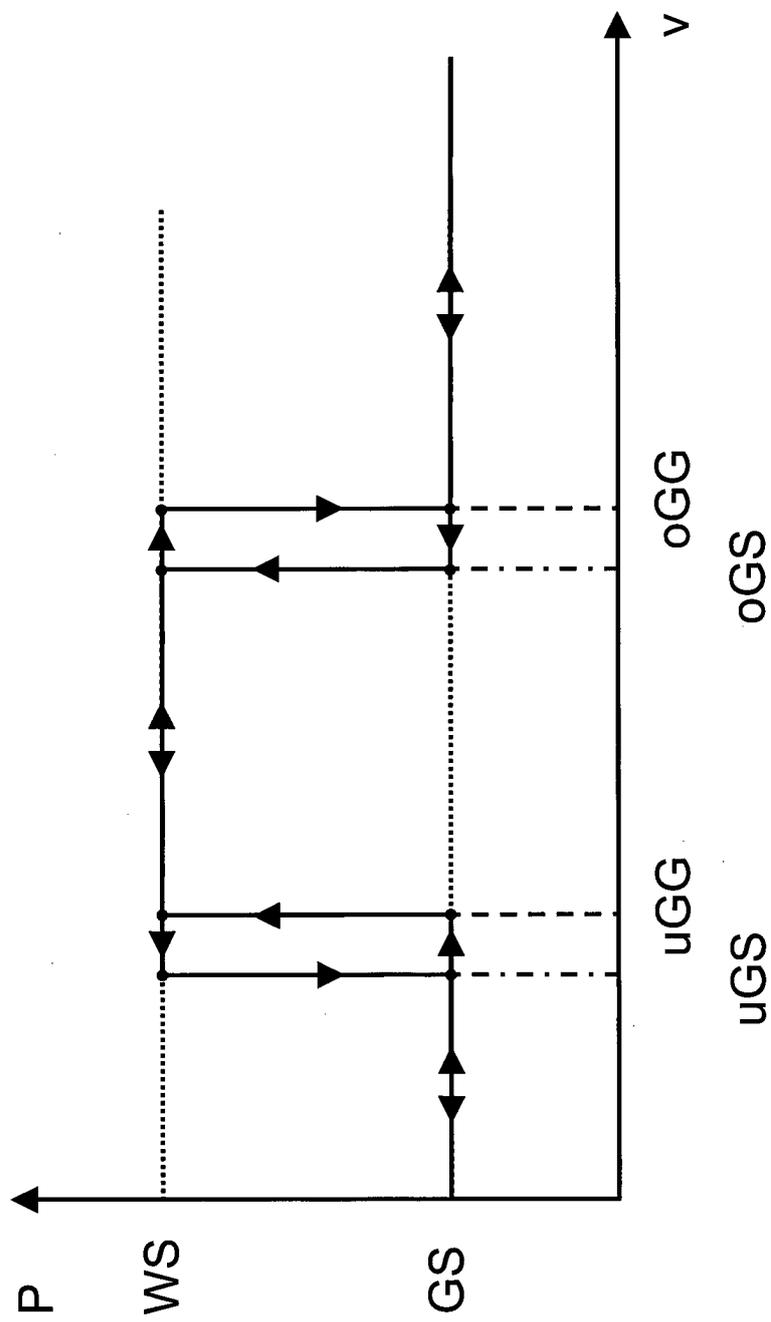


Figure 3



Figur 4



Figur 5