

## BESCHREIBUNG

### DETONATIONSENERGIEABSORBTIONSVORRICHTUNG UND DAMIT AUSGESTATTETES FAHRZEUG

Die Erfindung betrifft eine Energieabsorbtionsvorrichtung zum Schutz eines Fahrzeugelements, insbesondere eines Fahrzeugelements eines militärischen Fahrzeugs, vor einer Detonationswirkung, umfassend ein erstes Befestigungselement, das mit einem Fahrzeugchassis oder einer Fahrzeugwanne verbindbar ist und ein zweites Befestigungselement, das mit dem zu schützenden Fahrzeugelement verbindbar ist, wobei zwischen dem ersten und dem zweiten Befestigungselement zumindest zwei Stege angeordnet sind.

Weiterhin betrifft die Anmeldung ein Fahrzeug mit einer solchen Energieabsorbtionsvorrichtung.

Aus der DE 10 2010 052 151 A1 ist eine Kabine für ein Baufahrzeug bekannt, die zumindest ein hydraulisch gedämpftes Gummilagermittel sowie im Heckbereich der Kabine wenigstens ein Wankstabilisierungsmittel aufweist. Hierdurch wird ein verbesserter Federkomfort der Kabine bei schnelleren Transportfahrten erreicht. Grundsätzlich verfolgen Aufhängungen von Baumaschinenkabinen jedoch ganz andere Zielsetzungen – sie bieten keinen Schutz vor Detonationen - als Aufhängungen von militärischen Fahrzeugen, sodass diese nicht vergleichbar sind.

Aus der DE 10 2007 002 576 A1 ist eine entkoppelte Pedaleinheit mit einem Fußblech eines militärischen Fahrzeugs bekannt.

Aufhängungen von Fahrzeugelementen militärischer Fahrzeuge sind z.B. aus DE 10 2008 053 152 A1 sowie der WO 2014/048420 A1 bekannt. Diese Druckschriften zeigen jeweils Deformationsmittel, die ein Fahrzeugelement lagern. Die Deformationsmittel sind dazu ausgebildet im Falle eines Minenstoßes deformiert zu werden und Energie zu absorbieren, sodass der Minenstoß nicht unmittelbar auf das Fahrzeugelement übertragbar ist. Sowohl die

Befestigungsmittel als auch die Stege sind nicht in einer gemeinsamen Ebene vorgesehen, sondern sollen sich bei der Deformation aneinander vorbeibewegen. Die aus der DE 10 2008 053 152 A1 und der WO 2014/048420 A1 in diesen Druckschriften offenbarten Deformationseinrichtungen sind verhältnismäßig großbauend und lösen den Zielkonflikt zwischen elastischer Lagerung und Energieaufnahme im Falle einer plastischen Deformation nur unzureichend.

Ausgehend davon, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Energieabsorptionsvorrichtung für ein Fahrzeug, insbesondere ein militärisches Fahrzeug, zu schaffen, die kleinbauend ist und diesen Zielkonflikt löst.

Diese Aufgabe wird durch die Energieabsorptionsvorrichtung des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

Erfindungsgemäß wird eine Energieabsorptionsvorrichtung zum Schutz eines Fahrzeugelements, insbesondere eines militärischen Fahrzeugs, vor einer Detonationswirkung, bereitgestellt. Die Energieabsorptionsvorrichtung umfasst ein erstes Befestigungselement, das mit einem Fahrzeugchassis oder einer Fahrzeugwanne verbindbar ist und ein zweites Befestigungselement, das mit dem zu schützenden Fahrzeugelement verbindbar ist. Zwischen dem ersten und dem zweiten Befestigungselement sind zumindest zwei Stege angeordnet. Die zumindest zwei Stege sind derart angeordnet, dass diese übereinander in einer gemeinsamen Ebene liegen.

Weiterhin wird erfindungsgemäß ein Fahrzeug, insbesondere ein militärisches Fahrzeug, bereitgestellt, umfassend eine solche oder wie nachstehend beschriebene Energieabsorptionsvorrichtung und ein Fahrzeugelement, wobei das Fahrzeugelement über die Energieabsorptionsvorrichtung mit dem Fahrzeug verbunden ist.

Bei dem Fahrzeug kann es sich beispielsweise um ein Rad- oder Kettenfahrzeug handeln. Das Kettenfahrzeug kann beispielsweise ein Bergepanzer, ein Pionierpanzer, ein Minenräumpanzer, ein Schützenpanzer oder ein Kampfpanzer sein. Das Radfahrzeug kann beispielsweise ein schwerer Lastwagen, ein Sattelzug, ein Kran oder ein Radpanzer sein.

Durch die erfindungsgemäße Energieabsorptionsvorrichtung wird eine kleinbauende Energieabsorptionsvorrichtung geschaffen, die einerseits eine elastische Lagerung des damit verbindbaren Fahrzeugelements bereitstellt und gleichermaßen eine hohe Energie in Form von Formänderungsarbeit im Fall einer Detonation absorbieren ist kann.

Das Fahrzeugelement, das mit der Energieabsorptionsvorrichtung verbunden ist, kann beispielsweise eine Kabine oder ein Schutzraum eines Fahrzeugs sein. Insbesondere kann es sich bei der Kabine um eine geschützte Kabine handeln. Ebenso kann das Fahrzeugelement ein Aufbau, eine Plattform, ein Boden, ein Schwingungsboden, ein Zwischenboden, eine Bodenplatte oder ein Bestandteil eines der vorgenannten Elemente sein.

Ferner kann das Fahrzeugelement ein Fußblech, eine Sitzeinrichtung, eine Waffenanlage, eine Gerätehalterung, ein Regal sein oder ein Bestandteil eines der vorgenannten Elemente sein.

Durch die erfindungsgemäße Energieabsorptionsvorrichtung wird das Fahrzeugelement vor einer Detonationswirkung geschützt, wie diese z.B. durch Mine oder eine Sprengfalle hervorgerufen werden kann.

Die erfindungsgemäße Energieabsorptionsvorrichtung macht es möglich, dass diese im Falle einer Detonation kontrolliert plastisch verformt wird und das damit verbindbare Fahrzeugelement keinen Schaden nimmt.

Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass die Stege zumindest eine Deformationszone aufweisen.

Die zumindest eine Deformationszone ist eine Zone, in der sich die Stege plastisch Verformen, wenn diese entsprechend stark ausgelenkt werden. Dies geschieht durch die Konstruktion der Energieabsorptionsvorrichtung, welche bedingt, dass sich die Stege zuerst in den Deformationszonen deformieren.

Ferner kann vorgesehen sein, dass in den Deformationszonen die Stege durch Werkstoffwahl oder Geometrie derart geschwächt sind, dass diese in den Deformationszonen zuerst deformieren.

Ferner kann vorgesehen sein, dass das erste Befestigungselement, das zweite Befestigungselement, die zumindest zwei Stege und die zumindest eine Deformationszone derart angeordnet sind, dass diese übereinander in der Ebene liegen, die senkrecht zu dem ersten und dem zweiten Befestigungselement liegt.

Dabei sind die Befestigungselemente und die Stege der Energieabsorptionsvorrichtung zieharmonikaartig in einer gemeinsamen Ebene angeordnet, sodass eine kleinbauende Energieabsorptionsvorrichtung geschaffen wird.

In Weiterbildung der Energieabsorptionsvorrichtung kann vorgesehen sein, dass die Stege biegeelastisch ausgebildet sind, sodass die Energieabsorptionsvorrichtung das Fahrzeuelement federnd lagert.

Hierdurch wird erreicht, dass die Energieabsorptionsvorrichtung eine elastische Lagerung des Fahrzeuelements erlaubt, sofern die Auslenkung nicht zu groß wird. Somit kann in normalen Fahrsituationen des Fahrzeugs eine Lagerung des Fahrzeuelements stattfinden, wohingegen zum Schutz vor einer Detonationswirkung eine Energieabsorption durch plastische Verformung realisiert ist.

In vorteilhafter Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass zwischen den Befestigungseinrichtungen und den jeweils angrenzenden Stegen biegeversteifte Übergangszonen ausgebildet sind.

Durch Ausbildung der biegeversteiften, insbesondere im Wesentlichen biegesteifen, Übergangszonen wird erreicht, dass die Stege der Energieabsorptionsvorrichtung nicht einfach abknicken oder abbrechen, sondern im Bereich der Übergangsdeformationszonen der Stege eine definierte Deformation erreicht wird.

Ferner kann in Weiterbildung vorgesehen sein, dass an den biegeversteiften Übergangszonen angrenzend die Übergangsdeformationszonen ausgebildet sind.

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass zwischen den Stegen jeweils biegeversteifte, insbesondere im Wesentlichen biegesteife, Ecken ausgebildet sind.

Hierdurch wird erreicht, dass gezielt die Stege und nicht die Ecken eine Deformation erfahren. Ferner wird erreicht, dass die Energieabsorptionsvorrichtung in den Ecken nicht einfach abknickt oder zusammenfällt und ein auf Block liegen der Stege vermieden wird. Die Stege können somit gezielt auf Biegung belastet werden. Zudem ist auf diese Weise sichergestellt, dass eine plastische Deformation einer Deformationszone des Steges möglich ist, die im Federweg einer elastischen Deformation eines Steges nachgeordnet ist. Somit ist sichergestellt, dass sowohl eine ausreichende elastische Federung als auch eine plastische Deformation möglich ist.

In Ausgestaltung kann ferner vorgesehen sein, dass an den biegeversteiften Ecken angrenzend die Deformationszonen ausgebildet sind.

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Deformationszonen von dem zweiten Befestigungselement zum ersten Befestigungselement hin zumindest teilweise schwerer deformierbar ausgebildet sind als die vorhergehenden Deformationszonen, sodass die Energieabsorptionsvorrichtung eine progressive Deformationskennlinie aufweist.

Hierdurch wird die Deformationsreihenfolge gezielt beeinflusst, sodass die Deformationszonen in einer definierten Reihenfolge deformiert werden.

Ferner kann vorgesehen sein, dass die Dicke der Stege von dem zweiten Befestigungselement zum ersten Befestigungselement hin größer wird, sodass die Energieabsorptionsvorrichtung eine progressive Federkennlinie aufweist.

Hierdurch wird erreicht, dass die elastische Verformbarkeit der Stege unterschiedlich ausgebildet ist und die Federkennlinie der Energieabsorptionsvorrichtung gezielt beeinflusst werden kann.

Die Federkennlinie kann alternativ degressiv sein.

Ferner kann vorgesehen sein, dass die Stege in alternierender Richtung zick-zack-artig angeordnet sind.

Hierdurch wird eine besonders platzsparende Energieabsorptionsvorrichtung geschaffen.

In Ausgestaltung der Energieabsorptionsvorrichtung kann vorgesehen sein, dass Innenradien zwischen den Stegen in biegesteifen Ecken und/oder Innenradien in den Übergangszonen ausgebildet sind.

Durch das Ausbilden von Innenradien werden gezielt Kerbspannungen in den Deformationszonen induziert. Durch die Größe des Radius der Innenradien lässt sich die auftretende Kerbspannung beeinflussen, sodass sich die Größe der Kerbspannungen und auch die Grenze in der die Deformation eintritt durch den Radius einstellen lässt.

In vorteilhafter Weiterbildung können die Innenradien zwischen den Stegen in biegesteifen Ecken und/oder die Innenradien in den Übergangsdeformationszonen von dem zweiten Befestigungselement zum ersten Befestigungselement hin größer werden.

Hierdurch wird die Deformationsreihenfolge gezielt eingestellt, sodass eine Deformation vom zweiten Befestigungselement zum ersten Befestigungselement hin nach und nach eintritt.

Hierdurch wird erreicht, dass die Kerbspannungen innerhalb der Deformationszonen unmittelbar am ersten Befestigungselement am höchsten sind und auch die Deformation zuerst in der Nähe des Chassis eintritt.

Alternativ zu der oben genannten Reihenfolge ist es jedoch auch möglich, dass die Innenradien zwischen den Stegen in biegesteifen Ecken und/oder die Innenradien in den Übergangszonen von dem ersten Befestigungselement zum zweiten Befestigungselement hin größer werden. Hierdurch wird erreicht, dass die Kerbspannungen innerhalb der Deformationszonen unmittelbar am zweiten Befestigungselement am höchsten sind und die Deformation zuerst in der Nähe des Fahrzeugelements eintritt.

Nachfolgend soll die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Zeichnungen erläutert werden.

Es zeigen:

- Fig. 1            eine schematische Darstellung eines ersten erfindungsgemäßen Fahrzeugs mit zumindest einer erfindungsgemäßen Deformationsvorrichtung;
- Fig. 2            eine schematische Darstellung eines zweiten erfindungsgemäßen Fahrzeugs mit zumindest einer erfindungsgemäßen Deformationsvorrichtung;
- Fig. 3            eine schematische Darstellung eines dritten erfindungsgemäßen Fahrzeugs mit zumindest einer erfindungsgemäßen Deformationsvorrichtung;
- Fig. 4a           eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Energieabsorptionsvorrichtung in einer Ausgangsstellung;
- Fig. 4b           eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Energieabsorptionsvorrichtung in einer Ausgangsstellung mit Kennzeichnung der Ebene E;
- Fig. 5            eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Energieabsorptionsvorrichtung in einer Zwischenstellung; und
- Fig. 6            eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Energieabsorptionsvorrichtung in einer deformierten Stellung.

Fig. 1 zeigt ein erstes erfindungsgemäßes Fahrzeug 1 mit einem Fahrzeugchassis 2. Auf dem Fahrzeugchassis 2 ist ein Fahrzeugelement 10 ausgebildet. Bei dem Fahrzeug 1 handelt es sich vorzugsweise um ein militärisches Fahrzeug. Bei dem Fahrzeugelement 10 kann es sich beispielsweise um eine Kabine, ein Führerhaus, eine Plattform, einen Aufbau oder ähnliches

handeln. Zwischen dem Fahrzeugelement 10 und dem Fahrzeugchassis 2 ist zumindest eine Energieabsorbtionsvorrichtung 100 angeordnet, die das Fahrzeugelement 10 auf dem Fahrzeug 1 lagert.

Die Energieabsorbtionsvorrichtung 100 dient zum Schutz des Fahrzeugelements 10, vor einer Detonationswirkung und ist detaillierter in den Fig. 4a bis 6 dargestellt. Die Energieabsorbtionsvorrichtung 100 gemäß Fig. 4a bis 6 findet sich in allen Fahrzeugen gemäß Fig. 1 bis 3.

Fig. 2 zeigt ein zweites erfindungsgemäßes Fahrzeug 1', das im Wesentlichen dem ersten Fahrzeug 1 entspricht, mit dem Unterschied, dass es sich bei dem Fahrzeugelement 10' um einen Boden oder Zwischenboden handelt. Das Fahrzeugelement 10' ist mittels zumindest einer Energieabsorbtionsvorrichtung 100 an dem Fahrzeugchassis 2 des Fahrzeugs 1 gelagert. Das Fahrzeugelement 10' ist innerhalb einer Kabine oder eines Führerhauses angeordnet.

Fig. 3 zeigt ein drittes erfindungsgemäßes Fahrzeug 1'' mit einer Fahrzeugwanne 2'. Innerhalb der Fahrzeugwanne 2' ist mittels zumindest einer Energieabsorbtionsvorrichtung 100 ein Fahrzeugelement 10'' gelagert. Bei dem Fahrzeugelement 10'' kann es sich beispielsweise um einen Fahrzeuginnenraum oder einen Schutzraum handeln. Abweichend von der Fig. 3 kann das Fahrzeugelement 10'' aber auch ein Boden oder Zwischenboden sein.

Gemäß Fig. 3 ist das Fahrzeugelement 10'' durch mehrere Energieabsorbtionsvorrichtungen 100 mit der Fahrzeugwanne 2' verbunden und innerhalb dieser gelagert.

Fig. 4a zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Energieabsorbtionsvorrichtung 100 in einer Ausgangsstellung, also einer Stellung in der die Energieabsorbtionsvorrichtung 100 nicht deformiert ist.

Die Energieabsorbtionsvorrichtung 100 umfasst ein erstes Befestigungselement 110, das mit dem Fahrzeugchassis 2 oder der Fahrzeugwanne 2' des Fahrzeugs 1 verbindbar ist. Das erste Befestigungselement 110 ist als Platte oder Blech ausgebildet und ist im eingebauten Zustand mit dem Fahrzeugchassis 2 oder der Fahrzeugwanne 2' verbunden.

Weiterhin umfasst die Energieabsorbtionsvorrichtung 100 ein zweites Befestigungselement 120, das mit dem zu schützenden Fahrzeugelement 10 verbindbar ist. Das zweite Befestigungselement 110 ist vorzugsweise ebenfalls als Platte oder Blech ausgebildet und ist im eingebauten Zustand mit dem Fahrzeugelement 10 verbunden.

Die Wandstärke und die Ausmaße des ersten Befestigungselements 110 und des zweiten Befestigungselements 120 können voneinander abweichend an die Geometrie der Energieabsorptionsvorrichtung 100 angepasst sein. Wie in der Fig. 1 gezeigt, kann das erste Befestigungselement 110 eine geringere Wandstärke aufweisen und breiter ausgebildet sein als das zweite Befestigungselement 120.

Zwischen dem ersten und dem zweiten Befestigungselement 110, 120 sind zumindest zwei Stege 130, 140, 150, 160 angeordnet. In Ausgestaltung können wie in Fig. 4a dargestellt vier Stege 130, 140, 150, 160 sein.

Wie in Fig. 4a und Fig 4b zu erkennen ist, sind das erste Befestigungselement 110, das zweite Befestigungselement 120, die Stege 130, 140, 150, 160 und die Deformationszonen 172, 174, 182, 184, 192, 194 derart angeordnet sind, dass diese übereinander in einer gemeinsamen Ebene E angeordnet sind, wobei die gemeinsamen Ebene E senkrecht zu den beiden Befestigungselementen 110, 120 liegt.

Die Stege 130, 140, 150, 160 sind dabei alternierend in unterschiedlicher Richtung zick-zackartig übereinander angeordnet. Mit anderen Worten sind die Stege 130, 140, 150, 160 zieharmonikaartig übereinander angeordnet.

Um eine federnde Lagerung des Fahrzeugelements 10 durch die Energieabsorptionsvorrichtung 100 zu erreichen, sind die Stege 130, 140, 150, 160 jeweils biegeelastisch ausgebildet.

Die Länge der Stege 130, 140, 150, 160 kann voneinander abweichen, sodass beispielsweise ein erster Steg 130 und ein vierter Steg 160, die mit den Befestigungselementen 110, 120 verbunden sind, kürzer sind, als ein zweiter Steg 140 und dritter Steg 150.

Durch die unterschiedliche Länge der Stege 130, 140, 150, 160 wird erreicht, dass diese unterschiedlich stark elastisch einfedern können und sich eine definierte Biegefigur der Energieabsorptionsvorrichtung 100 bei einer elastischen Deformation ergibt. Eine solche Biegefigur infolge einer elastischen Deformation ist beispielsweise in Fig. 5 dargestellt.

Zwischen den Stegen 130, 140, 150, 160 sind jeweils biegeversteifte Ecken 170, 180, 190 ausgebildet. Die biegeversteiften Ecken 170, 180, 190 sind derart ausgebildet, dass sich diese im Wesentlichen nicht verbiegen und dafür sorgen, dass bei einer elastischen Verformung der Stege 130, 140, 150, 160 die biegeversteiften Ecken 170, 180, 190 dafür sorgen, dass die Stege 130, 140, 150, 160 nicht durch Deformation der Ecken 170, 180, 190 zusammengefaltet werden. Hierdurch wird erreicht, dass neben einer elastischen Deformation im Falle einer

stärkeren Auslenkung eine plastische Deformation der Deformationszonen 172, 174, 182, 184, 192, 194 stattfinden kann.

Wie in Fig.4a dargestellt, weisen die Stege 130, 140, 150, 160 jeweils zumindest eine Deformationszone 172, 174, 182, 184, 192, 194 auf. Die Deformationszonen 172, 174, 182, 184, 192, 194 sind jeweils an den biegeversteiften Ecken 170, 180, 190 angrenzend ausgebildet.

Zwischen den Befestigungseinrichtungen 110, 120 und den jeweils angrenzenden Stegen 130, 160 sind biegeversteifte Übergangszonen 112, 122 ausgebildet. Diese haben eine vergleichbare Wirkung wie die biegeversteiften Ecken 170, 180, 190.

An den biegeversteiften Übergangszonen 112, 122 sind angrenzend die Übergangsdeformationszonen 115, 125 ausgebildet.

Wie in der Fig.4a dargestellt, sind Innenradien  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  zwischen den Stegen 130, 140, 150, 160 in den Deformationszonen 172, 174, 182, 184, 192, 194 und/oder Innenradien  $R_1$ ,  $R_5$  in den Übergangszonen 112, 122 ausgebildet.

Gemäß Fig. 4a sind die Innenradien  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ , die zwischen den Stegen 130, 140, 150, 160 in den biegeversteiften Ecken 170, 180, 190 ausgebildet sind von dem zweiten Befestigungselement 120 zum ersten Befestigungselement 110 hin größer werdend.

In Ausgestaltung ist ein vierter Radius  $R_4$  zwischen dem dritten Steg 150 und vierten Steg 160 am größten. Ein dritter Radius  $R_3$  zwischen dem zweiten Steg 140 und dem dritten Steg 150 ist kleiner als der vierte Radius ( $R_3 < R_4$ ). Ein zweiter Radius  $R_2$  zwischen dem ersten Steg 130 und dem zweiten Steg 140 ist kleiner als der dritte Radius  $R_3$ . Es gilt für die Radien  $R_2$  bis  $R_4$  folgender mathematischer Zusammenhang:  $R_2 < R_3 < R_4$ .

Die Innenradien  $R_1$ ,  $R_5$  in den Übergangszonen 112, 122 sind gemäß Fig. 4a bevorzugt gleich groß ausgebildet. Wie aus der Fig. 4a hervorgeht sind die Radien  $R_1$  und  $R_5$  beide kleiner als der Radius  $R_2$ . Es gilt für die Radien  $R_1$  bis  $R_5$  folgender mathematischer Zusammenhang:  $R_1 = R_5 < R_2 < R_3 < R_4$ .

Die Dicke  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$  der Stege 130, 140, 150, 160 kann von dem zweiten Befestigungselement 120 zum ersten Befestigungselement 110 hin größer ausgebildet sein, sodass die Energieabsorptionsvorrichtung 100 eine progressive Federkennlinie aufweist. Es gilt für die Dicken  $t_1$  bis  $t_4$  folgender mathematischer Zusammenhang:  $t_1 < t_2 < t_3 < t_4$ .

Fig. 4b veranschaulicht nochmals deutlich die Lage der Ebene E, wobei die Ebene E schraffiert kenntlich gemacht ist. Wie aus der Fig. 4b zu erkennen ist, liegt die Ebene E senkrecht zu dem ersten und dem zweiten Befestigungselement 110, 120. Das erste Befestigungselement 110, das zweite Befestigungselement 120, die zumindest zwei Stege 130, 140, 150, 160 und die zumindest eine Deformationszone 172, 174, 182, 184, 192, 194 sind derart angeordnet, dass diese übereinander in der Ebene E liegen.

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Energieabsorbtionsvorrichtung 100 in einer Zwischenstellung, in der die Energieabsorbtionsvorrichtung 100 elastisch verformt ist. Die biegesteifen Ecken 170, 180, 190 sind in dieser Zwischenstellung im Wesentlichen unverformt und die Stege 130, 140, 150, 160 sind elastisch verformt. Fig. 5 zeigt die Energieabsorbtionsvorrichtung 100 somit in einem elastisch eingefederten Zustand.

Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Energieabsorbtionsvorrichtung 100 in einer deformierten Stellung, in der die Energieabsorbtionsvorrichtung 100 plastisch verformt ist.

Die Deformationszonen 172, 174, 182, 184, 192, 194 sind von dem zweiten Befestigungselement 120 zum ersten Befestigungselement 110 hin zumindest teilweise schwerer deformierbar ausgebildet als die vorhergehenden Deformationszonen 172, 174, 182, 184, 192, 194, sodass die Energieabsorbtionsvorrichtung 100 eine progressive Deformationskennlinie aufweist. Zudem wird durch die unterschiedlich starke Deformation eine Deformationsreihenfolge der Deformationszonen der Energieabsorbtionsvorrichtung 100 vorgegeben.

Soweit sich die vorstehende Offenbarung auf eine die Energieabsorbtionsvorrichtung 100 als solche bezieht, so gilt diese gleichzeitig auch für ein Fahrzeug mit einer solchen Energieabsorbtionsvorrichtung 100 als offenbart.

**BEZUGSZEICHENLISTE**

|      |                                  |
|------|----------------------------------|
| 1    | erstes Fahrzeug                  |
| 1'   | zweites Fahrzeug                 |
| 1''  | drittes Fahrzeug                 |
| 2    | Fahrzeugchassis                  |
| 2'   | Fahrzeugwanne                    |
| 10   | Fahrzeugelement                  |
| 10'  | Fahrzeugelement                  |
| 10'' | Fahrzeugelement                  |
| 100  | Energieabsorbtionsvorrichtung    |
| 110  | erstes Befestigungselement       |
| 112  | erste Übergangszone              |
| 115  | erste Übergangsdeformationszone  |
| 120  | zweites Befestigungselement      |
| 122  | zweite Übergangszone             |
| 125  | zweite Übergangsdeformationszone |
| 130  | erster Steg                      |
| 140  | zweiter Steg                     |
| 150  | dritter Steg                     |
| 160  | vierter Steg                     |
| 170  | erste Deformationszone           |

|       |                         |
|-------|-------------------------|
| 180   | zweite Deformationszone |
| 190   | dritte Deformationszone |
| $R_1$ | erster Radius           |
| $R_2$ | zweiter Radius          |
| $R_3$ | dritter Radius          |
| $R_4$ | vierter Radius          |
| $R_5$ | fünfter Radius          |
| E     | Ebene                   |
| $t_1$ | Dicke des ersten Stegs  |
| $t_2$ | Dicke des zweiten Stegs |
| $t_3$ | Dicke des dritten Stegs |
| $t_4$ | Dicke des vierten Stegs |

## PATENTANSPRÜCHE

1. Energieabsorptionsvorrichtung (100) zum Schutz eines Fahrzeugelements (10, 10', 10''), insbesondere eines militärischen Fahrzeugs (1, 1', 1''), vor einer Detonationswirkung, umfassend  
ein erstes Befestigungselement (110), das mit einem Fahrzeugchassis (2) und/oder einer Fahrzeugwanne (2) verbindbar ist und  
ein zweites Befestigungselement (120), das mit dem zu schützenden Fahrzeugelement (10, 10', 10'') verbindbar ist,  
wobei zwischen dem ersten und dem zweiten Befestigungselement (110, 120) zumindest zwei Stege (130, 140, 150, 160) angeordnet sind,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die zumindest zwei Stege (130, 140, 150, 160) derart angeordnet sind, dass diese übereinander in einer gemeinsamen Ebene (E) liegen.
2. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stege (130, 140, 150, 160) zumindest eine Deformationszone (172, 174, 182, 184, 192, 194) aufweisen.
3. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Befestigungselement (110), das zweite Befestigungselement (120), die zumindest zwei Stege (130, 140, 150, 160) und die zumindest eine Deformationszone (172, 174, 182, 184, 192, 194) derart angeordnet sind, dass diese übereinander in der Ebene (E) liegen, die senkrecht zu dem ersten und dem zweiten Befestigungselement (110, 120) liegt.
4. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stege (130, 140, 150, 160) biegeelastisch ausgebildet sind.

5. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Befestigungseinrichtungen (110, 120) und den jeweils angrenzenden Stegen (130, 160) biegeversteifte Übergangszonen (112, 122) ausgebildet sind.
6. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass an den biegeversteiften Übergangszonen (112, 122) angrenzend eine Übergangsdeformationszonen (115, 125) ausgebildet sind.
7. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Stegen (130, 140, 150, 160) jeweils biegeversteifte Ecken (170, 180, 190) ausgebildet sind.
8. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass an den biegeversteiften Ecken (170, 180, 190) angrenzend die Deformationszonen (172, 174, 182, 184, 192, 194) ausgebildet sind.
9. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Deformationszonen (172, 174, 182, 184, 192, 194) von dem zweiten Befestigungselement (120) zum ersten Befestigungselement (110) hin zumindest teilweise schwerer deformierbar ausgebildet sind als die vorhergehenden Deformationszonen (172, 174, 182, 184, 192, 194), sodass die Energieabsorptionsvorrichtung (100) eine progressive Deformationskennlinie aufweist.
10. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke ( $t_1, t_2, t_3, t_4$ ) der Stege (130, 140, 150, 160) von dem zweiten Befestigungselement (120) zum ersten Befestigungselement (110) hin größer wird, sodass die Energieabsorptionsvorrichtung (100) eine progressive Federkennlinie aufweist.
11. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stege (130, 140, 150, 160) in alternierender Richtung sägezahnartig angeordnet sind.
12. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Innenradien ( $R_2, R_3, R_4$ ) zwischen den Stegen (130, 140, 150, 160) in den biegesteifen Ecken (170, 180, 190) und/oder Innenradien ( $R_1, R_5$ ) in den Übergangszonen (112, 122) ausgebildet sind.

13. Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenradien ( $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ) zwischen den Stegen (130, 140, 150, 160) in den biegesteifen Ecken (170, 180, 190) und/oder Innenradien ( $R_1$ ,  $R_5$ ) in den Übergangszonen (112, 122) von dem zweiten Befestigungselement (120) zum ersten Befestigungselement (110) hin größer werden.
14. Fahrzeug (1, 1', 1'') umfassend eine Energieabsorptionsvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 - 13 und ein Fahrzeugelement (10, 10', 10''), wobei das Fahrzeugelement (10, 10', 10'') über die Energieabsorptionsvorrichtung (100) mit dem Fahrzeug (1, 1', 1'') verbunden ist.
15. Fahrzeug (1, 1', 1'') nach Anspruch 14, wobei das Fahrzeugelement (10, 10', 10'') eine Kabine, insbesondere eine Fahrzeugkabine, ein Boden, ein Zwischenboden, ein Aufbau, ein Fußblech, eine Sitzeinrichtung, eine Waffenanlage, eine Gerätehalterung oder ein Regal ist.