



(10) **DE 10 2014 001 232 B4** 2019.01.24

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 001 232.8**
(22) Anmeldetag: **29.01.2014**
(43) Offenlegungstag: **30.07.2015**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **24.01.2019**

(51) Int Cl.: **B60R 19/34 (2006.01)**
B62D 25/00 (2006.01)
B60R 19/26 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
AUDI AG, 85045 Ingolstadt, DE

(72) Erfinder:
**Braun, Tobias, 74235 Erlenbach, DE; Urban,
Tobias, 74354 Besigheim, DE; Dugnus, Ulrich,
74074 Heilbronn, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	38 33 048	A1
DE	195 26 119	A1
DE	197 41 422	A1
DE	197 45 656	A1
DE	10 2011 102 630	A1
DE	10 2011 109 419	A1
DE	20 2007 006 376	U1
AT	394 004	B
EP	1 721 786	A2

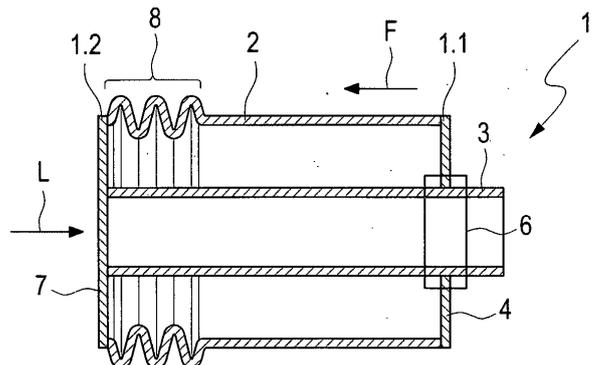
(54) Bezeichnung: **Trägerprofil für eine Fahrzeugkarosserie mit unterschiedlichen Versagensmodi**

(57) Hauptanspruch: Trägerprofil (1) für eine Fahrzeugkarosserie mit einem einen äußeren Lastpfad bildenden äußeren Hohlprofil (2) sowie einem einen inneren Lastpfad bildenden inneren Hohlprofil (3), wobei das äußere und das innere Hohlprofil (2, 3) an einem Ende (1.1) des Trägerprofils (1) angeordneten Stützelement (4) abgestützt sind, dadurch gekennzeichnet, dass

- das innere Hohlprofil (3) über wenigstens ein Brückenelement (5) mit dem äußeren Hohlprofil (2) verbunden ist, wobei das Brückenelement (5) unter Sicherstellung der Betriebsfestigkeit mit einer Sollbruch- oder Sollknickstelle (5.1) ausgebildet ist,

- das Stützelement (4) mit einer Energieabsorptionseinrichtung (6) ausgebildet ist, welche zum Energieabbau mit dem inneren Hohlprofil (3) verbunden ist, und

- infolge einer Stoßbelastung in axialer Richtung des Trägerprofils (1) nach Aufheben der von dem Brückenelement (5) hergestellten Verbindung zwischen dem inneren und äußeren Hohlprofil (2, 3) unter plastischer Verformung des äußeren Hohlprofils (2) eine die Energieabsorptionseinrichtung (6) aktivierende Relativbewegung zwischen dem inneren Hohlprofil (3) und dem äußeren Hohlprofil (2) erzeugt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Trägerprofil für eine Fahrzeugkarosserie mit einem einen äußeren Lastpfad bildenden äußeren Hohlprofil sowie einem einen inneren Lastpfad bildenden inneren Hohlprofil gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung eine Fahrzeugkarosserie mit einem erfindungsgemäßen Trägerprofil.

[0002] In der Regel weisen Fahrzeugkarosserien in Längsrichtung verlaufende Längsträger auf, die Längsträgerabschnitte mit unterschiedlichen Verformungswiderständen aufweisen. Solche Längsträgerstrukturen erfüllen zum einen Tragfunktionen und zum anderen auch Sicherheitsfunktionen, indem im Falle eines Frontalaufpralls Crashenergie abgebaut und absorbiert werden soll und infolgedessen die Fahrgastzelle nahezu unverformt bleibt. Ferner ist es bekannt, dass zum Abbau der Crashenergie Teile solcher Längsträgerstrukturen plastisch verformt werden, wobei die Energieabsorptionsfähigkeit dieser Teile durch ihre Geometrie, durch die verwendeten Werkstoffe sowie durch die Position in der Fahrzeugkarosserie bestimmt wird.

[0003] Ein gattungsbildendes Trägerprofil ist aus der DE 10 2011 102 630 A1 bekannt, welches ein äußeres Hohlprofil zur Bildung eines äußeren Lastpfades und ein inneres Hohlprofil zur Bildung eines inneren Lastpfades aufweist. Sowohl das äußere Hohlprofil als auch das innere Hohlprofil stützen sich unabhängig voneinander stirnseitig an einem Stützelement ab, so dass sich jeweils ein separater Lastpfad ausbilden kann. Das innere Hohlprofil umfasst zwei ebenso hohlprofilartig ausgebildete Lastpfadelemente mit unterschiedlichen Querschnitten, die endseitig über eine Mehrzahl von Aktuatoren miteinander verbindbar bzw. koppelbar sind und in einer einfachsten Form einen oder mehrere Riegel oder Bolzen aufweisen können. Die Aktuatoren sind über zugehörige Pyrotechnikelemente derart betätigbar, dass hierdurch die Verbindung der beiden Lastpfadelemente lösbar oder herstellbar ist.

[0004] Bei einer unfallbedingten Kraftbeaufschlagung dieses bekannten Trägerprofils kann in Abhängigkeit des Lastfalles adaptiv auf die jeweilige Unfallart reagiert werden, indem entweder durch die beiden mittels der Aktuatoren verbundenen Lastpfadelemente ein innerer Lastpfad gebildet wird oder, falls nur ein geringer Verformungswiderstand erforderlich ist, die Verbindung der beiden Lastpfadelemente über die Aktuatoren gelöst wird, so dass sich die beiden Lastpfadelemente teleskopartig ineinander schieben.

[0005] Als Nachteil dieses bekannten Trägerprofils kann angesehen werden, dass hiermit nicht jede ge-

wünschte Kraft-Weg-Kennlinie zum Abbau von unfallbedingter Aufprallenergie erzeugt werden kann.

[0006] Zum Abbau von unfallbedingter Aufprallenergie ist aus der DE 20 2007 006 376 U1 eine Energieabsorptionsvorrichtung bekannt, welche eine Zerspannungseinrichtung aufweist, mit welcher ein Trägerprofil zum Absorbieren einer unfallbedingten Aufprallenergie spanend bearbeitet wird.

[0007] Ferner ist auch aus der DE 10 2011 109 419 A1 ein Energieabsorptionselement für ein Fahrzeug bekannt, bei welchem zwischen zwei in einem Abstand zueinander angeordneten Abstützelementen ein inneres Absorptionselement, welches ein erstes Deformationselement darstellt, und ein äußeres Aufnahmeelement, welches ein zweites Deformationselement darstellt, angeordnet sind. Das erste Deformationselement umfasst ein erstes Absorptionsteil in Form eines ersten Rohres und ein zweites Absorptionsteil in Form eines zweiten Rohres, wobei das zweite Absorptionsteil in das erste Absorptionsteil zumindest bereichsweise eingesteckt ist und mit seinem gegenüberliegenden Ende mit einem Abstützelement verbunden ist. Bei einer in Fahrzeuglängsrichtung verlaufenden Kraftbeaufschlagung des Energieabsorptionselementes kommt es infolge der Abstützung des ersten Deformationselementes an den Abstützelementen zu einer Relativbewegung zwischen dem ersten und zweiten Absorptionsteil, da das zweite Absorptionsteil mit einem der Abstützelemente fest verbunden ist. Da der Außendurchmesser des zweiten Absorptionsteils größer ist als der Innendurchmesser des ersten Absorptionsteils wird aufgrund der Relativbewegung der beiden Absorptionsteile das zweite Absorptionsteil sukzessiv unter Aufstülpen des ersten Absorptionsteils weiter in dasselbe eingeschoben. Hierbei wird Aufprallenergie in Verformungsenergie umgewandelt.

[0008] Des Weiteren ist aus der DE 38 33 048 A1 eine Prallrohreinrichtung zur Befestigung einer Stoßstange eines Fahrzeugs bekannt, die ein äußeres Prallrohr und ein inneres Prallrohr umfasst. Die beiden Prallrohre stützen sich mit einem Ende an einer Prallplatte ab, während die gegenüberliegenden Enden von einem Halteelement gehalten werden. Dieses Halteelement weist eine kreisförmige äußere Ablenkplatte und einen Haltering auf, auf den das äußere Prallrohr gestülpt ist. Die Vorderseite dieser äußeren Ablenkplatte weist eine Ablenkfläche auf, so dass bei einem Kräfteintrag in die Prallrohreinrichtung die Wandung des äußeren Prallrohres an dieser Ablenkfläche aufgestülpt wird. Weiterhin ist das Halteelement mit einem topfförmigen Ansatz ausgebildet, in welchen der Endbereich des inneren Prallrohres eingesteckt ist. Der Topfgrund dieses Ansatzes bildet eine innere Ablenkplatte mit einer inneren Ablenkfläche, an welcher bei einem Kräfteintrag in die Prallrohreinrichtung die Wandung des inneren Prallrohres

radial nach innen und anschließend in axialer Richtung in den von dem inneren Prallrohr umschlossenen Raum abgelenkt wird. Bei dieser Ablenkung der Wandlungen des inneren Prallrohres und des äußeren Prallrohres wird kinetische Energie umgewandelt.

[0009] Die DE 197 41 422 A1 beschreibt eine Energieabsorptionsvorrichtung für ein Fahrzeug zur Absorption von Bewegungsenergie bei einem Aufprall, die einen Profilträger und ein Deformationsprofil umfasst, die teleskopartig miteinander verbunden sind. Der Profilträger weist einen Aufnahmeraum für das Deformationsprofil auf, in dem ein Endbereich des Deformationsprofils durch ein die Wände des Profilträgers und des Deformationsprofils durchdringendes Befestigungsmittel gegen eine Verschiebung des Deformationsprofils in den Aufnahmeraum gehalten ist. Dieses Befestigungsmittel umfasst im Wanddurchdringungsbereich des Deformationsprofils eine Schneidvorrichtung mit einer Schneide, wodurch das Deformationsprofil bei einem Aufprall relativ zu dem Profilträger auf die Schneide der Schneidvorrichtung zu in den Aufnahmeraum verschoben und von dieser unter gleichzeitiger Absorption der Bewegungsenergie eingeschnitten und unter Bildung eines Spaltes aufgepflügt wird.

[0010] Weiterhin ist aus der DE 197 45 656 A1 ein Pralldämpfer für ein Fahrzeug bekannt, welches einen bei einem Fahrzeugaufprall verformbaren Deformationskörper aufweist, in dessen Weg ein Sperrteil hineinragt, mit welchem aufgrund der Krafteinwirkung beim Aufprall eine plastische Verformung des Deformationskörpers unter Absorption von Aufprallenergie herbeigeführt wird. Der Verformungswiderstand des Deformationskörpers kann durch eine Steuerung in einer zusätzlichen Deformationsstufe erhöht werden, indem das Sperrteil mindestens zwei Schaltstellungen aufweist, in denen es in den Verschiebeweg des Deformationskörpers hineinragt und dadurch der Deformationskörpers durch die Krafteinwirkung beim Aufprall weniger oder mehr plastisch verformt wird.

[0011] Eine Energieabsorptionseinrichtung für Fahrzeuge beschreibt die DE 195 26 119 A1 mit einem Führungsprofil, in welchem ein Gleitprofil verschiebbar angeordnet ist. An einem Ende des Führungsprofils oder des Gleitprofils ist ein Splitterwerkzeug angebracht, so dass bei einer Krafteinwirkung auf die Energieabsorptionseinrichtung das dem Splitterwerkzeug gegenüberliegende Gleitprofil und/oder Führungsprofil mit seiner Stirnfläche gegen diese Splitterwerkzeug prallt und dabei von diesem an der Kontaktfläche beginnend unter Absorption von Energie zersplittert wird.

[0012] Schließlich offenbart die AT 394 004 B ebenso eine Energieabsorptionseinrichtung eines Fahrzeugs zur Anordnung zwischen einer Stoßstange und einem Trägersystem. Diese Energieabsorptionsein-

richtung umfasst einen Bereich mit radial umlaufenden Rippen, wobei dieser Bereich an einem Ende durch ein Stoßstangenlager und am anderen Ende durch einen den Grundkörper im Umfang umfassenden Flansch begrenzt ist. Im Übergangsbereich zwischen diesem Flansch und dem Grundkörper ist eine umlaufende Nut als Sollbruchstelle vorgesehen, die bei einem Krafteintrag in die Energieabsorptionseinrichtung bricht und somit die Verbindung zwischen dem Grundkörper und dem Flansch löst. Dies hat zur Folge, dass der Flansch über den Bereich mit den umlaufenden Rippen geschoben und dabei diese unter Absorption von Energie verformt werden.

[0013] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, ein Trägerprofil der eingangs genannten Art anzugeben, mit welchem ein veränderliches Kraftniveau während eines unfallbedingten Energieeintrages in das Trägerprofil oder über den gesamten Deformationsweg des Trägerprofils einstellbar ist.

[0014] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Trägerprofil mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0015] Eine solches für eine Fahrzeugkarosserie mit einem einen äußeren Lastpfad bildenden äußeren Hohlprofil sowie einem einen inneren Lastpfad bildenden inneren Hohlprofil, wobei das äußere und das innere Hohlprofil an einem an einem Ende des Trägerprofils angeordneten Stützelement abgestützt sind, zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass

- das innere Hohlprofil über wenigstens ein Brückenelement mit dem äußeren Hohlprofil verbunden ist, wobei das Brückenelement unter Sicherstellung der Betriebsfestigkeit mit einer Sollbruch- oder Sollknickstelle ausgebildet ist,
- das wenigstens eine Brückenelement als Steg zwischen dem inneren und dem äußeren Hohlprofil ausgebildet ist,
- das Stützelement mit einer Energieabsorptionseinrichtung ausgebildet ist, welche zum Energieabbau mit dem inneren Hohlprofil verbunden ist, und
- infolge einer Stoßbelastung in axialer Richtung des Trägerprofils nach Bruch der Sollbruch- oder Sollknickstelle unter plastischer Verformung des äußeren Hohlprofils eine die Energieabsorptionseinrichtung aktivierende Relativbewegung zwischen dem inneren Hohlprofil und dem äußeren Hohlprofil erzeugt wird.

[0016] Mit einem solchen erfindungsgemäßen Trägerprofil einer Fahrzeugkarosserie wird durch eine Kombination von unterschiedlichen Versagensmodi, die jeweils für sich unterschiedliche Kraft-Weg-Verläufe aufweisen, ein gewünschter Kraft-Weg-Verlauf

mit einem degressiven Verhalten erzielt. Durch die Sollbruch- oder Sollknickstelle wird bereits mit Beginn einer unfallbedingten Stoßbelastung ein hoher Anfangspeak des Kraftverlaufes erzeugt, wodurch eine hohe anfängliche Verzögerung für die Fahrzeugkarosserie mit einem solchen Trägerprofil als Längs- oder Querträger erreicht wird. Mit dem Lösen der Verbindung zwischen dem inneren und äußeren Hohlprofil erfolgt über den gesamten Deformationsweg eine plastische Verformung des äußeren Hohlprofils auf einem nahezu konstanten Kraftniveau sowie aufgrund der relativen Bewegung des inneren Hohlprofils gegenüber dem äußeren Hohlprofil eine Aktivierung der Energieabsorptionseinrichtung, mit der sich der weitere Kraftverlauf sowie das Kraftniveau über den weiteren Kraftverlauf einstellen lässt.

[0017] Zur Anbindung des inneren Hohlprofils an das äußere Hohlprofil können auch vier gleichmäßig auf dem Umfang des inneren Hohlprofils verteilte und als Steg ausgebildete Brückenelemente vorgesehen werden.

[0018] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Energieabsorptionseinrichtung als Zerspanungseinrichtung zur spanenden Bearbeitung des inneren Hohlprofils ausgebildet und umfasst mindestens ein Zerspanungswerkzeug, welches mit wenigstens einer Schneidkante ausgebildet ist und mittels der Schneidkante bei einer Relativbewegung des inneren Hohlprofils gegenüber dem äußeren Hohlprofil eine spanende Bearbeitung der äußeren Mantelfläche des inneren Hohlprofils bewirkt wird.

[0019] Mit einer solchen Zerspanungseinrichtung wird die unfallbedingte Aufprallenergie durch Zerspanungsenergie abgebaut und erzeugt über den Deformationsweg einen relativ konstanten Kraftverlauf.

[0020] Mit einem solchen eine Schneidkante aufweisenden Zerspanungswerkzeug wird in Abhängigkeit der zu bearbeitenden Materialtiefe auf der Mantelfläche des inneren Hohlprofils das Kraftniveau eingestellt. Während der zur spanenden Bearbeitung des inneren Hohlprofils wird dieses an der Schneidkante vorbeigeschoben.

[0021] Alternativ ist gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung das Zerspanungswerkzeug als Spaltwerkzeug mit einer Spaltschneide zum axialen Spalten der Hohlprofilwandung des inneren Hohlprofils ausgebildet. Dies bietet den Vorteil, dass mehrere in axialer Richtung verlaufende Spaltschneiden vorgesehen werden können, die auch axial versetzt angeordnet werden können, so dass zeitlich aufeinanderfolgend diese Spaltschneiden auf das innere Hohlprofil auftreffen.

[0022] Anstelle des Einsatzes eines Zerspanungswerkzeugs kann als Energieabsorptionseinrichtung

gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung auch eine Formänderungseinrichtung zur plastischen Verformung des inneren Hohlprofils verwendet werden.

[0023] Eine solche Formänderungseinrichtung ist weiterbildungsgemäß mit einem eine Formöffnung aufweisenden Formkopf ausgebildet, mit welchem bei einer Relativbewegung des inneren Hohlprofils gegenüber dem äußeren Hohlprofil zumindest bereichsweise der Außendurchmesser des inneren Hohlprofils verjüngt wird.

[0024] Schließlich sieht eine letzte vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung vor, dass zur Bildung eines Mehrkammerprofils das äußere Hohlprofil ein Innenprofil mit einem geschlossenen Querschnitt aufweist, wobei das innere Hohlprofil innerhalb des Innenprofils angeordnet ist und mit diesem mittels des wenigstens einen Brückenelementes verbunden ist.

[0025] Vorteilhafter Weise kann das erfindungsgemäße Trägerprofil als Längs- oder Querträger zum Aufbau einer Fahrzeugkarosserie verwendet werden. Auch ist es möglich dieses erfindungsgemäße Trägerprofil zum Aufbau einer Crashbox einzusetzen.

[0026] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren ausführlich beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Längsschnittdarstellung eines Trägerprofils einer Fahrzeugkarosserie gemäß der Erfindung vor einer unfallbedingten Deformation,

Fig. 2 eine schematische Längsschnittdarstellung des Trägerprofils nach **Fig. 1** nach einer unfallbedingten Deformation,

Fig. 3 eine schematische Querschnittsdarstellung einer ersten Ausführungsform des Trägerprofils nach **Fig. 1**,

Fig. 4 eine schematische Querschnittsdarstellung einer zweiten Ausführungsform des Trägerprofils nach **Fig. 1**,

Fig. 5 eine schematische Längsschnittdarstellung eines Trägerprofils gemäß der Erfindung mit einer Formänderungseinrichtung als Energieabsorptionseinrichtung nach einer unfallbedingten Deformation,

Fig. 6 eine schematische Längsschnittdarstellung eines Trägerprofils gemäß der Erfindung mit einer Zerspanungseinrichtung als Energieabsorptionseinrichtung nach einer unfallbedingten Deformation,

Fig. 7 eine schematische Längsschnittdarstellung eines Trägerprofils gemäß der Erfindung mit einer alternativen Zerspanungseinrichtung

als Energieabsorptionseinrichtung nach einer unfallbedingten Deformation, und

Fig. 8 eine Kraft-Weg-Diagramm eines einem Trägerprofil gemäß **Fig. 1** ausgesetzten Deformationsvorganges.

[0027] Eine erste und zweite Ausführung eines Trägerprofils **1** im Zustand vor einer unfallbedingten Deformation zeigt **Fig. 1** in einer Längsschnittdarstellung zusammen mit einer Querschnittdarstellung gemäß **Fig. 3** oder **Fig. 4**.

[0028] Beide Ausführungen des Trägerprofils **1** umfassen ein äußeres Hohlprofil **2** sowie ein inneres Hohlprofil **3**, wobei das innere Hohlprofil **3** jeweils als Hohlzylinder mit einem kreisförmigen Querschnitt ausgebildet ist. An einem Ende **1.1** des Trägerprofils **1** stützt sich das äußere und innere Hohlprofil **2** und **3** gegen ein stirnwandartiges Stützelement **4** ab, wobei sich das innere Hohlprofil **3** nicht nur gegen dieses Stützelement **4** abstützt sondern mit diesem über eine Energieabsorptionseinrichtung **6** verbunden ist.

[0029] Am gegenüberliegenden Ende **1.2** des Trägerprofils **1** befindet sich eine Stirnwand **7**, an der sowohl das innere als auch das äußere Hohlprofil **2** und **3** anliegt. Dieses Trägerprofil **1** wird in einer Fahrzeugkarosserie mit einer Orientierung eingebaut, so dass bei einem unfallbedingten Aufprall die Stoßbelastung entsprechend des Pfeiles L von der Stirnwand **7** aus in das Trägerprofil **1** eingeleitet wird. So wird bspw. bei der Verwendung des Trägerprofils **1** als Längsträger für eine Fahrzeugkarosserie mit dem Pfeil F die Fahrtrichtung angezeigt.

[0030] Das äußere Hohlprofil **2** des Trägerprofils **1** gemäß den **Fig. 1** und **Fig. 3** weist einen rechteckförmigen Querschnitt auf, wobei das innere Hohlprofil **3** mittels vier stegartig ausgebildeten und auf dessen Umfangsfläche gleichmäßig verteilten Brückenelementen **5** mit dem äußeren Hohlprofil **2** verbunden ist, so dass dieses innere Hohlprofil **3** zentrisch innerhalb des äußeren Hohlprofils **2** gehalten wird.

[0031] Aus **Fig. 3** ist zu erkennen, dass die vier Brückenelemente **5** jeweils eine Sollbruch- oder Sollknickstelle **5.1** aufweisen, die mit kurzem Abstand zum inneren Hohlprofil **3** in den Brückenelementen **5** angeordnet sind.

[0032] Das äußere Hohlprofil **2** gemäß den **Fig. 1** und **Fig. 4** ist dagegen als Mehrkammerprofil ausgebildet, indem innerhalb der rechteckförmigen Außenwandung **2.1** ein zylinderförmiges Innenprofil **2.2** mit kreisförmigem Querschnitt als Innenwandung über vier auf dem Umfang dieses Innenprofils **2.2** gleichmäßig verteilte Brückenelemente **5** mit der Außenwandung **2.1** unter Bildung von vier Kammern verbunden ist. In einer zentrischen Lage im inneren des Innenprofils **2.2** befindet sich das innere Hohlprofil **3**

und ist mit den durch das Innenprofil **2.2** sich erstreckenden Brückenelementen **5** verbunden, wobei in dem Abschnitt der Brückenelemente **5** zwischen dem inneren Hohlprofil **3** und dem Innenprofil **2.2** jeweils eine Sollbruch- oder Sollknickstelle **5.1** angeordnet ist.

[0033] Der Zustand des Trägerprofils **1** nach einer unfallbedingten Deformation, welche durch einen Lasteintrag gemäß dem Pfeil L eingeleitet wird, ist in **Fig. 2** dargestellt. Die Sollbruch- oder Sollknickstellen **5.1** der Brückenelemente **5** sind so ausgelegt, dass sie bei Überschreiten einer konstruktiv festgelegten Grenzlasterlast brechen. Wird diese Grenzlasterlast durch den unfallbedingten Lasteintrag erreicht, wird die Verbindung zwischen dem inneren Hohlprofil **3** und dem äußeren Hohlprofil **2** aufgrund des Brechens der Sollbruch- oder Sollknickstellen **5.1** getrennt, so dass zum einen das äußere Hohlprofil **2** durch Faltenbildung im zur Stirnwand **7** benachbarten Bereich **8** beginnend plastisch verformt wird und das innere Hohlprofil **3** gleichzeitig oder kurz danach in Richtung des Pfeils L durch das äußere Hohlprofil **2** geschoben wird, wobei durch die Relativbewegung des inneren Hohlprofils **3** gegenüber dem äußeren Hohlprofil **2** die Energieabsorptionseinrichtung **6** zum Energieabbau aktiviert wird. Damit wird über das äußere Hohlprofil **2** ein äußerer Lastpfad und über das innere Hohlprofil **3** ein innerer Lastpfad gebildet, über die jeweils ein Energieabbau erfolgt.

[0034] Der Energieabbau erfolgt dabei zum einen über den inneren Lastpfad durch den Bruch der Sollbruch- oder Sollknickstellen **5.1** sowie der Aktivierung der Energieabsorptionseinrichtung **6** und zum anderen über den äußeren Lastpfad durch die Faltenbildung im Bereich **8** des äußeren Hohlprofils **2** beginnend. Die dadurch realisierten unterschiedlichen Versagensmodi sind mit den zugehörigen Kraft-Weg-Verläufen gemäß dem Diagramm nach **Fig. 8** dargestellt.

[0035] Die Kurve K_1 zeigt den degressiven Kraft-Weg-Verlauf des inneren Lastpfades, der einen hohen Anfangspeak aufgrund des Versagens der Sollbruch- oder Sollknickstellen **5.1** aufweist und anschließend auf einem durch die Energieabsorptionseinrichtung **6** bestimmten niedrigeren Kraftniveau verläuft. Die Kurven K_1 , K_{11} und K_{12} unterscheiden sich im an den hohen Anfangspeak anschließenden Verlauf durch unterschiedliche konstruktive Ausgestaltungen der Energieabsorptionseinrichtung **6**, wie weiter unten anhand der **Fig. 5**, **Fig. 6** und **Fig. 7** erläutert wird.

[0036] Die durch das Faltenbeulen des äußeren Lastpfades erzeugte Kurve K_2 zeigt nach einem kleinen Anfangspeak einen auf nahezu konstantem Kraftniveau wellenartigen Verlauf.

[0037] Die **Fig. 5** zeigt ein Trägerprofil **1** im deformierten Zustand nach einem unfallbedingtem Lasteintrag mit einer konkreten Ausgestaltung der Energieabsorptionseinrichtung **6**.

[0038] Diese Energieabsorptionseinrichtung **6** gemäß **Fig. 5** ist als Formänderungseinrichtung mit einem Formkopf **6.4** ausgebildet, der eine trichterförmige Formöffnung **6.5** aufweist, deren Durchmesser kleiner ist als der äußere Durchmesser des inneren Hohlprofils **3**. Während der Relativbewegung des inneren Hohlprofils **3** gegenüber dem äußeren Hohlprofil **2** (oben als Aktivierung der Energieabsorptionseinrichtung **6** bezeichnet) wird das innere Hohlprofil **3** durch diese Formöffnung **6.5** hindurch geschoben und dabei dessen Durchmesser auf den lichten Durchmesser der Formöffnung **6.5** verjüngt und dabei plastisch verformt. Dabei wird die Verformungsenergie durch die Differenz zwischen dem äußeren Durchmesser des inneren Hohlprofils **3** und dem lichten Durchmesser der Formöffnung **6.5** sowie der Neigung der Trichterform des Formkopfes **6.4** bestimmt. Damit können unterschiedliche Kraftverläufe im Anschluss an den hohen Anfangspeak gemäß den Kurven K_1 , K_{11} und K_{12} (vgl. **Fig. 8**) realisiert und somit ein bedarfsgerecht einstellbarer, niedriger und konstanter Energieabbau durch Formänderung des inneren Hohlprofils **3** erzielt werden.

[0039] Durch eine Aktuatorik wäre es auch möglich, sowohl die Formöffnung **6.5** als auch die zugehörige Trichterform in ihrer Neigung in Abhängigkeit des Lastfalles zu verändern, um einen vorbestimmten definierten Kraft-Weg-Verlauf zu realisieren.

[0040] Gemäß **Fig. 5** stellt das Abstützelement **4** eine Stirnwand eines Hohlprofils **4.1** dar, wobei das äußere Hohlprofil **2** stirnseitig über eine Schweißnaht **9** randseitig mit dem Abstützelement **4** und dem Hohlprofil **4.1** verbunden ist.

[0041] Eine alternative Ausgestaltung der Energieabsorptionseinrichtung **6** eines Trägerprofils **1** zeigt **Fig. 6**, das ansonsten entsprechend des Trägerprofils **1** nach **Fig. 5** aufgebaut ist.

[0042] Gemäß dieser **Fig. 6** wird der Energieabbau mittels einer spanenden Bearbeitung des inneren Hohlprofils **3** erreicht. Hierzu ist die Energieabsorptionseinrichtung **6** als Zerspanungseinrichtung ausgebildet und umfasst wenigstens ein Spaltwerkzeug **6.1** mit einer Spaltschneide **6.3**, welches an der Innenwandung eines Führungsrohres **6.6** in Längsrichtung verlaufend angeordnet ist. Bei einer Relativbewegung des inneren Hohlprofils **3** gegenüber dem äußeren Hohlprofil **2** wird das innere Hohlprofil **3** zunächst von dem Führungsrohr **6.6** aufgenommen und trifft anschließend mit seiner Stirnfläche auf diese Spaltschneide **6.3** des Zerspanungswerkzeuges **6.1**, wodurch von dieser Spaltschneide **6.3** die Hohlpro-

filwandung **3.2** des inneren Hohlprofils **3** in axialer Richtung gespalten wird.

[0043] Das Maß der Zerspanungsenergie kann durch die Anzahl solcher Spaltwerkzeuge **6.1** mit Spaltschneiden **6.3** auf dem inneren Umfang des Führungsrohres **6.6** eingestellt werden, wobei eine weitere Einstellmöglichkeit darin besteht, diese Spaltschneiden **6.3** in axialer Richtung versetzt anzuordnen. Schließlich kann auch durch unterschiedliche Dicken der Spaltschneiden **6.3** die Zerspanungsenergie eingestellt werden. Damit können unterschiedliche Kraftverläufe im Anschluss an den hohen Anfangspeak gemäß den Kurven K_1 , K_{11} und K_{12} (vgl. **Fig. 8**) realisiert und somit ein bedarfsgerecht einstellbarer, niedriger und konstanter Energieabbau durch Zerspanungsarbeit am inneren Hohlprofils **3** erzielt werden.

[0044] Auch bei dieser Ausgestaltung der Energieabsorptionseinrichtung **6** gemäß **Fig. 6** können mittels einer Aktuatorik die die Zerspanungsenergie beeinflussenden Parameter in Abhängigkeit des Lastfalles geändert werden. Mittels einer solchen Aktuatorik könnte bspw. die Anzahl der Spaltschneiden **6.3** sowie deren axialen Abstände zueinander einstellbar verändert werden.

[0045] Schließlich wird auch bei der Energieabsorptionseinrichtung **6** des Trägerprofils **1** nach **Fig. 7** ein Energieabbau durch spanende Bearbeitung des inneren Hohlprofils **3** bewirkt.

[0046] Hierzu ist an einem mit dem Abstützelement **4** verbundenen Führungsrohr **6.6** auf dessen Innenwand ein Zerspanungswerkzeug **6.1** mit einer Schneidkante **6.2** angeordnet, so dass bei einer Relativbewegung des inneren Hohlprofils **3** gegenüber dem äußeren Hohlprofil **2** das innere Hohlprofil **3** zunächst von dem Führungsrohr **6.6** aufgenommen und anschließend mit seiner Stirnfläche auf diese Schneidkante **6.2** des Zerspanungswerkzeuges **6.1** so auftrifft, dass auf der Mantelfläche **3.1** des inneren Hohlprofils **3** in axialer Richtung Material abgeschält wird.

[0047] Das Zerspanungswerkzeug **6.1** kann entsprechend eines Drehmeißels ausgebildet werden, wobei auf dem Umfang der Innenwand des Führungsrohres **6.6** mehrere solcher Drehmeißel **6.1** mit einer Schneidkante **6.2**, auch gegeneinander axial versetzt angeordnet werden können.

[0048] Ferner ist es möglich, das Zerspanungswerkzeug **6.1** als rohrförmiges Hohlprofil auszubilden, welches an seiner Stirnfläche eine umlaufende Schneidkante **6.2** aufweist, wie dies schematisch in **Fig. 7** dargestellt ist. Hierzu ist der Innendurchmesser dieses Hohlprofils **6.1** geringfügig kleiner als der Außendurchmesser des inneren Hohlprofils **3**,

aber größer als dessen Innendurchmesser. Trifft die Stirnfläche des inneren Hohlprofils **3** auf eine solche Schneidkante **6.2**, wird gleichmäßig auf der Mantelfläche **3.1** des inneren Hohlprofils **3** Material in axialer Richtung abgeschält.

[0049] Das Maß der Zerspanungsenergie kann bei einer solchen Zerspanungseinrichtung **6** gemäß **Fig. 7** durch die abgespannte Materialtiefe bestimmt werden. Bei Verwendung eines drehmeißelförmigen Zerspanungswerkzeuges **6.1** hängt die Höhe der Zerspanungsenergie auch von der eingesetzten Anzahl solcher Werkzeuge ab.

[0050] Schließlich können bei dieser Ausgestaltung der Energieabsorptionseinrichtung **6** gemäß **Fig. 7** mittels einer Aktuatorik die die Zerspanungsenergie beeinflussenden Parameter in Abhängigkeit des Lastfalles geändert werden. Mittels einer solchen Aktuatorik könnte bspw. die Anzahl der drehmeißelförmigen Zerspanungswerkzeuge **6.1** sowie deren axialen Abstände zueinander einstellbar verändert werden.

Bezugszeichenliste

1	Trägerprofil
1.1	Ende des Trägerprofils 1
2	äußeres Hohlprofil
2.1	Außenwandung des äußeren Hohlprofils 2
2.2	Innenprofil des äußeren Hohlprofils 2
3	inneres Hohlprofil
3.1	Mantelfläche des inneren Hohlprofils 3
3.2	Hohlprofilwandung des inneren Hohlprofils 3
4	Stützelement
5	Brückenelement
5.1	Sollbruch- oder Sollknickstelle des Brückenelementes 5
6	Energieabsorptionseinrichtung, Zerspanungseinrichtung, Formänderungseinrichtung
6.1	Zerspanungswerkzeug
6.2	Schneidkante des Zerspanungswerkzeuges 6.1
6.3	Spaltschneide
6.4	Formkopf der Formänderungseinrichtung 6
6.5	Formöffnung des Formkopfes 6.4
7	Stirnwand

8	Bereich plastischer Verformung des äußeren Hohlprofils 2
9	Schweißnaht

Patentansprüche

1. Trägerprofil (1) für eine Fahrzeugkarosserie mit einem einen äußeren Lastpfad bildenden äußeren Hohlprofil (2) sowie einem einen inneren Lastpfad bildenden inneren Hohlprofil (3), wobei das äußere und das innere Hohlprofil (2, 3) an einem Ende (1.1) des Trägerprofils (1) angeordneten Stützelement (4) abgestützt sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- das innere Hohlprofil (3) über wenigstens ein Brückenelement (5) mit dem äußeren Hohlprofil (2) verbunden ist, wobei das Brückenelement (5) unter Sicherstellung der Betriebsfestigkeit mit einer Sollbruch- oder Sollknickstelle (5.1) ausgebildet ist,

- das Stützelement (4) mit einer Energieabsorptionseinrichtung (6) ausgebildet ist, welche zum Energieabbau mit dem inneren Hohlprofil (3) verbunden ist, und

- infolge einer Stoßbelastung in axialer Richtung des Trägerprofils (1) nach Aufheben der von dem Brückenelement (5) hergestellten Verbindung zwischen dem inneren und äußeren Hohlprofil (2, 3) unter plastischer Verformung des äußeren Hohlprofils (2) eine die Energieabsorptionseinrichtung (6) aktivierende Relativbewegung zwischen dem inneren Hohlprofil (3) und dem äußeren Hohlprofil (2) erzeugt wird.

2. Trägerprofil (1) immer auf nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Energieabsorptionseinrichtung (6) als Zerspanungseinrichtung zur spanenden Bearbeitung des inneren Hohlprofils (3) ausgebildet ist.

3. Trägerprofil (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zerspanungseinrichtung (6) mindestens ein Zerspanungswerkzeug (6.1) umfasst.

4. Trägerprofil (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- das Zerspanungswerkzeug (6.1) mit wenigstens einer Schneidkante (6.2) ausgebildet ist, und

- das innere Hohlprofil (3) mittels der Schneidkante (6.2) bei einer Relativbewegung des inneren Hohlprofils (3) gegenüber dem äußeren Hohlprofil (2) eine spanende Bearbeitung der äußeren Mantelfläche (3.1) des inneren Hohlprofils (3) bewirkt wird.

5. Trägerprofil (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zerspanungswerkzeug (6.1) als Spaltwerkzeug mit einer Spaltschneide (6.3) zum axialen Spalten der Hohlprofilwandung (3.2) des inneren Hohlprofils (3) ausgebildet ist.

6. Trägerprofil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die En-

ergieabsorptionseinrichtung (6) als Formänderungseinrichtung zur plastischen Verformung des inneren Hohlprofils (3) ausgebildet ist.

7. Trägerprofil (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Formänderungseinrichtung (6) mit einer Formöffnung (6.5) aufweisenden Formkopf (6.4) ausgebildet ist, mit welchem bei einer Relativbewegung des inneren Hohlprofils (3) gegenüber dem äußeren Hohlprofil (2) zumindest bereichsweise der Außendurchmesser des inneren Hohlprofils (3) verjüngt wird.

8. Trägerprofil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das wenigstens eine Brückenelement (5) als Steg zwischen dem inneren und dem äußeren Hohlprofil (2, 3) ausgebildet ist.

9. Trägerprofil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bildung eines Mehrkammerprofils das äußere Hohlprofil (2) ein Innenprofil (2.1) mit einem geschlossenen Querschnitt aufweist, wobei das innere Hohlprofil (3) innerhalb des Innenprofils (3.1) angeordnet ist und mit diesem mittels des wenigstens einen Brückenelementes (5) verbunden ist.

10. Fahrzeugkarosserie mit wenigstens einem als Längs- oder Querträger ausgebildeten Trägerprofil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

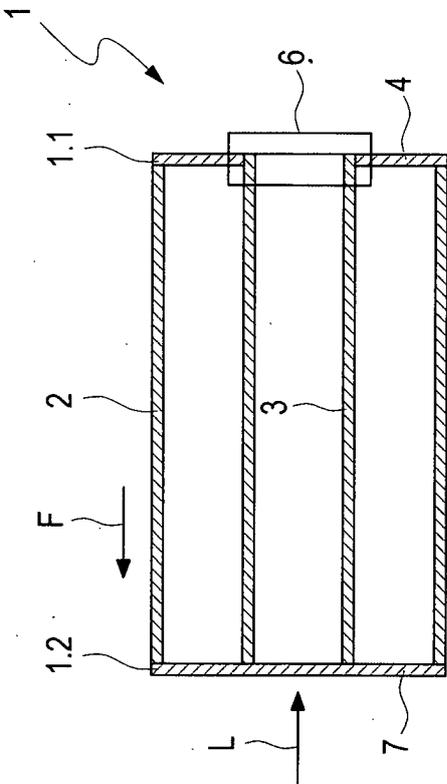


Fig. 1

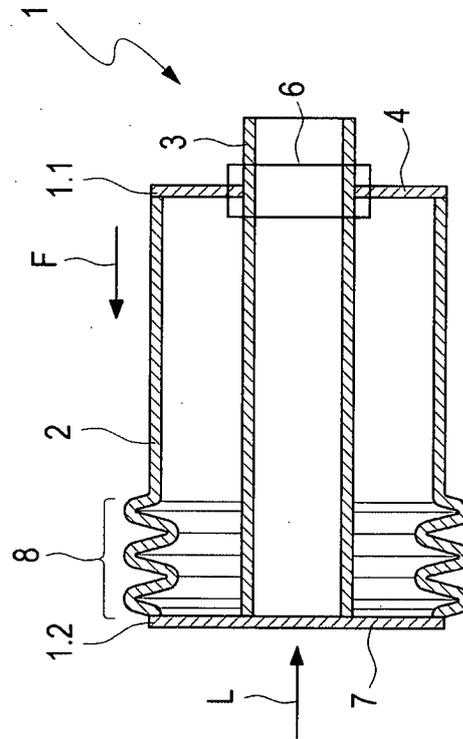


Fig. 2

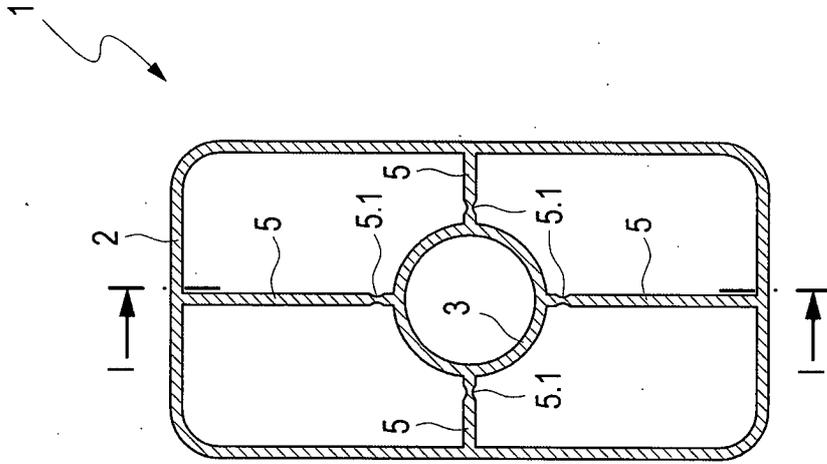


Fig. 3

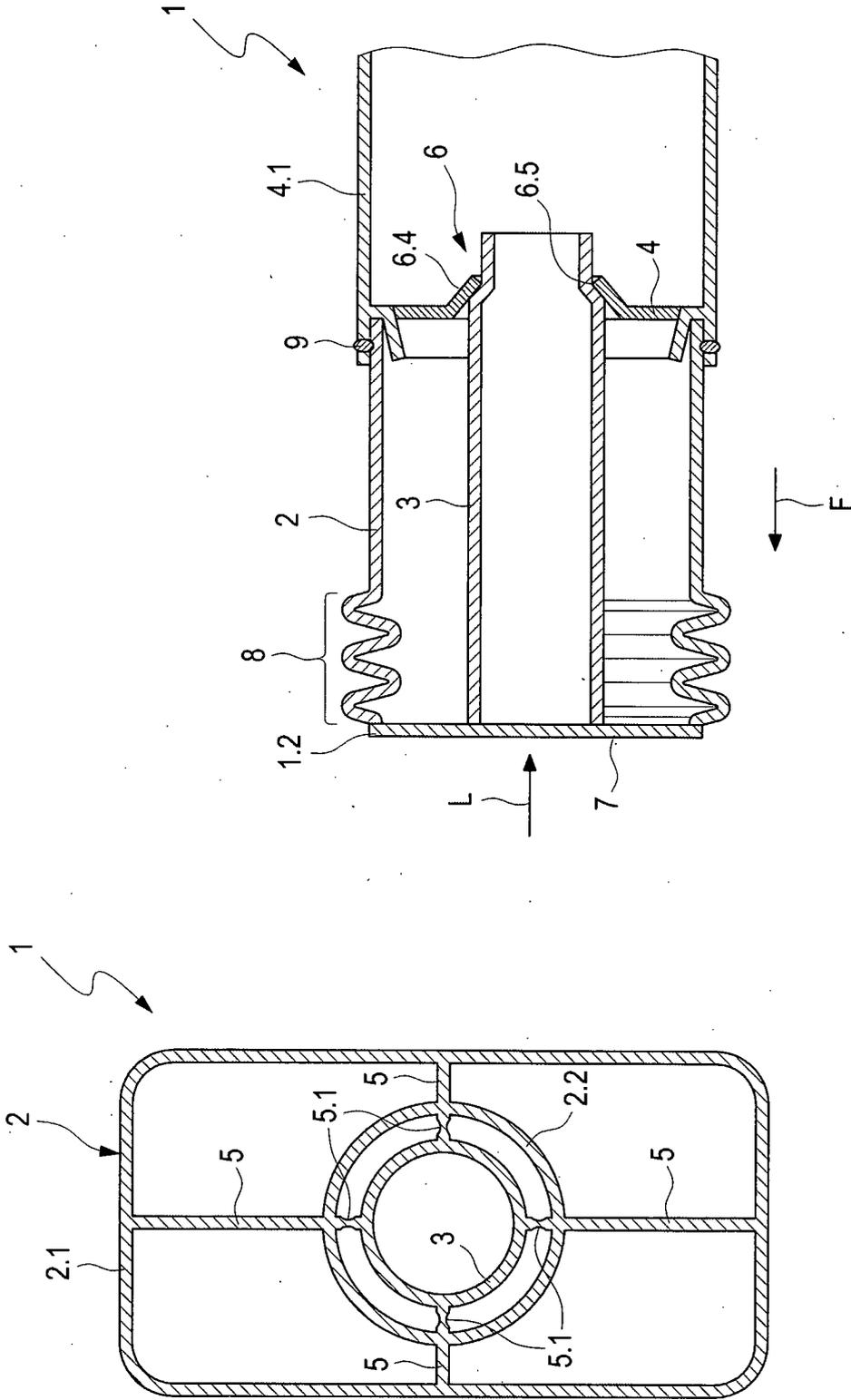


Fig. 4

Fig. 5

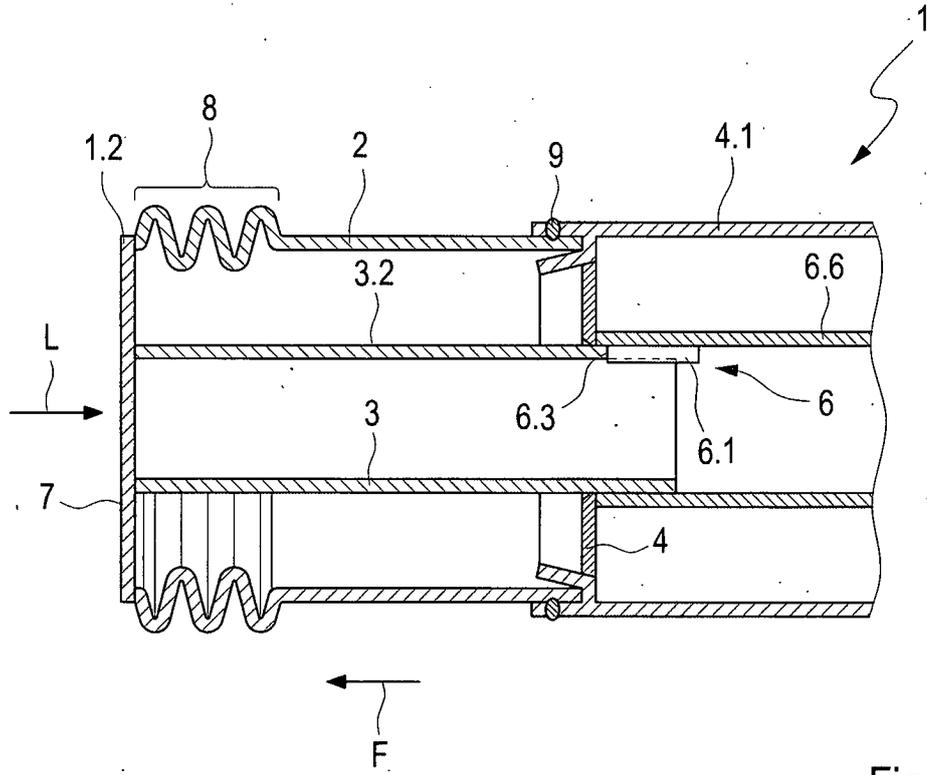


Fig. 6

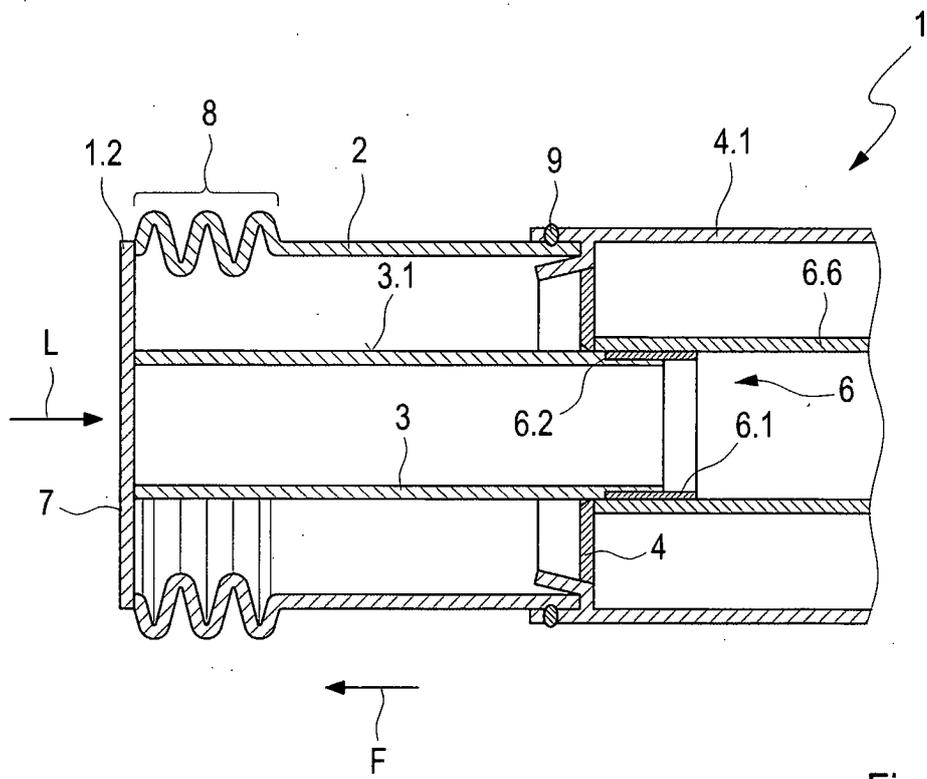


Fig. 7

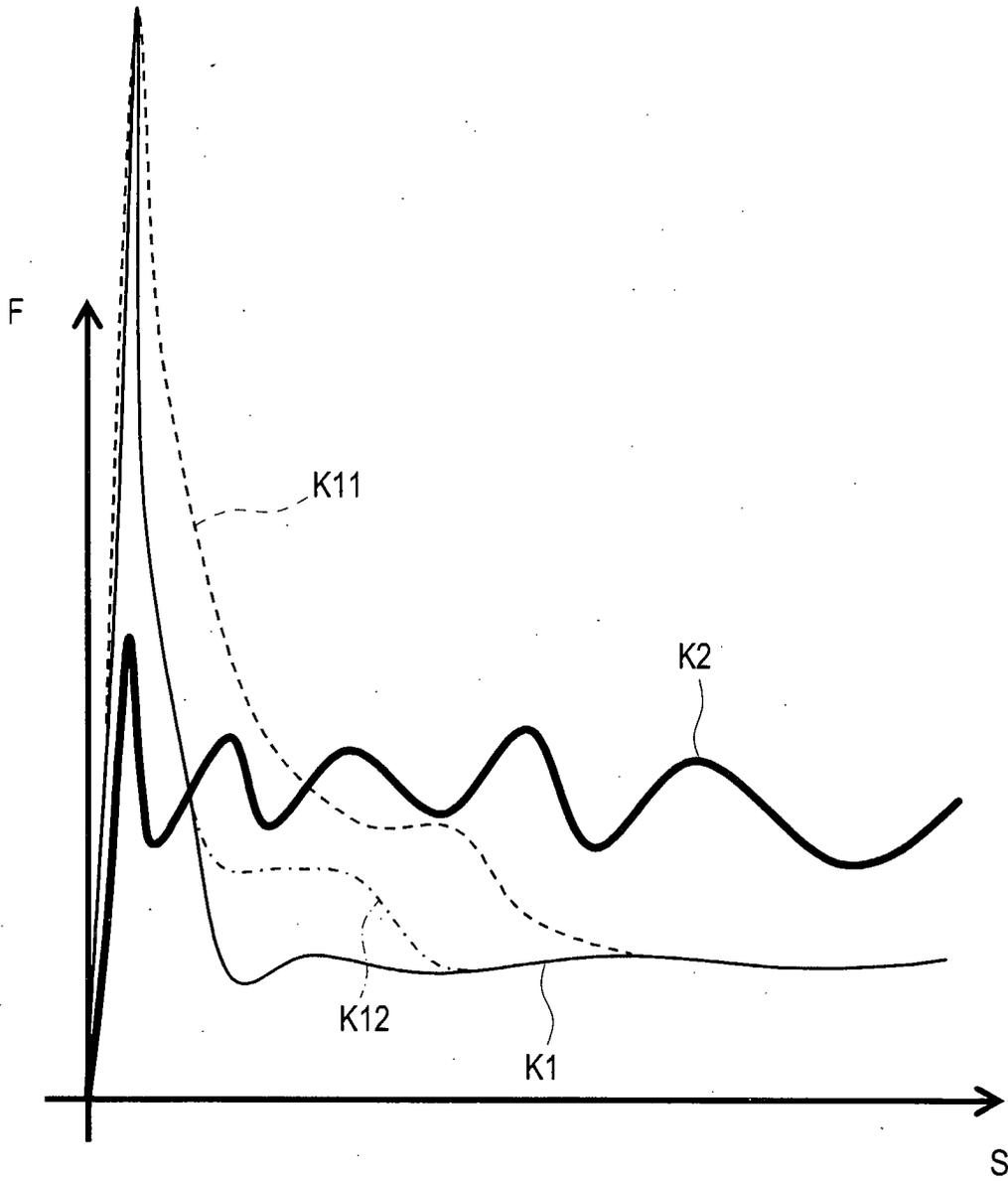


Fig. 8