

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
28. Dezember 2017 (28.12.2017)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2017/220321 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**F16F 1/368** (2006.01)      **B29C 70/00** (2006.01)

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/063783

(22) Internationales Anmeldedatum:  
07. Juni 2017 (07.06.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
20 2016 103 285.7  
22. Juni 2016 (22.06.2016) DE

(71) Anmelder: SOGEFI HD SUSPENSIONS GERMANY GMBH [DE/DE]; Voerder Straße 38, 58135 Hagen (DE).

(72) Erfinder: KRIEG, Nikolaj; c/o SOGEFI HD SUSPENSIONS Germany GmbH, Voerder Straße 38, 58135 Hagen (DE).

(74) Anwalt: HAVERKAMP, Jens; Gartenstraße 61, 58636 Iserlohn (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,

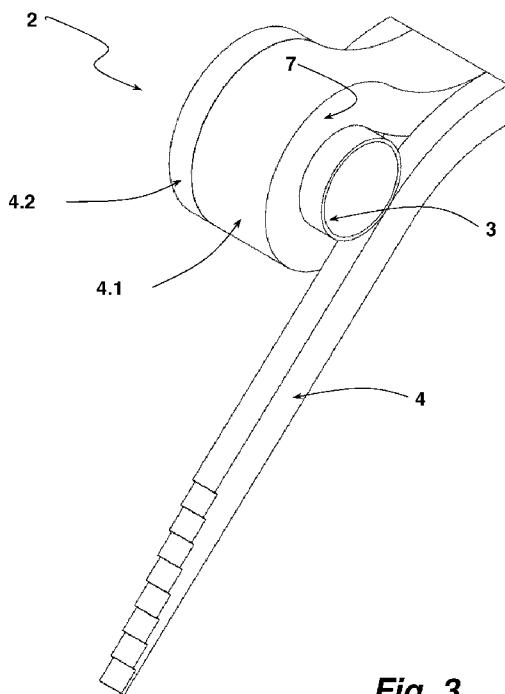
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: FIBRE COMPOSITE COMPONENT

(54) Bezeichnung: FASERVERBUNDBAUATEIL



**Fig. 3**

(57) **Abstract:** Described is a fibre composite component designed as a spring, comprising at least one spring section and at least one force transfer structure (2). In the end portion forming or surrounding the force transfer element (3) the fibre composite material of the fibre composite component (1) is divided, in a plane perpendicular to the longitudinal direction of the force transfer structure (2), into at least two fibre composite material strands (4, 4.1, 4.2). Two adjacent fibre composite strands (4, 4.1, 4.2) run in opposite directions, overlapping over a specific angular portion and each forming an eye, with their mutually opposed side faces (7) force-transmittingly connected in the overlapping portion.

(57) **Zusammenfassung:** Beschrieben ist ein als Feder ausgeführtes Faserverbundbauteil mit wenigstens einem Federabschnitt und mit wenigstens einer Lasteinleitungsstruktur (2). Das Faserverbundmaterial des Faserverbundbauteils (1) ist in dem das Lasteinleitungselement (3) bildenden oder einfassenden Endabschnitt in einer Ebene quer zur Längserstreckung der Lasteinleitungsstruktur (2) in zumindest zwei Faserverbundmaterialstränge (4, 4.1, 4.2) geteilt. Zwei benachbarte Faserverbundmaterialstränge (4, 4.1, 4.2) sind zur Ausbildung jeweils eines Auges gegenseitig unter Ausbildung einer sich über einen bestimmten Winkelbetrag erstreckenden Überlappung geführt und mit ihren zueinander weisenden Seitenflächen (7), in dem Abschnitt, in dem diese überlappend angeordnet sind, kraftschlüssig miteinander verbunden.

## Faserverbundbauteil

Die Erfindung betrifft ein als Feder ausgeführtes Faserverbundbauteil mit wenigstens einem Federabschnitt und mit wenigstens einer Lasteinleitungsstruktur.

Faserverbundbauteile werden bei vielen Anwendungen zum Ersatz herkömmlich aus Stahl hergestellter Strukturauteile eingesetzt. Bei derartigen Strukturauteilen kann es sich auch um Feder bzw. Federelemente handeln, etwa Fahrzeugfedern, beispielsweise Teile von Radaufhängungen, etwa Lenker oder Blattfedern. Derartige Faserverbundbauteile sind langgestreckt, da deren Längserstreckung um ein Vielfaches größer ist als die Erstreckung in Querrichtung dazu, und somit in Bezug auf die Breite und die Höhe eines solchen Bauteils. Zum Anschluss an andere Komponenten verfügen derartige Bauteile über wenigstens eine Lasteinleitungsstruktur. Diese ist üblicherweise als Auge ausgeführt. Bei herkömmlich geschmiedeten Bauteilen der in Rede stehenden Art sind derartige Augen in aller Regel geschlossen. Bei Blattfedern, bei denen die Augen durch einen Walzvorgang erstellt werden, sind diese mitunter auch geöffnet. Als Lasteinleitungsstruktur kann bei derartigen Bauteilen auch ein Anschlusszapfen dienen, der ein- oder beidseitig quer zur Längserstreckung des Bauteils an seinem einen Ende von diesem abragt.

Faserverbundbauteile der in Rede stehenden Art sind vorbekannt. In DE 10 2006 047 412 B1 ist beispielsweise eine stabförmige Faserverbundstruktur mit Lasteinleitungselementen beschrieben. Bei dieser Faserverbundstruktur handelt es sich um eine strukturelle Komponente eines Hydraulikaktuators. Diese vorbekannte Faserverbundstruktur wird aus zwei Halbschalen zusammengesetzt, die von einer Bandage mit umlaufender Faserverstärkung umgeben ist.

DE 10 2010 009 528 A1 offenbart ein als Blattfeder ausgeführtes Faserverbundbauteil. Als Lasteinleitungsstruktur ist bei diesem vorbekannten Faserverbundbauteil ein Lagerauge vorgesehen. Zum Aufbau dieser Lasteinleitungsstruktur wird eine Hülse als Lasteinleitungselement verwendet, die von dem Endabschnitt des Faserverbundmaterials umschlun-

gen ist. Zur Ausbildung eines geschlossenen Auges aus dem Faserverbundmaterial wird dieses im Bereich seines Endes zum Ausbilden einer schmaleren Zunge zurechtgeschnitten. In der Flucht dieser endseitigen Zunge wird in den zur Ausbildung des Faserverbundbauteils verwendeten 5 Prepreg-Streifen eine Öffnung ausgeschnitten, in die nach Umschlingen der Hülse die endseitige Zunge eingeführt wird. Der aus der Öffnung herausragende Endabschnitt der Zunge wird abgetrennt. Auf diese Weise wird die endseitige Stirnfläche des Prepreg-Streifens nach Umschlingung 10 der Hülse als Lasteinleitungselement zu dem diesbezüglichen Ende des eigentlichen Federabschnittes zurückgeführt.

Problematisch ist bei Faserverbundbauteilen der in Rede stehenden Art bei einer Belastung, insbesondere bei einer Schub- und/oder Zugbelastung, die Gefahr einer Delamination des für die Herstellung des Faserverbundbauteils eingesetzten Faserverbundmaterials. Dieses ist unerwünscht, da dieses zu einem Versagen des Faserverbundbauteils führt. 15

Auch wenn mit dem aus DE 10 2010 009 528 A1 vorbekannten Faserverbundbauteil die Gefahr einer Delamination gegenüber anderen Faserverbundbauteilen, bei denen eine Lasteinleitungsstruktur durch eine Schlinge 20 ausgebildet ist, verbessert ist, ist die Belastbarkeit eines solchen Faserverbundbauteils, vor allem bei dynamischen Belastungen in aller Regel zu gering. Dieses könnte man durch eine entsprechend breitere Auslegung der Blattfeder kompensieren. Oftmals steht der dazu notwendige Bauraum 25 jedoch nicht zur Verfügung. Darüber hinaus muss dann wieder mehr Material eingesetzt werden, was sich nachteilig die gewünschte Gewichtersparnis, die mit diesem Faserverbundbauteil bewirkt werden soll, auswirkt. Zudem ist mit erhöhten Kosten zu rechnen.

30 Ausgehend von diesem diskutierten Stand der Technik liegt der Erfindung daher die Aufgabe zugrunde, ein Faserverbundbauteil, welches nicht nur hohen Belastungen bei einem vertretbaren Einsatz an Material gestattet, sondern bei dem zudem die Gefahr einer Delamination gegenüber eines Faserverbundbauteils, dessen Lasteinleitungsstruktur durch eine Faserverbundmaterialschlinge bereitgestellt wird, reduziert ist. 35

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch ein eingangs genann-

tes, gattungsgemäßes Faserverbundbauteil, bei dem das Faserverbundmaterial des Faserverbundbauteils in dem das Lasteinleitungselement bildenden oder einfassenden Endabschnitt in einer Ebene quer zur Längserstreckung der Lasteinleitungsstruktur in zumindest zwei Faserverbundmaterialstränge geteilt ist und zwei benachbarte Faserverbundmaterialstränge zur Ausbildung jeweils eines Auges gegensinnig unter Ausbildung einer sich über einen bestimmten Winkelbetrag erstreckenden Überlappung geführt und mit ihren zueinander weisenden Seitenflächen, in dem Abschnitt, in dem diese überlappend angeordnet sind, kraftschlüssig miteinander verbunden sind.

Bei diesem Faserverbundbauteil ist die Lasteinleitungsstruktur durch zumindest zwei Faserverbundmaterialstränge ausgebildet. Bei der Lasteinleitungsstruktur handelt es sich typischerweise um ein Auge, welches als offenes oder auch geschlossenes Auge ausgeführt sein kann. Das besondere bei dem erfindungsgemäßem Faserverbundbauteil ist, dass die Umschlingungs- bzw. Wickelrichtung benachbarter Faserverbundmaterialstränge um zur Ausbildung der Lasteinleitungsstruktur gegensinnig ist. Dieses bedeutet, dass, für den Fall, dass ein erster Faserverbundmaterialstrang zur Ausbildung eines Auges im Uhrzeigersinn geführt ist, wohingegen das eine oder die beiden benachbarten Faserverbundmaterialstränge in entgegengesetzter Umschlingungs- bzw. Wickelrichtung und somit linksherum geführt sind. Der Umschlingungsbetrag, mit dem die Faserverbundmaterialstränge zur Ausbildung des Auges der Lasteinleitungsstruktur geführt sind, ist zumindest so groß, dass benachbarte Faserverbundmaterialstränge über einen bestimmten Winkelbetrag überlappend sind. In dem Überlappungsbereich grenzen die zueinander weisenden Seiten dieser Faserverbundmaterialstränge im Bereich der überlappenden Anordnung aneinander. Diese Seitenflächen sind zudem kraftschlüssig, typischerweise stoffschlüssig durch das ausgehärtete Harz des Faserverbundbauteils miteinander verbunden. Von Vorteil ist, dass bei dieser Auslegung das Faserverbundmaterial im Bereich seiner zumindest einen Lasteinleitungsstruktur in einer Ebene quer zur Längserstreckung seines Auges geteilt ist. Das Maß der Umschlingung des Lasteinleitungselementes ist somit alleinig von der Länge der Faserverbundmaterialstränge abhängig. Somit ist durch dieses Konzept die übrige Auslegung des Faserverbundbauteils unbeeinflusst von der Ausbildung der Lasteinleitungs-

struktur. Die Lasteinleitungsstruktur kann somit unabhängig von den übrigen Bestandteilen des Faserverbundbauteils ausgelegt werden. Dieses gilt auch umgekehrt für die Auslegung der übrigen Teile des Faserverbundbauteils in Bezug auf die Lasteinleitungsstruktur.

5

Die Überlappung hinsichtlich der gegensinnigen Umschlingungsrichtung benachbarter Faserverbundmaterialstränge erlaubt die Ausbildung eines insbesondere auch großflächigen Aneinanderanliegens zweier benachbarter Faserverbundmaterialstränge. Der Verbund benachbarter Faserverbundmaterialstränge miteinander gewährleistet, dass in die Lasteinleitungsstruktur hohe Kräfte eingeleitet werden können und zudem eine Delamination wirksam verhindert ist. Der großflächige Verbund benachbarter Faserverbundmaterialstränge trägt dazu bei, dass bei Vorsehen eines Lasteinleitungselement dieses sicher in der Faserverbundstruktur der Lasteinleitungsstruktur aufgenommen ist. Bei einem solchem Lasteinleitungselement, welches von den Verbundfasermaterialsträngen eingefasst ist, kann es sich beispielsweise um eine Metallhülse handeln.

20

Durch jeden Faserverbundmaterialstrang wird ein Auge vorzugsweise mit mehr als 270° gebildet. Die Seitenkontaktfläche dieser Faserverbundmaterialstränge erstreckt sich sodann über zumindest 90°. Vorzugsweise werden die durch die Faserverbundmaterialstränge gebildeten Augen, die gemeinsam das Auge der Lasteinleitungsstruktur bilden, jedoch geschlossen oder annähernd geschlossen ausgeführt. Dann ist der stirnseitige Stoß der Faserverbundmaterialstränge bis an oder quasi an die Oberfläche des übrigen Teils des Faserverbundmaterials zurückgeführt. Durch das für die abschließende Formung des Faserverbundbauteils eingesetzte Harz, durch das auch ein verbliebener Spalt zwischen der zurückgeführten Stirnfläche eines solchen Faserverbundmaterialstranges füllt, wird dann durch jeden Faserverbundmaterialstrang ein geschlossenes Auge ausgebildet.

25

Von besonderem Vorteil eines solchen Faserverbundbauteils mit seiner in einer Ebene quer zur Längserstreckung des Lasteinleitungselementes endseitig zur Ausbildung einer Lasteinleitungsstruktur geteilten Faserverbundmaterialstränge ist zudem, dass die Lasteinleitungsstruktur hinsichtlich ihrer Lasteinleitungscharakteristik an die Bedürfnisse bei der Anwen-

30

35

- dung bzw. bei dem Einsatz eines solchen Faserverbundbauteils angepasst werden kann. In Abhängigkeit von der zu erwartenden Belastung kann durchaus vorgesehen sein, dass die Querschnittsfläche der Summe der Faserverbundmaterialstränge, die in einer ersten Umschlingungsrichtung ein Auge bilden, unterschiedlich ist zu der Summe Querschnittsfläche der Faserverbundmaterialstränge, mit denen das oder die entsprechenden Augen in der anderen Umschlingungsrichtung gebildet sind. Eine Lasteinleitungsstruktur lässt sich mit diesem Konzept in Bezug auf die Mittelquer-ebene der Lasteinleitungsstruktur symmetrisch oder asymmetrisch auslegen. Eine asymmetrische Auslegung bietet sich beispielsweise für solche Anwendungen an, bei denen Torsionsbelastungen über die Lasteinleitungsstruktur aufgenommen werden müssen, wenn diese aus einer bestimmten Funktionsrichtung eingreifen.
- 15 Die Anzahl der Faserverbundmaterialstränge, mit der das Auge einer Lasteinleitungsstruktur gebildet bzw. eingefasst ist, beträgt mindestens zwei. Vorzugsweise wird jedoch eine ungerade Anzahl an Faserverbundmaterialsträngen gewählt werden, um die Wechselfolge einer gegensinnigen Umschlingungsrichtung ausgehend von seiner Mittelquerebene in beide Richtungen symmetrisch auslegen zu können. Dies bezieht sich auf die Wechselfolge und nicht unbedingt auf die Breite jedes Faserverbundmaterialstranges. Je größer die Anzahl der Verbundmaterialstränge ist, bei denen benachbarte Faserverbundmaterialstränge jeweils gegensinnig zur Ausbildung des Auges der Lasteinleitungsstruktur gewickelt herumgeführt sind, desto höher ist die Belastbarkeit der dadurch bereitgestellten Lasteinleitungsstruktur. Für viele Anwendungen wird es ausreichend sein, wenn die Anzahl der Faserverbundmaterialstränge 3 oder 5 beträgt.
- 30 Als Faserverbundmaterial können undirektional ausgerichtete Fasern, Faserstränge ebenso, wie gewebtes Fasermaterial, Faservlies oder dergleichen eingesetzt werden. Werden keine Faserstränge eingesetzt, die in ihrem Endbereich ohne weiteres in die benötigten Faserverbundmaterialstränge geteilt werden können, wird der Endabschnitt, an dem eine Lasteinleitungsstruktur ausgebildet werden soll, durch ein oder mehrere 35 Schnitte in die für die gegensinnige Umschlingung benötigten Faserverbundmaterialstränge geteilt.

Ein solches Faserverbundbauteil kann an mehreren Stellen eine solche Lasteinleitungsstruktur aufweisen. Handelt es sich bei dem Faserverbundbauteil um beispielsweise eine Blattfeder, wird diese an ihren beiden Enden mit einer solchen Lasteinleitungsstruktur ausgerüstet sein. Bei einem 5 solchen Faserverbundbauteil kann es sich durchaus auch um einen Rahmen, einen Hilfsrahmen, einen Lenker oder dergleichen handeln, der zumindest eine solche Lasteinleitungsstruktur aufweist.

10 In einem Ausführungsbeispiel ist durch die Augen der Faserverbundmaterialstränge einer solchen Lasteinleitungsstruktur ein gemeinsames Lasteinleitungselement, beispielsweise eine Metallhülse, eingefasst. Die Querschnittsfläche einer solchen Metallhülse kann eine kreisrunde Querschnittsfläche aufweisen. Aufgrund des Einfassens eines solchen Lasteinleitungselementes in der vorbeschriebenen Art und Weise kann die Querschnittsfläche eines solchen Lasteinleitungselementes auch von der runden Form abweichen, beispielsweise auch viereckig ausgeführt sein.

20 Die Federkennlinie einer solchen, als Faserverbundbauteil hergestellte Feder, beispielsweise einer Blattfeder kann unter anderem über den Faservolumengehalt des Faserverbundbauteiles eingestellt werden. Der Faservolumengehalt gibt den volumetrischen Anteil der eingesetzten Fasern, typischerweise Glasfasern, an der konkreten Geometrie des Bauteils an. Insofern gibt der Faservolumengehalt bezogen auf die Querschnittsfläche eines solchen, als Feder ausgelegten Faserverbundbauteils den Anteil an 25 Fasern bezogen auf die Querschnittsfläche an. Ein solches, beispielsweise als Parabelfeder ausgelegtes Faserverbundbauteil kann über die Erstreckung seines Federabschnittes, in diesem Fall: seines Federarmes einen konstanten Faservolumengehalt aufweisen. Auf Grund der Reduzierung der Querschnittsfläche in Richtung zu dem Lasteinleitungselement hin, nimmt bei konstantem Faservolumengehalt die tatsächlich eingesetzte 30 Fasermenge in dieser Richtung ab. Um bei Federbeanspruchungen wie etwa einem Einfedern Kerbwirkungen zu reduzieren, sind die Decklagen der Faserstränge durchgängig ausgeführt. In dem oder in den ein Lasteinleitungselement bildenden oder einfassenden Endabschnitten kann der 35 Faservolumengehalt gegenüber demjenigen in dem Federabschnitt, also beispielsweise in dem Federarm, reduziert sein. Ausgenutzt wird hierbei der Umstand, dass diese Endabschnitte weniger Beanspruchung in Faser-

längsrichtung ertragen müssen und hauptsächlich interlaminar belastet sind. Vielmehr ist vorgesehen, dass diese Endabschnitte auch nicht, jedenfalls nicht nennenswert elastisch reagieren sollen, was durch den erhöhten Harzanteil gewährleistet ist. Der geringere Einsatz an Fasersträngen wirkt sich gewichtsreduzierend auf das Faserverbundbauteil aus. Auch im Übergang in einen solchermaßen ausgebildeten Endabschnitt sind typischerweise die Decklagen der Faserstränge durchgängig. Vorteilhaft bei einer solchen Ausgestaltung ist auch, dass die Injektionsmasse sich bei Infusionsprozessen bereits bei geringerem Druck in der einen solchen Endabschnitt ausbildenden Form besser verteilen lässt. Grund hierfür ist die geringere Anzahl an das Strömungsverhalten der injizierten Masse beinträchtigeren Fasersträngen in dem zumindest einen Endabschnitt. Untersuchungen haben gezeigt, dass in dem zumindest einen Endabschnitt der Faservolumengehalt bis zu 50 % bei gleicher Faserverbundbauteilqualität reduziert werden konnte. Das Maß einer solchen Faservolumengehaltsreduktion in dem zumindest einen Endabschnitt wird man in Abhängigkeit von der dem Faserverbundbauteil zugesetzten Anwendung auslegen.

Die Variation im Faservolumengehalt über die Längserstreckung des als Feder ausgelegten Faserverbundbauteils stellt eine weitere Beeinflussungsmöglichkeit zum Auslegen derartiger Faserverbundbauteile dar. Dadurch ist die Gestaltungsfreiheit bei der Konzeption eines solchen, als Feder ausgeführten Faserverbundbauteils gegenüber solchen, die herkömmlich aus Stahl hergestellt sind, erhöht, insbesondere ohne Einfluss auf das Herstellungsverfahren nehmen zu müssen.

Ein weiterer Freiheitsgrad in der Auslegung eines solchen, als Feder ausgeführten Faserverbundbauteils ist, dass der Faservolumengehalt in den Faserverbundmaterialsträngen zumindest teilweise unterschiedlich sein kann. So können beispielsweise Faserverbundmaterialstränge, die in Querrichtung zu der Feder nebeneinander angeordnet sind, einen gleichen Faservolumengehalt aufweisen, während die darunter oder darüber befindlichen Verbundmaterialfaserstränge einen anderen Faservolumengehalt aufweisen. Ebenfalls ist es möglich, in Querrichtung des Faserverbundbauteils Faserverbundmaterialstränge mit unterschiedlichem Faservolumengehalt anzuordnen.

Die Erfindung ist nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben. Es zeigen:

5 **Fig. 1:** eine perspektivische Darstellung einer als Faserverbundbauteil gefertigten Blattfeder für ein Fahrzeug,

10 **Fig. 2:** eine vergrößerte perspektivische Teilansicht der linken Lasteinleitungsstruktur der Blattfeder der Figur 1,

15 **Fig. 3:** die Lasteinleitungsstruktur der Figur 2 aus einer anderen Perspektive mit einem teilabgewickelten Faserverbundmaterialstrang, mit dem ein Lasteinleitungselement umschlungen ist, und

20 **Fig. 4:** die Lasteinleitungsstruktur der Figur 3 in derselben Perspektive, mit dem das Lasteinleitungselement einfassenden Faserverbundmaterialstrang.

25 Figur 1 zeigt eine als langgestrecktes Faserverbundbauteil gefertigte Blattfeder 1. Die Blattfeder 1 ist aus einem Faserverbundmaterial in ihre in Figur 1 gezeigte Form gebracht worden. Als Faserverbundmaterial sind bei diesem Ausführungsbeispiel der Figur 1 Faserstränge verwendet worden. Hergestellt worden ist die Faserverbundblattfeder 1 im Wege eines an sich bekannten Harzinjektionsverfahrens (Resin Transfer Molding). Bei diesem Verfahren werden die als textiles Halbzeug dienenden Faserstränge in eine Form eingelegt. In einem nachfolgenden Schritt wird der Harz in die Kavität der Form, in der die Faserstränge in der gewünschten Form angeordnet sind, eingespritzt (injiziert). Herstellen lässt sich die in Figur 1 gezeigte Blattfeder auch unter Verwendung von Prepregs.

30 An ihren beiden Enden trägt die Blattfeder 1 jeweils eine Lasteinleitungsstruktur 2, 2.1. Nachstehend ist die Lasteinleitungsstruktur 2 detaillierter beschrieben. Die Lasteinleitungsstruktur 2.1 ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel identisch aufgebaut. Daher gelten die diesbezüglichen Ausführungen gleichermaßen für die Lasteinleitungsstruktur 2.1.

Die Lasteinleitungsstruktur umfasst als Lasteinleitungselement eine Metallhülse 3, durch die ein Auge bereitgestellt ist. Die Metallhülse 3 ist von dem Faserverbundmaterial entlang seiner radialen Mantelfläche eingefasst. Von Besonderheit ist bei der Lasteinleitungsstruktur 2 die Art und 5 Weise der Einfassung der das Auge bildenden Hülse 3. Figur 2 zeigt die Lasteinleitungsstruktur 2 der Blattfeder 1 in einem Schnitt am Ende des eigentlichen Federblattes. Die Hülse 3 ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel von drei Faserverbundmaterialsträngen 4, 4.1, 4.2 umschlungen. Die Faserverbundmaterialstränge 4, 4.1, 4.2 sind mit unterschiedlicher Umschlingungsrichtung um die Hülse 3 herumgeführt. Der Faserverbundmaterialstrang 4 ist mit Blick auf Figur 2 im Uhrzeigersinn 10 um die Mantelfläche der Hülse 3 geschlungen. In derselben Umschlingungsrichtung ist ebenfalls der Faserverbundmaterialstrang 4.2 geführt. Der zwischen den beiden Faserverbundmaterialsträngen 4, 4.2 befindliche 15 Faserverbundmaterialstrang 4.1 ist hingegen entgegen dem Uhrzeigersinn und somit gegensinnig zu den Faserverbundmaterialsträngen 4, 4.2 um die Hülse 3 geführt. Alle drei Faserverbundmaterialstränge 4, 4.1, 4.2 sind annähernd 360° um die Mantelfläche der Hülse 3 geführt. Der verbliebene 20 Zwickel zwischen der jeweiligen endseitigen Stirnfläche, wie an der Stirnfläche 5 des Faserverbundmaterialstranges 4 kenntlich gemacht, und der Oberseite des Anfangs der Stränge 4, 4.1, 4.2 ist mit dem zur Aushärtung verwendeten Harz verfüllt. Dieser mit Harz verfüllte Zwickel ist in Figur 2 25 mit dem Bezugszeichen 6 kenntlich gemacht. Insofern ist durch jeden Faserverbundmaterialstrang 4, 4.1, 4.2 bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ein geschlossenes Auge um die radiale Mantelfläche der Hülse 3 gelegt.

Die Faserverbundmaterialstränge 4, 4.1, 4.2 sind in der Querebene des Längsverlaufs der Hülse 3 und somit in Verlauf der Längsrichtung der 30 Blattfeder 1 geteilt, um die vorbeschriebene gegensinnige Umschlingung benachbarter Faserverbundmaterialstränge 4, 4.1 bzw. 4.1, 4.2 der Hülse 3 zu ermöglichen.

Durch die gegensinnige Umschlingung der Hülse 3 durch die Faserverbundmaterialstränge 4, 4.1, 4.2 kann die Lasteinleitungsstruktur 2 besonders 35 hohen Belastungen ausgesetzt werden. Auf die Hülse 3 und damit auf die Lasteinleitungsstruktur 2 einwirkende Zug- oder auch Schubkräfte

werden unabhängig von der Richtung ihres Angriffes anteilig zumindest immer in einen blattfedernahen Abschnitt eines Faserverbundmaterialstranges 4, 4.2 oder 4.1 eingeleitet.

- 5 Ein Öffnen der Umschlingung der Faserverbundmaterialstränge 4, 4.1, 4.2 bei auftretenden besonders hohen Zugkräften ist wirksam dadurch verhindert, dass diese mit ihren zueinanderweisenden Seiten und somit in Richtung der Längserstreckung der Hülse 3 großflächig stoffschlüssig durch das eingesetzte Harz zum Herstellen der Blattfeder 1 miteinander verbunden sind. Aus diesem Grunde sind benachbarte Faserverbundmaterialstränge 4, 4.1 bzw. 4.1, 4.2 soweit um die Hülse 3 geführt, dass diese in einem Abschnitt sich überlappen. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt die Überlappung etwas weniger als 360°.
- 10
- 15 Figur 3 zeigt zur Verdeutlichung der vorbeschriebenen Umschlingung die Lasteinleitungsstruktur 2 mit dem zum Teil von der Hülse 3 abgewickelten Faserverbundmaterialstrang 4. Der Verbund benachbarter Faserverbundmaterialstränge, hier: des Faserverbundmaterialstranges 4 und des Faserverbundmaterialstranges 4.1, erfolgt über die aneinandergrenzenden 20 und infolge des Harzes stoff- und somit kraftschlüssig miteinander verbundenen Seitenflächen 7. Da bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel die Umschlingung der Hülse 3 durch die Faserverbundmaterialstränge 4, 4.1, 4.2 fast über 360° erfolgt, ist die Kontaktfläche zweier benachbarter Faserverbundmaterialstränge besonders groß. Von Interesse ist, dass aufgrund der gegensinnigen Umschlingung der Hülse 3 durch die Faserverbundmaterialstränge 4, 4.1, 4.2 diese bei einer Zugbelastung ebenfalls nur 25 gegensinnig von der Mantelfläche der Hülse 3 gelöst werden können. Dieses ist jedoch wirksam durch den stofflichen Verbund zwischen den benachbarten Faserverbundmaterialsträngen 4, 4.1 sowie 4.1, 4.2 unterbunden. Der Verbund ist für das für die Aushärtung des Faserverbundbauteils 30 eingesetzte Harz ohne weiteres hinreichend stark, um derartigen Scherkräften standzuhalten.

- 35 Figur 4 zeigt die Lasteinleitungsstruktur 2 aus der Perspektive der Darstellung der Figur 3 mit dem an die Seitenfläche 7 stofflich angebundenen Faserverbundmaterialstrang 4.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Umschlingung der Metallhülse 3 in Bezug auf ihre mittlere Querebene symmetrisch aufgebaut. Dieses kann, wenn dieses durch entsprechende Anforderungen gefordert wird, auch unsymmetrisch ausgelegt sein. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Querschnittsfläche des Faserverbundmaterialstranges 4.1 größer als die Summe der Querschnittsflächen der Faserverbundmaterialstränge 4, 4.2, und zwar in einem Verhältnis von etwa 5:3.

Mit dem vorbeschriebenen Konzept kann somit jede Lasteinleitungsstruktur 2, 2.1 an die jeweils darauf einwirkenden Anforderungen optimiert ausgelegt werden. Insbesondere brauchen die Lasteinleitungsstrukturen 2, 2.1 nicht, wie dies zwar bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Fall ist, identisch zu sein. Durchaus möglich ist es, beispielsweise die in Fahrt Richtung vordere Lasteinleitungsstruktur hinsichtlich der Auslegung der Umschlingung der Metallhülse 3 anders auszustalten als die in Fahrt Richtung hintere Lasteinleitungsstruktur.

Bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel ist der Faservolumengehalt über die Länge der Blattfeder 1 konstant.

Simulationen hinsichtlich der Beanspruchbarkeit der Blattfeder 1 im Vergleich zu einer herkömmlichen als Faserverbundbauteil gefertigten Blattfeder illustrieren die deutlich besseren Eigenschaften. Als Vergleichsblattfeder diente eine Blattfeder, wie diese in DE 10 2010 009 528 A1 beschrieben ist. Die Maße beider Blattfedern, die der Simulation unterworfen worden sind, waren gleich. Bei der Simulation wurde die Beanspruchung dieser Blattfedern bei einem Einsatz in einem Kleintransporterfahrzeug simuliert. Die untersuchten Lastfälle zeigen die deutlich verbesserten Eigenschaften der erfindungsgemäßen Blattfeder. In der nachstehenden Tabelle ist für die erfindungsgemäße Blattfeder jeweils der prozentuale Anteil der sich bei der Simulation ergebenden Querzugsspannungen als Anteil an den ermittelten Querzugsspannungen der Vergleichsfeder, deren Werte auf 100% normiert sind, angegeben:

Lastfall	ermittelte Querzugsspannung
dynamische Vertikalbeanspruchung	30 %
Bremsen vorwärts	40 %
Bremsen rückwärts	90 %
Kurvenfahrt	30 %
Achsverschränkung	30 %

- 5 10 Die Ergebnisse zeigen, dass aufgrund der besonderen Art der Ausbildung der Lasteinleitungsstrukturen die in die jeweiligen Belastungsfällen eingeleiteten Querzugsspannungen signifikant geringer sind als dieses bei der Vergleichsblattfeder der Fall ist.
- 15 15 Die Erfindung ist beispielhaft anhand einer Parabelfeder beschrieben worden. Es versteht sich, dass sich das Konzept der Erfindung auch bei anderen Teilen, insbesondere auch Fahrwerksteilen, wie beispielsweise Stabilisatoren oder Lenker einsetzen lässt. Einsetzen lässt sich ein solches Faserverbundbauteil auch zur Ausbildung von Anschlagmitteln oder in anderem Zusammenhang eingesetzte Haken oder Ösen.
- 20

– 13 –

### **Bezugszeichenliste**

- 1 Blattfeder
- 2, 2.1 Lasteinleitungsstruktur
- 3 Metallhülse
- 4, 4.1, 4.2 Faserverbundmaterialstrang
- 5 Stirnfläche
- 6 Zwickel
- 7 Seitenfläche

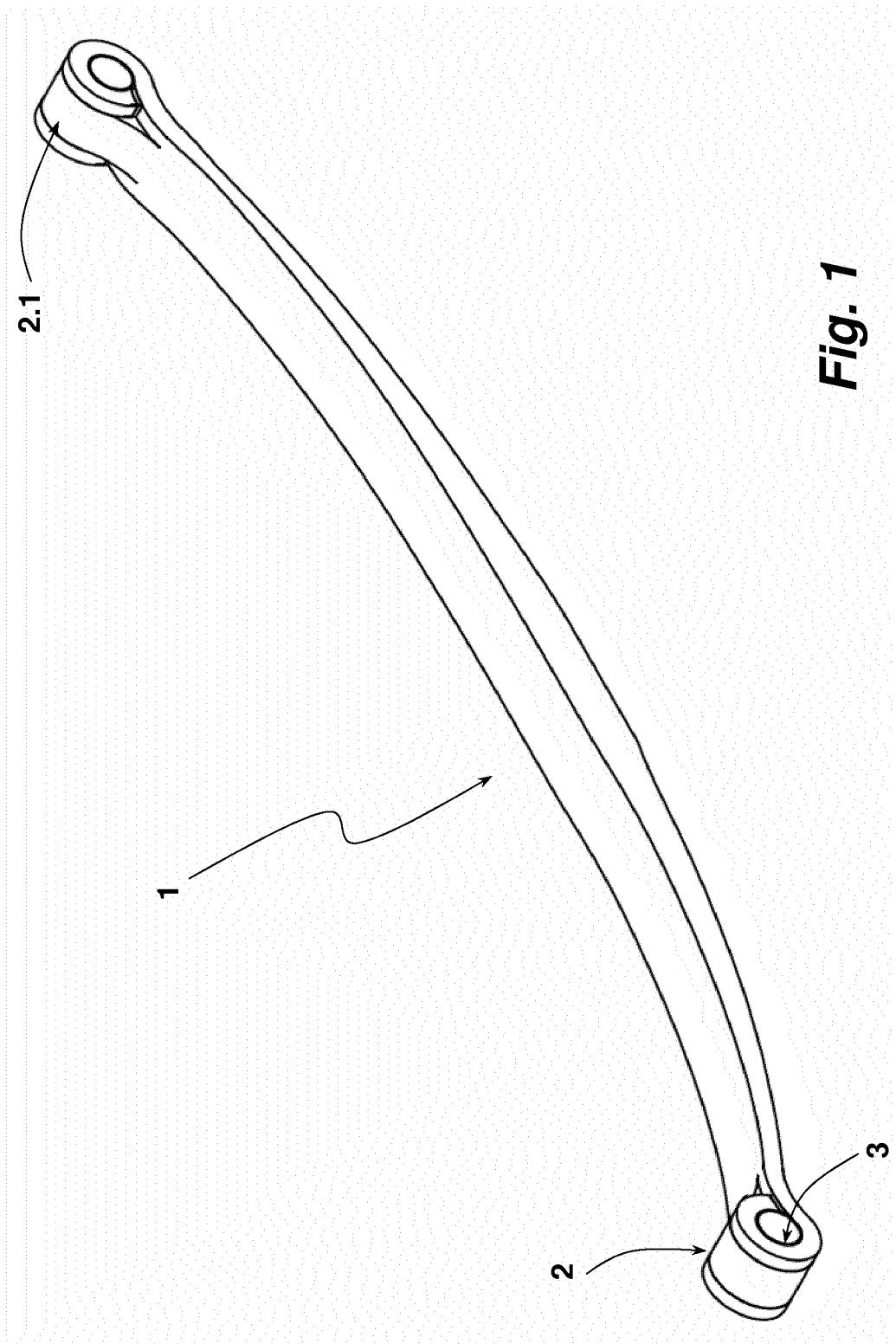
## Patentansprüche

1. Ein als Feder ausgeführtes Faserverbundbauteil mit wenigstens 5 einem Federabschnitt und mit wenigstens einer Lasteinleitungsstruktur (2, 2.1), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Faserverbundmaterial des Faserverbundbauteils (1) in dem das Lasteinleitungselement (3) bildenden oder einfassenden Endabschnitt in einer Ebene quer zur Längserstreckung der Lasteinleitungsstruktur 10 (2, 2.1) in zumindest zwei Faserverbundmaterialstränge (4, 4.1, 4.2) geteilt ist und zwei benachbarte Faserverbundmaterialstränge (4, 4.1, 4.2) zur Ausbildung jeweils eines Auges gegensinnig unter Ausbildung einer sich über einen bestimmten Winkelbetrag erstreckenden Überlappung geführt und mit ihren zueinander weisenden 15 Seitenflächen (7), in dem Abschnitt, in dem diese überlappend angeordnet sind, kraftschlüssig miteinander verbunden sind.
2. Faserverbundbauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass am Aufbau der Lasteinleitungsstruktur (2, 2.1) eine ungerade 20 Anzahl an Faserverbundmaterialsträngen (4, 4.1, 4.2) beteiligt ist.
3. Faserverbundbauteil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Querschnittsfläche der einzelnen Faserverbundmaterialstränge gleich ist. 25
4. Faserverbundbauteil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Summe der Querschnittsflächen der Faserverbundmaterialstränge in den beiden Umschlingungsrichtungen gleich ist. 30
5. Faserverbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Augenausbildung durch die Faserverbundmaterialstränge (4, 4.1, 4.2) in Bezug auf die mittige Querebene der Längserstreckung der Lasteinleitungsstruktur (2, 2.1) symmetrisch vorgesehen ist. 35
6. Faserverbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch**

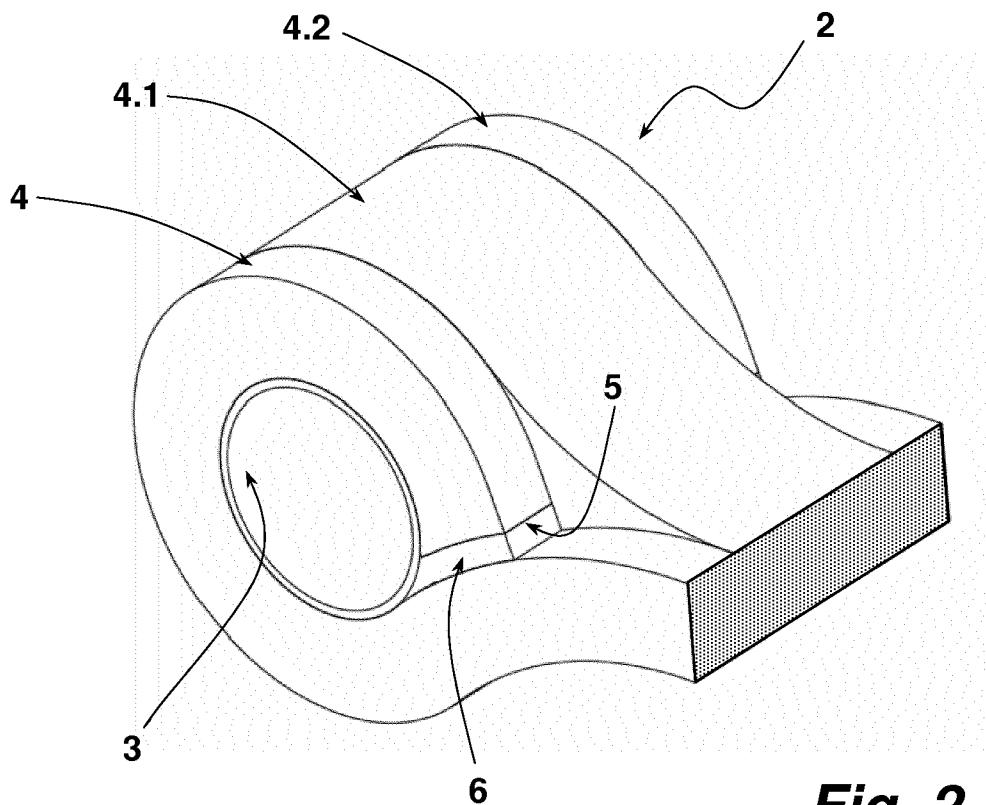
5 **gekennzeichnet**, dass die Augenausbildung durch die Faserverbundmaterialstränge in Bezug auf die mittige Querebene der Längserstreckung der Lasteinleitungsstruktur asymmetrisch vorge-  
sehen ist.

- 10 7. Faserverbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch**  
**gekennzeichnet**, dass die Augenausbildung durch die Faserverbundmaterialstränge (4, 4.1, 4.2) unter Ausbildung jeweils eines geschlossenen Auges ausgeführt ist.
- 15 8. Faserverbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch**  
**gekennzeichnet**, dass das Faserverbundmaterial des Faserverbundbauteils (1) Faserstränge (4, 4.1, 4.2) sind.
- 20 9. Faserverbundbauteil nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Faservolumengehalt in einzelnen Fasersträngen (4, 4.1, 4.2) unterschiedlich ist.
- 25 10. Faserverbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch**  
**gekennzeichnet**, dass der Faservolumengehalt in dem zumindest einen Endabschnitt geringer ist als in dem daran angeformten Federabschnitt.
- 30 11. Faserverbundbauteil nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Faservolumengehalt in dem wenigsten einen Endabschnitt 5 % bis 30 % geringer ist als in dem Federabschnitt.
12. Faserverbundbauteil nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekenn-  
zeichnet**, dass die Decklagen der Faserstränge durchgehend sind.
- 35 13. Faserverbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch**  
**gekennzeichnet**, dass durch die Faserverbundstränge (4, 4.1, 4.2) ein Lasteinleitungselement umschlungen ist.
14. Faserverbundbauteil nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei dem Lasteinleitungselement um eine Metallhülse (3) handelt.

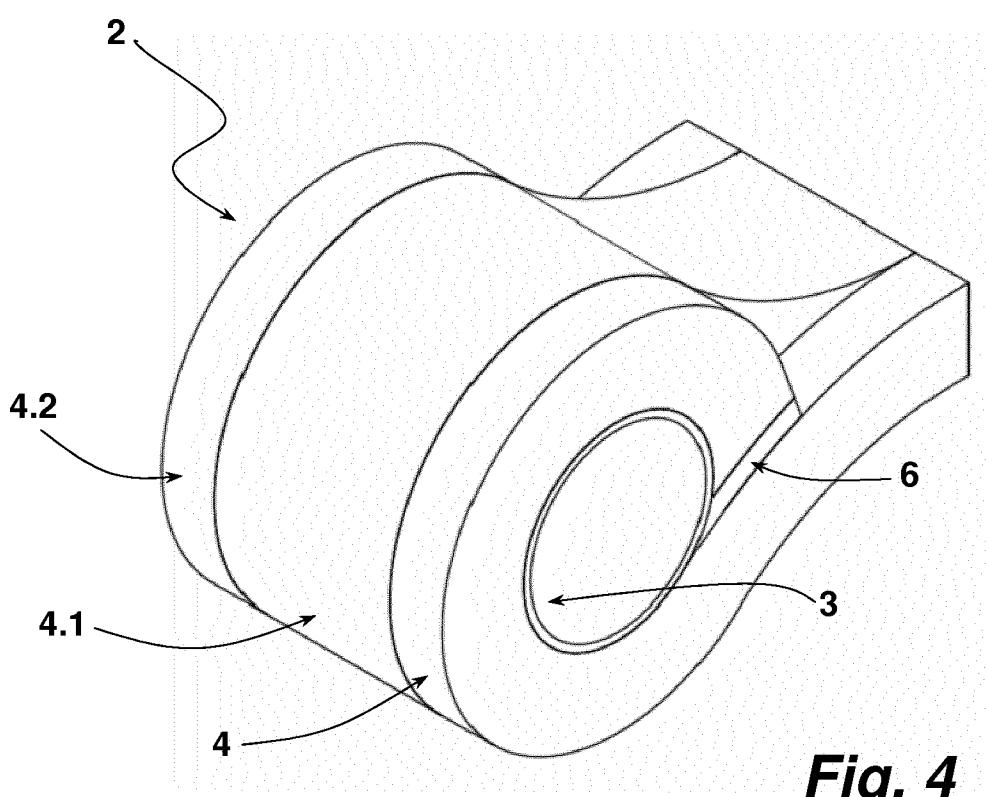
- 5        15. Faserverbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Faserverbundbauteil (1) langgestreckt ist und an seinen beiden Enden eine Lasteinleitungsstruktur (2, 2.1) aufweist.
- 10      16. Faserverbundbauteil nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Faserverbundbauteil (1) ein Teil einer Radaufhängung eines Fahrzeuges ist.
17. Faserverbundbauteil nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Faserverbundbauteil eine Blattfeder (1), insbesondere eine Parabelfeder, ist.



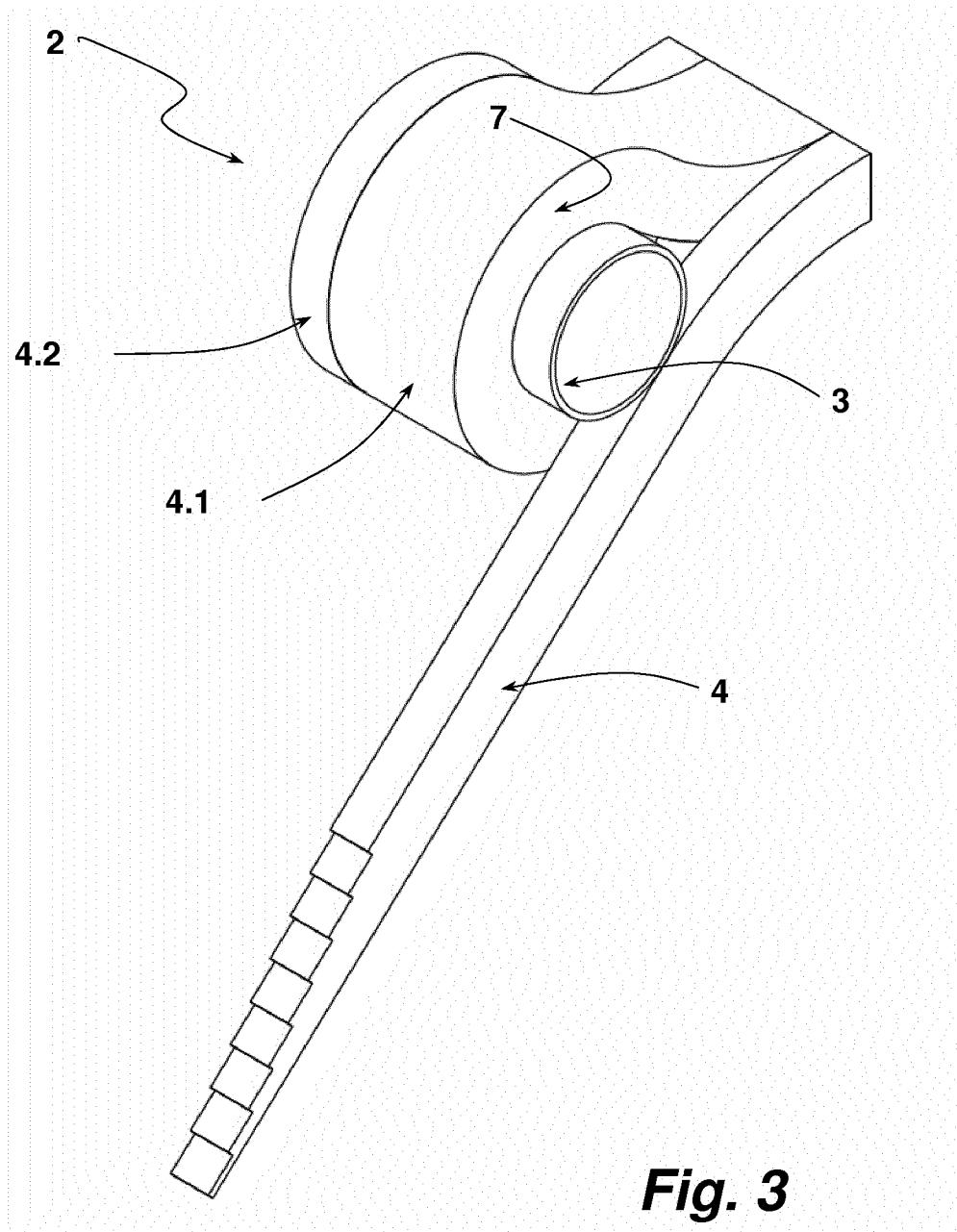
*Fig. 1*



**Fig. 2**



**Fig. 4**



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2017/063783

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. F16F1/368 B29C70/00  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
F16F B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 587 649 A1 (RENAULT [FR]) 27 March 1987 (1987-03-27) figures 3,4,11 -----	1-8, 13-17 9-12
Y	EP 1 308 265 A1 (BPW BERGISCHE ACHSEN KG [DE]) 7 May 2003 (2003-05-07) paragraphs [0009], [0014] -----	9-12
Y	US 3 376 033 A (SHERWOOD FRANK A) 2 April 1968 (1968-04-02) figure 2 page 1, column 2, line 3 - line 6 -----	9-12
A	FR 598 724 A (M. JAQUES PFALZGRAF) 23 December 1925 (1925-12-23) figure 1 -----	1-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21 September 2017	02/10/2017
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Kovács, Endre

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/EP2017/063783

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication date
FR 2587649	A1	27-03-1987	NONE		
EP 1308265	A1	07-05-2003	AT 323589 T DE 10153875 A1 EP 1308265 A1 ES 2262746 T3		15-05-2006 15-05-2003 07-05-2003 01-12-2006
US 3376033	A	02-04-1968	DE 1284691 B GB 1129735 A US 3376033 A		05-12-1968 09-10-1968 02-04-1968
FR 598724	A	23-12-1925	NONE		

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/063783

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. F16F1/368 B29C70/00  
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
F16F B29C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 587 649 A1 (RENAULT [FR]) 27. März 1987 (1987-03-27)	1-8, 13-17
Y	Abbildungen 3,4,11 -----	9-12
Y	EP 1 308 265 A1 (BPW BERGISCHE ACHSEN KG [DE]) 7. Mai 2003 (2003-05-07) Absätze [0009], [0014] -----	9-12
Y	US 3 376 033 A (SHERWOOD FRANK A) 2. April 1968 (1968-04-02) Abbildung 2 Seite 1, Spalte 2, Zeile 3 - Zeile 6 -----	9-12
A	FR 598 724 A (M. JAQUES PFALZGRAF) 23. Dezember 1925 (1925-12-23) Abbildung 1 -----	1-17



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21. September 2017

02/10/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kovács, Endre

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/063783

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 2587649	A1	27-03-1987		KEINE		
EP 1308265	A1	07-05-2003	AT DE EP ES	323589 T 10153875 A1 1308265 A1 2262746 T3		15-05-2006 15-05-2003 07-05-2003 01-12-2006
US 3376033	A	02-04-1968	DE GB US	1284691 B 1129735 A 3376033 A		05-12-1968 09-10-1968 02-04-1968
FR 598724	A	23-12-1925		KEINE		