



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 200 323.8**

(22) Anmeldetag: **11.01.2018**

(43) Offenlegungstag: **11.07.2019**

(51) Int Cl.: **B60G 11/10 (2006.01)**

F16F 1/26 (2006.01)

F16F 1/18 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,
US**

(74) Vertreter:

Dörfler, Thomas, Dr.-Ing., 50735 Köln, DE

(72) Erfinder:

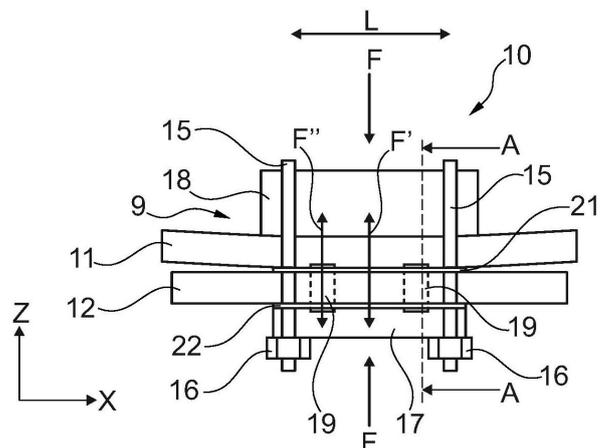
**Gerhards, Thomas, 52382 Niederzier, DE; Girelli
Consolaro, Alberto, 52072 Aachen, DE; Hintzen,
Ralf, 52066 Aachen, DE; Mainz, Daniel, 52134
Herzogenrath, DE; Souschek, Rainer, 52428
Jülich, DE; Zandbergen, Nicole, 52146 Würselen,
DE; Wolf-Monheim, Friedrich, 52074 Aachen, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Blattfederanordnung für Kraftfahrzeuge**

(57) Zusammenfassung: Blattfederanordnung aufweisend eine Blattfeder (2, 34) zur federnden Abstützung eines Radträgers (4) an einem Fahrzeugaufbau (3) eines Kfz, wobei die Blattfeder (2, 34) einen ersten Endabschnitt (5), einen diesem diametral gegenüberliegenden zweiten Endabschnitt (7) und einen sich zwischen beiden Endabschnitten (5, 7) erstreckenden Federungsabschnitt (9) aufweist, in dem ein Befestigungsspannmittel (10, 41) zur Befestigung des Radträgers (4) an der Blattfeder (2, 34) angebracht ist, wobei die Blattfeder (2, 34) wenigstens im Federungsabschnitt (9) wenigstens zwei Federblätter (11, 12; 35, 36) aufweist, die mittels des Befestigungsspannmittels (10, 41) gegeneinandergedrückt gehalten sind, indem das Befestigungsspannmittel (10, 41) mittels wenigstens eines Klemmteils (15, 16, 17, 18; 40, 42, 44, 45) eine Klemmkraft (F) sowohl mit einer ersten Wirkrichtung auf das erste Federblatt (11, 35) als auch mit einer zur ersten Wirkrichtung entgegengerichteten zweiten Wirkrichtung auf das zweite Federblatt (12, 36) ausübt. Wenigstens ein Überbrückungsteil (19, 28, 29, 30, 31, 32, 37) ist zwischen dem ersten Federblatt (11, 35) und dem wenigstens einen Klemmteil (15, 16, 17, 18; 40, 42, 44, 45) derart angeordnet und ausgebildet, dass dieses die zwischen dem ersten Federblatt (11, 35) und dem Klemmteil (15, 16, 17, 18; 40, 42, 44, 45) wirkende Klemmkraft (F) zumindest zu einem Teil (F'') aufnimmt und zwischen diesen überträgt, wobei es das zweite Federblatt (12, 36) kraftfrei überbrückt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Blattfederanordnung für eine Radaufhängung eines Kraftfahrzeugs mit einer wenigstens zwei Federblätter aufweisenden Blattfeder zur federnden Abstützung eines Radträgers an einem Fahrzeugaufbau des Kraftfahrzeugs nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Derartige Blattfederanordnungen zur federnden Abstützung eines Radträgers an einem Kraftfahrzeug sind allgemein bekannt. Als Radträger ist hierbei jede Vorrichtung zu verstehen, die die mechanische Verbindung zwischen einem vom Radträger gehaltenen Fahrzeugrad und der Radaufhängung des Kraftfahrzeugs herstellt. Anwendung finden diese Blattfederanordnungen insbesondere bei Nutzfahrzeugen, zum Beispiel kleineren und größeren Lastkraftwagen. Gewöhnlich werden die Blattfedern am Kraftfahrzeug derart ausgerichtet angebracht, dass ihre Längserstreckung im Wesentlichen parallel zu einer Längsrichtung des Kraftfahrzeugs verläuft.

[0003] Wie allgemein bekannt ist, kann die Blattfeder mehrere Federblätter aufweisen, die aus einem Metallwerkstoff und/oder einem Faserverbundwerkstoff gebildet sein können. In dem Federungsabschnitt der Blattfeder ist gewöhnlich der Radträger über ein Befestigungsmittel mit der Blattfeder verbunden, wobei das Befestigungsmittel hierbei gewöhnlich mehrere bzw. alle Federblätter der Blattfeder umfasst und diese gegeneinanderdrückt. Das Befestigungsmittel dient somit neben der Befestigung des Radträgers an der Blattfeder gleichzeitig auch als Spannmittel zum Spannen der einzelnen Federblätter gegeneinander und wird daher hierin auch als Befestigungsspannmittel bezeichnet.

[0004] Eine solche Blattfederanordnung für ein Kraftfahrzeug zeigt beispielsweise die GB 2 128 714 A. Die Blattfeder weist zwei Federblätter (ein oberes und ein unteres) auf, die in ihrem Mitten- bzw. Federungsabschnitt durch ein Befestigungsspannmittel zusammengedrückt gehalten sind, wobei das Befestigungsspannmittel gleichzeitig eine Fahrzeugachse des Kraftfahrzeugs an der Blattfeder befestigt. Das Befestigungsspannmittel weist hierzu zwei U-förmige Bolzen (hierin auch als U-Bolzen bezeichnet) auf, die beide Federblätter umfassen und an ihren freien Enden mit einem Achsabschnitt der Fahrzeugachse verschraubt sind. Zwischen der Fahrzeugachse und dem unteren Federblatt ist eine untere starre Zwischenplatte eingefügt. Zwischen dem oberen Federblatt und den U-Bolzen ist eine obere starre Zwischenplatte eingefügt. Zwischen den jeweiligen Federblättern und ihren zugeordneten Zwischenplatten ist jeweils eine Kunststofflage eingefügt, zwischen den beiden Federblättern selbst eine Gummilage. Die Anordnung aus den beiden Feder-

blättern, der zwischen diesen eingefügten Gummilage sowie wenigstens einer der beiden Kunststofflagen kann entweder durch einen mittig durch diese Anordnung geführten Schraubbolzen mit Schraubmutter oder durch einen diese Anordnung von außen umgreifenden U-förmigen Bügel, an dem die beiden Federblätter seitlich mittels in Langlöchern des Bügels geführten Führungsstiften vertikalbeweglich gehalten sind, zusammengehalten sein. Wenigstens eines der beiden Federblätter ist aus einem Faserverbundwerkstoff gebildet.

[0005] Eine weitere Blattfederanordnung mit zwei Federblättern für ein Kraftfahrzeug ist in der US 2014/0284856 A1 beschrieben, wobei wenigstens das zweite Federblatt aus einem Faserverbundwerkstoff gebildet ist. Das zweite Federblatt ist ein das erste Federblatt abstützendes Stützfederblatt, das beispielsweise im Gegensatz zum gekrümmten ersten Federblatt im Wesentlichen gerade ausgebildet sein kann und das erste Federblatt insbesondere bei hoher Belastung und damit einhergehender starker Durchbiegung zusätzlich abstützt. So kann das Stützfederblatt das erste Federblatt in einem solchen Belastungsfall vor einer Überlastung schützen und/oder die Blattfeder mit einer progressiven Federkennlinie versehen. Im im Wesentlichen mittigen Federungsteil der Blattfeder ist eine Fahrzeugachse mittels eines Befestigungsspannmittels an der Blattfeder gehalten. Das Befestigungsspannmittel drückt die beiden Federblätter gleichzeitig fest zusammen. Für eine leichtere Ausrichtung der Federblätter und der Fahrzeugachse zueinander, zum Beispiel zur Montage, sind diese Komponenten mittels eines mittig durch diese geführten Positionierstifts oder Positionierbolzens gegen eine laterale und longitudinale Verschiebung formschlüssig gehalten.

[0006] Eine noch weitere beispielhafte Blattfederanordnung mit zwei aus einem Faserverbundwerkstoff gebildeten Federblättern für ein Kraftfahrzeug zeigt die US 4 887 802 A (auch DE 37 80 711 T2). Die beiden Federblätter weisen an ihren jeweiligen freien Enden mittels eines Klemmschuhs an diesen festgeklemmte, verschleißarme Gleitkörper auf, entlang welcher die beiden Federblätter gleiten können, um Relativbewegungen zwischen diesen während des Betriebs am Kraftfahrzeug ausgleichen zu können, wobei durch die Gleitkörper ein frühzeitiger Verschleiß der Faserverbundfederblätter verhindert werden soll.

[0007] Obwohl sich die bekannten Blattfederanordnungen für Kraftfahrzeuge gewöhnlich in besonders vorteilhafter Weise durch einen einfachen Aufbau, hohe Robustheit, geringe Herstellungskosten und nahezu Wartungsfreiheit auszeichnen, besteht dennoch ein Bedarf an einer Verbesserung einer Klemmverbindung zum Zusammenhalten wenigstens zweier Federblätter der Blattfeder und einer Befestigungs-

verbindung an derselben Stelle zur Befestigung eines Radträgers an der Blattfeder, insbesondere hinsichtlich einer vorteilhafteren Krafteinleitung der auf die Federblätter der Blattfeder an dieser Stelle wirkenden Klemmkraften. Insbesondere können diese Kräfte beispielsweise bei einer mehrblättrigen Blattfeder mit wenigstens einem aus einem Faserverbundwerkstoff gebildeten Federblatt kritisch werden, das heißt zu einer schädigenden Überlastung insbesondere des Faserverbundfederblatts führen.

[0008] Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Blattfederanordnung für eine Radaufhängung eines Kraftfahrzeugs mit einer wenigstens zwei Federblätter aufweisenden Blattfeder zur federnden Abstützung eines Radträgers an einem Fahrzeugaufbau des Kraftfahrzeugs bereitzustellen, bei der die Krafteinleitung von dem Radträger in die Federblätter je nach Belastbarkeitsvermögen der einzelnen Federblätter besonders an der Befestigungsstelle des Radträgers an der Blattfeder gezielt auf bestimmte Federblätter verteilt werden kann. Ferner soll ein Verschleiß der Federblätter an dieser Befestigungsstelle verringert und die Montage einer solchen Blattfederanordnung erleichtert werden. Zudem soll die Blattfederanordnung einfach und kompakt bauen und gleichzeitig ein geringes Gewicht aufweisen.

[0009] Diese Aufgabe wird durch eine Blattfederanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung offenbaren die Unteransprüche.

[0010] Es ist darauf hinzuweisen, dass die in der nachfolgenden Beschreibung einzeln aufgeführten Merkmale in beliebiger, technisch sinnvoller Weise miteinander kombiniert werden können und weitere Ausgestaltungen der Erfindung aufzeigen. Die Beschreibung charakterisiert und spezifiziert die Erfindung insbesondere im Zusammenhang mit den Figuren zusätzlich.

[0011] Erfindungsgemäß weist eine Blattfederanordnung für eine Radaufhängung eines Kraftfahrzeugs eine Blattfeder zur federnden Abstützung eines Radträgers an einem Fahrzeugaufbau des Kraftfahrzeugs auf. Als Radträger ist hierbei jede Vorrichtung zu verstehen, mit der ein Fahrzeugrad mechanisch mit der Radaufhängung des Kraftfahrzeugs verbindbar ist, worunter im Sinne der vorliegenden Erfindung beispielsweise auch eine Fahrzeugachse, zum Beispiel eine Starrachse, an welcher wenigstens ein ein Fahrzeugrad drehbar lagernder Radträger angebunden ist, zu verstehen ist. Die Blattfeder weist ihrerseits einen ersten Endabschnitt (beinhaltend ein erstes Blattfederende), einen diesem ersten Endabschnitt diametral gegenüberliegenden zweiten Endabschnitt (beinhaltend ein zweites Blattfederende) und einen sich zwischen beiden End-

abschnitten erstreckenden Federungsabschnitt auf. In allgemein bekannter Weise ist die Blattfeder mit ihrem ersten Blattfederende mittels eines geeigneten ersten Befestigungsmittels am Fahrzeugaufbau angebunden und mit ihrem zweiten Blattfederende mittels eines geeigneten zweiten Befestigungsmittels am Fahrzeugaufbau angebunden. Im Gegensatz zu den beiden Endabschnitten, die in erste Linie der Befestigung der Blattfeder am Fahrzeugaufbau bzw. an einem mit dem Fahrzeugaufbau verbundenen Hilfsrahmen dienen, stellt der Federungsabschnitt durch seine Fähigkeit der elastischen Biegung die eigentliche Federwirkung der Blattfeder bereit.

[0012] In dem Federungsabschnitt der Blattfeder ist bei der erfindungsgemäßen Blattfederanordnung ein Befestigungsspannmittel zur Befestigung des Radträgers an der Blattfeder angebracht. Des Weiteren weist die Blattfeder der erfindungsgemäßen Blattfederanordnung wenigstens im Federungsabschnitt wenigstens zwei Federblätter, also wenigstens ein erstes und ein zweites Federblatt, auf, die mittels des Befestigungsspannmittels gegeneinander gedrückt gehalten sind, indem das Befestigungsspannmittel mittels wenigstens eines Klemmteils eine Klemmkraft sowohl mit einer ersten Wirkrichtung auf das erste Federblatt als auch mit einer zur ersten Wirkrichtung im Wesentlichen entgegen gerichteten zweiten Wirkrichtung auf das zweite Federblatt ausübt. Mit anderen Worten beinhaltet das Befestigungsspannmittel wenigstens ein Klemmteil, mittels welchem das Befestigungsspannmittel die erforderliche Klemmkraft auf die Blattfeder, das heißt auf wenigstens einen Teil der die Blattfeder bildenden Federblätter, unmittelbar oder auch mittelbar, beispielsweise unter Zwischenschaltung wenigstens eines weiteren Klemmteils, das zum Beispiel eine flächengrößere Verteilung der von dem ersten Klemmteil ausgeübten Klemmkraft auf das bzw. die Federblätter bewirken kann, ausübt. Als Klemmteil ist demnach hierin jedes Element der Befestigungsspannvorrichtung zu verstehen, dass die vom Befestigungsspannmittel erzeugte Klemmkraft in die Blattfeder bzw. in wenigstens einen Teil der die Blattfeder bildenden Federblätter oder in wenigstens ein weiteres Klemmteil einleitet.

[0013] Erfindungsgemäß ist wenigstens ein Überbrückungsteil zwischen dem ersten Federblatt und dem wenigstens einen Klemmteil derart angeordnet und ausgebildet, dass dieses die zwischen dem ersten Federblatt und dem Klemmteil wirkende Klemmkraft zumindest zu einem Teil aufnimmt und zwischen diesen, das heißt dem ersten Federblatt und dem Klemmteil, überträgt, wobei es das zweite Federblatt kraftfrei überbrückt.

[0014] Ohne Überbrückungsteil wird die Klemmkraft in gewöhnlicher Weise von dem wenigstens einen Klemmteil des Befestigungsspannmittels in das ers-

te Federblatt eingeleitet, im Wesentlichen in vollem Umfang von diesem auf das zweite Federblatt übertragen und anschließend wieder vom Klemmteil des Befestigungsspannmittels aufgenommen und umgekehrt. Es bildet sich hierbei im Wesentlichen ein einziger Kraftübertragungspfad, dem die Klemmkraft folgt, aus, der von dem Klemmteil über das erste sowie zweite Federblatt und wieder zum Klemmteil führt und umgekehrt. Die Klemmkraft wirkt somit im Wesentlichen in vollem Umfang sowohl auf das erste als auch das zweite Federblatt ein.

[0015] Es ist zu verstehen, dass das Befestigungsspannmittel mehrere Klemmteile aufweisen kann, so dass die von einem ersten Klemmteil zum Beispiel auf das erste Federblatt ausgeübte Klemmkraft über das zweite Federblatt an ein zweites, vom ersten Klemmteil verschiedenes Klemmteil übertragen werden kann. Das Befestigungsspannmittel kann jedoch auch lediglich ein einziges die wenigstens zwei Federblätter umschließendes Klemmteil aufweisen, beispielsweise in Form eines die wenigstens zwei Federblätter fest umschließendes und zusammendrückendes Metall- oder Kunststoffband. Wenn eine Erläuterung hierin bezüglich des erfindungsgemäßen Gegenstands zum Zwecke einer einfacheren und verständlicheren Formulierung lediglich ein Klemmteil erwähnt, so ist hierbei jedoch stets zu verstehen, dass mehrere Klemmteile vom Befestigungsspannmittel bereitgestellt sein können, wobei die Klemmkraft in diesem Fall von einem ersten Klemmteil zu einem anderen, von diesem ersten Klemmteil verschiedenen Klemmteil übertragen werden kann, also nach Einleitung der Klemmkraft von einem Klemmteil in die Federblätter nicht zwingend zu demselben Klemmteil zurückgeleitet wird.

[0016] Durch das erfindungsgemäße Vorsehen des wenigstens einen kraftführenden Überbrückungsteils zwischen dem ersten Federblatt und dem Klemmteil des Befestigungsspannmittels derart, dass dieses das zweite Federblatt kraftfrei überbrückt, lässt sich der bei herkömmlichen Blattfederanordnungen wirksame einzige Kraftübertragungspfad zum Führen der Klemmkraft zwischen dem wenigstens einen Klemmteil und den wenigstens zwei vom Befestigungsspannmittel zusammengedrückten Federblättern in vorteilhafter Weise aufteilen in einen dem herkömmlichen Kraftübertragungspfad folgenden ersten Klemmkraftverlauf, das heißt von dem wenigstens einen Klemmteil über die wenigstens zwei Federblätter wieder zum Klemmteil, und in einen weiteren zweiten Klemmkraftverlauf, der vom Klemmteil über das erste Federblatt, das wenigstens eine Überbrückungsteil und wieder zum Klemmteil unter Ausschluss des zweiten Federblatts führt, welches von dem Überbrückungsteil kraftfrei überbrückt ist. In anderen Worten ist der Klemmkraftverlauf bei der erfindungsgemäßen Blattfederanordnung zwischen dem ersten Federblatt und dem wenigstens einen Klemmteil des Befesti-

gungsspannmittels in wenigstens zwei parallel zueinander verlaufende Teilkraftverläufe aufgeteilt, von denen wenigstens einer über das wenigstens eine Überbrückungsteil geführt ist.

[0017] Durch entsprechende Ausbildung und Anordnung des wenigstens einen Überbrückungsteils lässt sich der Umfang der von diesem aufgenommenen und damit an dem zweiten Federblatt vorbeigeführten Klemmkraft gezielt festlegen, um das zweite Federblatt im gewünschten Umfang zu entlasten. Die Art der Ausbildung des Überbrückungsteils kann insbesondere seine Geometrie, Form und das Material, aus dem es gebildet ist, beinhalten. Hierüber sowie über seine Anordnung zwischen dem ersten Federblatt und dem Klemmteil des Befestigungsspannmittels lassen sich für seine Kraftaufnahmefähigkeit und sein Kraftübertragungsvermögen wesentliche Eigenschaften, zum Beispiel auch seine Steifigkeit bzw. Elastizität, bestimmen. Auf diese Weise lässt sich die Kraftaufteilung entlang der vorstehend beschriebenen unterschiedlichen Kraftübertragungspfade gezielt festlegen. So ist es sogar erreichbar, dass der über das wenigstens eine Überbrückungsteil verlaufende Kraftübertragungspfad bei entsprechender Ausgestaltung des Überbrückungsteils im Wesentlichen die gesamte von dem Befestigungsspannmittel auf die Blattfeder ausgeübte Klemmkraft führt und das zweite Federblatt somit maximal entlastet ist, das heißt in diesem Fall entsprechend vollständig entlastet ist. Jede andere Kraftaufteilung ist jedoch ebenfalls erzielbar.

[0018] Eine für den jeweiligen Anwendungsfall beabsichtigte Entlastung des zweiten Federblatts durch entsprechende Ausgestaltung des wenigstens einen Überbrückungsteils stellt einen im Vergleich zur Herstellung der gesamten Blattfederanordnung äußerst geringen Aufwand dar und lässt sich somit einfach und kostengünstig realisieren. Zudem erlaubt das Vorsehen des wenigstens einen Überbrückungsteils weiterhin einen einfachen und kompakten Aufbau der Blattfederanordnung. Ihr Gewicht ist im Vergleich zu herkömmlichen Blattfederanordnungen im Wesentlichen nicht oder durch das Vorsehen des wenigstens einen Überbrückungsteils höchstens geringfügig erhöht.

[0019] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das wenigstens eine Überbrückungsteil zwischen dem ersten Federblatt und dem wenigstens einen Klemmteil derart ausgebildet und angeordnet, dass es mehr als die Hälfte der von dem Befestigungsspannmittel auf die Blattfeder ausgeübten Klemmkraft aufnimmt und dementsprechend die zweite Blattfeder mit weniger als der Hälfte dieser Klemmkraft belastet wird. In einem solchen Fall kann die von dem wenigstens einen Überbrückungsteil aufgenommene Last auch als Hauptlast bezeichnet werden.

[0020] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das erste Federblatt aus einem Metallwerkstoff gebildet ist und das zweite Federblatt aus einem Faserverbundwerkstoff gebildet ist. Insbesondere bei einer solchen Ausgestaltung ist die erfindungsgemäß erzielte Entlastung der zweiten Blattfeder von großem Vorteil, da das Faserverbundfederblatt besonders im Bereich der Befestigung des Befestigungsspannmittels an der Blattfeder gegenüber dem Metallfederblatt deutlich empfindlicher auf für eine sichere Befestigung des Radträgers an der Blattfeder relativ hohe vom Befestigungsspannmittel in die Federblätter eingeleitete Klemmkräfte reagiert und durch diese unter Umständen beschädigt werden kann. Eine das Faserverbundfederblatt schädigende Überlastung wird durch die vorliegende Erfindung jedoch sicher verhindert. Insbesondere kann das wenigstens eine Überbrückungsteil speziell auf die Belastungsfähigkeit des im jeweiligen Anwendungsfall verwendeten Faserverbundfederblatts ausgebildet sein.

[0021] Da die Blattfeder mindestens zwei Federblätter aufweist, kann sie auch mehr als ein Metallfederblatt und/oder mehr als ein Faserverbundfederblatt aufweisen.

[0022] Besonders bevorzugt ist das zweite Federblatt, das heißt das Faserverbundfederblatt, als Stützfederblatt (auch als Zusatzfederblatt oder Hilfsfederblatt bezeichnet) ausgebildet. Das Stützfederblatt dient in bekannter Weise zur Stützung des bzw. der weiteren Federblätter, indem diese/s mit zunehmender Belastung, das heißt Durchbiegung, zusätzlich von dem Stützfederblatt gestützt wird/werden. Diese Unterstützung kann zum Beispiel schrittweise mit zunehmender Belastung der Blattfeder erfolgen. In einem solchen Fall kann das Stützfederblatt zum Beispiel im Wesentlichen gerade ausgebildet sein, so dass die freien Enden des Stützfederblatts im unbelasteten Zustand des bzw. der übrigen Federblätter von diesem maximal beabstandet sind und erst bei hoher Belastung mit diesem in Kontakt treten. Durch diese Eigenschaft lässt sich eine progressive Federkennlinie der Blattfeder bereitstellen, da die Unterstützungskraft des Stützfederblatts mit zunehmender Belastung bzw. Durchbiegung des bzw. der weiteren Federblätter ebenfalls zunimmt.

[0023] Das Stützfederblatt kann jedoch auch der Krümmung des bzw. der anderen Federblätter im unbelasteten Zustand im Wesentlichen folgend ausgebildet sein.

[0024] Eine noch weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass zwischen dem ersten Federblatt und dem zweiten Federblatt und/oder zwischen dem Klemmteil und dem ersten Federblatt und/oder zwischen dem zweiten Federblatt und dem Klemmteil wenigstens eine flächige Zwischenla-

ge eingefügt ist, die aus einem Metallwerkstoff, einem gummielastischen Werkstoff und/oder einem formstabilen Kunststoff gebildet ist. Die Zwischenlage ist derart flächig ausgebildet, dass sie sich wenigstens über die gesamte Kontaktfläche zwischen den jeweiligen, aneinander anliegenden Bauteilen erstreckt. Besonders bevorzugt ist eine an einem Metallfederblatt oder an einem Metallklemmteil anliegende Zwischenlage aus einem Metallwerkstoff gebildet und eine an einem Faserverbundfederblatt oder einem Kunststoffklemmteil anliegende Zwischenlage aus einem gummielastischen Werkstoff oder einem Kunststoff gebildet. Die Zwischenlage kann auch mehrschichtig aufgebaut sein, so dass sie auf einer ersten Seite einen Metallwerkstoff und auf der gegenüberliegenden zweiten Seite einen gummielastischen Werkstoff oder einen Kunststoff aufweist.

[0025] Das Einfügen der wenigstens einen Zwischenlage in die vorgenannten Zwischenräume ermöglicht in vorteilhafter, einfacher Weise eine Dickenanpassung der Anordnung aus den von dem Befestigungsspannmittel umfassten wenigstens zwei Federblättern, das heißt innerhalb des wenigstens einen, die beiden Federblätter klemmenden Klemmteils. Auf diese Weise lässt sich der Anteil der auf das zweite Federblatt ausgeübten Klemmkraft gezielt verändern, da durch das Einfügen einer Zwischenlage bei ansonsten unveränderter Position des Klemmteils ein engerer Kontakt zwischen dem zweiten Federblatt und dem ersten Federblatt hergestellt werden kann, wodurch sich der Anteil der von dem ersten Federblatt auf das zweite Federblatt übertragenen Klemmkraft erhöht. Umgekehrt kann selbstverständlich durch Entfernen einer Zwischenlage der umgekehrte Effekt erzielt werden. Die Auswahl des jeweiligen Materials der Zwischenlage, seiner Elastizität bzw. Steifigkeit lässt ebenfalls eine gezielte Festlegung in diesem Sinne zu.

[0026] Ferner kann die wenigstens eine Zwischenlage auch als Toleranzausgleich für die Anordnung aus den wenigstens zwei Federblättern und dem Befestigungsspannmittel verwendet werden.

[0027] Mittels der wenigstens einen Zwischenlage ist weiterhin eine gleichmäßigere Lastverteilung über die gesamte Kontaktfläche der über die Zwischenlage gegeneinander anliegenden Bauteile erreichbar, was eine lokale Überlastung effektiv verhindert.

[0028] Nicht zuletzt verhindert die wenigstens eine Zwischenlage in weiterer vorteilhafter Weise ebenfalls das Eindringen von unerwünschten Fremdstoffen, zum Beispiel Schmutzpartikeln, Salz, Wasser und dergleichen, in die jeweilige von der Zwischenlage besetzten Kontaktfläche, wodurch ein durch diese Fremdstoffe beschleunigter Verschleiß der Blattfeder ebenfalls wirkungsvoll verhindert wird, insbesondere

an einem aus einem Faserverbundwerkstoff gebildeten Federblatt.

[0029] Gemäß einer noch weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das wenigstens eine Überbrückungsteil säulenartig ausgebildet und erstreckt sich durch eine entsprechende Durchgangsöffnung in dem zweiten Federblatt. Die Durchgangsöffnung im zweiten Federblatt ist hierbei in ihrem Durchmesser so bemessen, dass sich das Überbrückungsteil durch das zweite Federblatt erstrecken kann, ohne dass es hierbei in Kraftwirkungsrichtung der die zwischen dem ersten Federblatt und dem Klemmteil des Befestigungsspannmittels geführten Klemmkraft kraft- oder formschlüssig mit dem zweiten Federblatt verbunden ist, dementsprechend also im Wesentlichen keine von dem Überbrückungsteil aufgenommene Klemmkraft auf das zweite Federblatt übertragen werden kann, was einer hierin bezeichneten kraftfreien Durchführung des Überbrückungsteils durch das zweite Federblatt entspricht.

[0030] Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass das wenigstens eine säulenartig ausgebildete Überbrückungsteil keinen konstanten Querschnitt in seiner Längserstreckungsrichtung aufweisen muss. So ist es beispielsweise möglich, dass das säulenartige Überbrückungsteil wenigstens eine Einschnürung und/oder wenigstens eine Verdickung in seinem säulenartigen Verlauf aufweist. Ebenso ist es nicht zwingend erforderlich, dass das säulenartige Überbrückungsteil massiv ausgebildet ist. Es könnte wenigstens teilweise auch hohl ausgebildet.

[0031] Eine Ausrichtung einer Längsachse des säulenartigen Überbrückungsteils erfolgt bevorzugt im Wesentlichen in einer Dickenrichtung der Federblätter bei am Fahrzeug montiertem Zustand der Blattfederanordnung, also im Wesentlichen in Richtung einer Hochachse des Fahrzeugs. Damit bietet das säulenartig ausgebildete Überbrückungsteil den weiteren Vorteil, dass sich die Federblätter in ihrer longitudinalen bzw. Längsrichtung sowie in ihrer lateralen bzw. Querrichtung nicht gegeneinander bzw. relativ zueinander verschieben können, da das säulenartige, durch die entsprechende Durchgangsöffnung des zweiten Federblatts geführte und mit dem ersten Federblatt und dem wenigstens einen Klemmteil des Befestigungsspannelements in kraftübertragender Verbindung stehende Überbrückungsteil bezüglich der Longitudinal- und Lateralrichtung der Federblätter einen Formschluss bildet und die Relativbewegung zwischen diesen somit unterbindet. Ein durch eine solche Relativbewegung verursachter Verschleiß (z. B. Abrieb) der Federblätter insbesondere an ihren Kontaktflächen wird somit effektiv verhindert.

[0032] Als Longitudinal- bzw. Längsrichtung der Blattfeder bzw. Federblätter ist im Wesentlichen jene

Richtung zu verstehen, in die sich die Blattfeder von ihrem ersten Endabschnitt zum diametral gegenüberliegenden zweiten Endabschnitt erstreckt. Die Longitudinal- bzw. Querrichtung ist dementsprechend eine im Wesentlichen senkrecht zur Schwingungsebene der Blattfeder verlaufende Richtung, wobei die Schwingungsebene durch die Biegebewegung der Blattfeder unter verschiedenen Belastungszuständen festgelegt ist.

[0033] Weiterhin erleichtert das wenigstens eine auf die vorbeschriebene Weise ausgebildete Überbrückungsteil die Montage der erfindungsgemäßen Blattfederanordnung, da die Zuordnung bzw. Positionierung der Federblätter zueinander sowie gegenüber dem Befestigungsspannelement durch das wenigstens eine säulenartige Überbrückungsteil bereits festgelegt ist. Auf eine spezielle Montagevorrichtung zur Ausrichtung der Federblätter kann somit verzichtet werden.

[0034] Des Weiteren lässt sich über die Länge (Erstreckung in seiner Längsrichtung) des wenigstens einen säulenartigen Überbrückungsteils der von diesem von dem ersten Federblatt bzw. Klemmteil aufgenommene und geführte Klemmkraftanteil in einfacher Weise festlegen, wie vorstehend bereits beschrieben wurde. Zusätzlich kann auch über eine entsprechende Gestaltung seines Querschnitts Einfluss auf die Klemmkraft- bzw. Lastverteilung im Sinne dieser Erfindung genommen werden. In diesem Sinne kann ebenso die Anzahl der Überbrückungsteile sowie deren Verteilung in der gesamten Kontaktfläche zwischen den Federblättern und/oder zwischen dem jeweiligen Federblatt und dem Klemmteil des Befestigungsspannmittels gezielt festgelegt werden.

[0035] Da das wenigstens eine säulenartige Überbrückungsteil im Inneren der Federblätter geführt ist, baut die derart ausgestaltete Blattfederanordnung zudem besonders kompakt.

[0036] Eine noch weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass mehrere Überbrückungsteile vorgesehen sind, deren dem ersten Federblatt zugewandten federblattseitigen Enden und/oder dem Klemmteil zugewandten klemmteilseitigen Enden unter Zwischenschaltung einer gemeinsamen flächigen Druckplatte an das erste Federblatt beziehungsweise das Klemmteil in kraftübertragender Weise angebunden sind. Die Druckplatte kann aus einem Metallwerkstoff oder einem formstabilen Kunststoff hergestellt sein, so dass sie im Wesentlichen eine noch gleichmäßigere Klemmkraftverteilung zwischen dem ersten Federblatt bzw. dem wenigstens einen Klemmteil und allen vorhandenen Überbrückungsteilen gewährleistet.

[0037] Für eine besonders einfache Montage der erfindungsgemäßen Blattfederanordnung sieht eine

weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung vor, dass die Überbrückungsteile mit der flächigen Druckplatte stoff- oder formschlüssig verbunden sind, also zum Beispiel mit dieser durch Kleben, Schweißen, Schrauben, Nieten und dergleichen verbunden werden. Eine unmittelbare, einstückige Ausgestaltung der flächigen Druckplatte mit entsprechenden Überbrückungsteilen ist ebenfalls möglich.

[0038] Gemäß einer noch weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das wenigstens eine säulenartig ausgebildete Überbrückungsteil in seinem Inneren hohl ausgebildet. Hierdurch lässt sich das Gesamtgewicht der Blattfederanordnung reduzieren.

[0039] In dem Fall des hohlen, säulenartigen Überbrückungsteils kann sich gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wenigstens ein Teil des Befestigungsspannmittels durch diesen Hohlraum hindurch erstrecken. So kann das Befestigungsspannteil beispielsweise in baulich besonders einfacher Weise als Bolzen ausgebildet sein, der durch den Hohlraum des Überbrückungsteils und weiter durch entsprechende Durchgangsöffnungen des ersten Federblatts geführt ist, wobei ein an einem Ende des Bolzens ausgebildeter Schraubenkopf und eine auf einen am gegenüberliegenden Ende ausgebildeten Gewindeabschnitt des Bolzens aufgeschraubte Schraubmutter jeweils ein Klemmteil bilden, die die von dem Befestigungsspannmittel ausgeübte Klemmkraft auf die wenigstens zwei Federblätter ausüben, um diese in der hierin beschriebenen Weise zusammenzudrücken.

[0040] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das Befestigungsspannmittel wenigstens einen U-förmigen Bolzen als erstes Klemmteil beinhaltet, der die wenigstens zwei Federblätter dreiseitig umfasst, wobei die offene Seite des U-förmigen Bolzens mittels einer durch Schraubmuttern als zweite Klemmteile an den freien Enden des U-förmigen Bolzens gesicherten, gegen eine der beiden Federblätter anliegenden Klemmplatte als drittes Klemmteil geschlossen ist. Bevorzugt ist die Klemmplatte Bestandteil des an der Blattfeder anzubringenden Radträgers bzw. der Fahrzeugachse. Über entsprechendes Anziehen der Schraubmuttern lässt sich die gesamte von dem Befestigungsspannmittel auf die wenigstens zwei Federblätter ausgeübte Klemmkraft in gezielter Weise festlegen.

[0041] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung nicht einschränkend zu verstehender Ausführungsbeispiele der Erfindung, die im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert wird. In dieser Zeichnung zeigen schematisch:

Fig. 1 eine Seitenansicht eines grundsätzlichen Aufbaus eines Ausführungsbeispiels einer Blattfederanordnung gemäß der Erfindung,

Fig. 2 eine detaillierte Ausschnittansicht eines ein Befestigungsspannmittel aufweisenden Federungsabschnitts der Blattfederanordnung aus **Fig. 1**,

Fig. 3 eine Querschnittsansicht der Blattfederanordnung aus **Fig. 1** entlang der in **Fig. 2** gezeigten Schnittlinie **A-A**,

Fig. 4 verschiedene Draufsichten a) bis e) auf eine Kontaktfläche unterschiedlicher zweiter Federblätter gemäß weiterer Ausführungsbeispiele einer Blattfederanordnung gemäß der Erfindung und

Fig. 5 eine perspektivische Teilansicht eines noch weiteren Ausführungsbeispiels einer Blattfederanordnung gemäß der Erfindung.

[0042] In den unterschiedlichen Figuren sind hinsichtlich ihrer Funktion gleichwertige Teile stets mit denselben Bezugszeichen versehen, so dass diese in der Regel auch nur einmal beschrieben werden.

[0043] **Fig. 1** stellt schematisch eine Seitenansicht eines grundsätzlichen Aufbaus eines Ausführungsbeispiels einer Blattfederanordnung **1** für eine Rad-aufhängung eines Kraftfahrzeugs (beides nicht dargestellt) gemäß der Erfindung dar. Die hier gezeigte Blattfederanordnung **1** ist in ihrem am Kraftfahrzeug verbauten Zustand mit ihrer Längserstreckung **L** im Wesentlichen parallel zur Längsrichtung des Kraftfahrzeugs ausgerichtet. Dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich.

[0044] **Fig. 1** stellt lediglich die Blattfederanordnung **1** einer Fahrzeugseite dar. Es ist zu verstehen, dass das Kraftfahrzeug in Bezug auf die Blattfederanordnung **1** symmetrisch aufgebaut sein kann, das heißt auf beiden Fahrzeugseiten im Wesentlichen dieselbe Ausgestaltung der in **Fig. 1** gezeigten Blattfederanordnung **1** aufweisen kann.

[0045] **Fig. 1** ist zu entnehmen, dass die Blattfederanordnung **1** eine Blattfeder **2** zur federnden Abstützung eines Radträgers (nicht dargestellt) an einem in **Fig. 1** symbolisch dargestellten Fahrzeugaufbau **3** des Kraftfahrzeugs aufweist. Der Radträger ist bei dem in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiel der Blattfederanordnung **1** an einer Starrachse **4** gehalten, wobei die Starrachse **4** und damit ebenso der Radträger bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel an der Blattfeder **2** befestigt ist.

[0046] **Fig. 1** ist weiter zu entnehmen, dass die Blattfeder **2** einen ersten Endabschnitt **5** mit einem ersten Befestigungsmittel **6** zu ihrer ersten Befestigung am Fahrzeugaufbau **3**, einen diesem diametral ge-

genüberliegenden zweiten Endabschnitt **7** mit einem zweiten Befestigungsmittel **8** zu ihrer zweiten Befestigung am Fahrzeugaufbau **3** und einen sich zwischen beiden Endabschnitten **5** und **7** erstreckenden Federungsabschnitt **9** aufweist, in dem ein Befestigungsspannmittel **10** zur Befestigung des Radträgers, hier der den wenigstens einen Radträger haltenden bzw. bereitstellenden Starrachse **4**, an der Blattfeder **2** angebracht ist. Die Starrachse **4** kann mittels verschiedener Verbindungstechniken, zum Beispiel Schweißen, Schrauben, Nieten, Kleben und dergleichen, an dem Befestigungsspannmittel **10** befestigt sein. Derartige Verbindungstechniken zur Befestigung der Starrachse **4** am Befestigungsspannmittel **10** sind hinlänglich bekannt, so dass im Folgenden nicht weiter hierauf eingegangen wird.

[0047] Ferner ist in **Fig. 1** zu erkennen, dass die Blattfeder **2** zwei Federblätter **11** und **12** aufweist, wobei das Federblatt **11** hierin auch als erstes oder oberes Federblatt bezeichnet wird und das Federblatt **12** als zweites oder unteres Federblatt. Bei dem in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiel der Blattfederanordnung **1** ist das erste bzw. obere Federblatt **11** aus einem Metallwerkstoff, zum Beispiel Stahl, gebildet und das zweite, untere Federblatt **12** aus einem Faserverbundwerkstoff.

[0048] Das Faserverbundfederblatt **12** der gezeigten Blattfederanordnung **1** kann auch als Stützfederblatt oder Hilfsfederblatt bezeichnet werden. Es dient in erster Linie der Stützung des Metallfederblatts **11**. Diese Unterstützung erfolgt bei dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel schrittweise, progressiv mit zunehmender Belastung der Blattfeder **2**, da das Faserverbundfederblatt **12** im Gegensatz zum Metallfederblatt **11** im Wesentlichen gerade ausgebildet ist, so dass die freien Enden **13** des Stützfederblatts **12** im unbelasteten Zustand des Metallfederblatts **11** von diesem über den gesamten Verlauf der Längserstreckung **L** des Faserverbundfederblatts **12** am weitesten beabstandet sind.

[0049] Es ist zu verstehen, dass das erste Federblatt **11** nicht zwingend aus einem Metallwerkstoff gebildet sein muss, sondern ebenfalls ein Faserverbundfederblatt sein kann. Weiterhin können zusätzlich zum ersten, oberen Federblatt **11** noch weitere in ähnlicher Weise wie das erste Federblatt **11** ausgebildete (obere) Federblätter (nicht dargestellt) vorhanden sein, die mit dem Federblatt **11** in Wirkverbindung stehen. Bevorzugt ist das bzw. sind die zusätzlichen, hier nicht dargestellten oberen Federblätter in einem solchen Fall aus demselben Werkstoff wie das erste Federblatt **11** gebildet. Ebenso ist es nicht zwingend erforderlich, dass das zweite, untere Federblatt **12** aus einem Faserverbundwerkstoff gebildet ist. Es könnte ebenfalls aus einem Metallwerkstoff, zum Beispiel Stahl, gebildet sein. Bei der hierin beschriebenen Ausgestaltung der Blattfeder-

anordnung **1** mit der Blattfeder **2** aus wenigstens einem ersten, oberen Federblatt **11** aus einem Metallwerkstoff und dem zweiten, unteren Federblatt **12** aus einem Faserverbundwerkstoff ist jedoch die Entlastung des Faserverbundfederblatts **12** von besonders großem Vorteil, da das Faserverbundfederblatt **12** besonders im Bereich der Befestigung des Befestigungsspannmittels **10** an der Blattfeder **2** gegenüber dem Metallfederblatt **11** deutlich empfindlicher auf für eine sichere Befestigung des Radträgers **4** an der Blattfeder **2** relativ hohe vom Befestigungsspannmittel **10** in die Federblätter **11** und **12** eingeleitete Klemmkräfte reagiert und durch diese bei einer aus dem Stand der Technik bekannten, herkömmlichen Ausgestaltung einer Blattfederanordnung unter Umständen beschädigt werden kann. Eine das Faserverbundfederblatt **12** schädigende Überlastung wird durch die vorliegende Erfindung jedoch sicher verhindert, wie nachstehend noch ausführlicher dargelegt werden wird.

[0050] Die freien Enden **13** des Stützfederblatts **12** treten erst bei hoher Belastung des oberen Federblatts **11** mit diesem in Kontakt. Zur Dämpfung dieses Vorgangs weist das Stützfederblatt **12** im Bereich seiner freien Enden **13** zwischen dem ersten und zweiten Federblatt **11** und **12** angeordnete Gummipuffer **14** auf. Durch diese Ausgestaltung wird eine Überlastung des oberen Federblatts **11** durch das untere Federblatt **12** verhindert.

[0051] Wie der **Fig. 1** deutlich zu entnehmen ist, weist die Blattfeder **2** der dargestellten Blattfederanordnung **1** wenigstens in ihrem Federungsabschnitt **9** zwei Federblätter **11** und **12** auf. Diese sind mittels des Befestigungsspannmittels **10** gegeneinandergedrückt gehalten. Das Befestigungsspannmittel **10** der beispielhaften Blattfederanordnung **1** weist hierzu zwei zueinander in Längserstreckungsrichtung **L** der Blattfeder **2** beabstandete, im Wesentlichen U-förmige Bolzen **15** (auch kurz als U-Bolzen bezeichnet) als erste Klemmteile auf. Wie in **Fig. 1** weiter zu erkennen ist, umfassen die U-Bolzen **15** die beiden Federblätter **11** und **12** dreiseitig (deutlicher in der nachstehend erläuterten **Fig. 3** zu erkennen), das heißt bei der dargestellten Blattfederanordnung **1** auf der dem zweiten Federblatt **12** abgewandten Oberseite des ersten Federblatts **11** sowie entlang der beiden Seitenflächen der Federblätter **11** und **12**. Die unteren offenen Seiten der U-förmigen Bolzen **15** sind jeweils mittels einer durch Schraubmutter **16** als zweite Klemmteile an den freien Enden der U-förmigen Bolzen **15** gesicherten, gegen eine Unterseite des zweiten Federblatts **12** anliegenden unteren Klemmplatte **17** als drittes Klemmteil geschlossen. Bei dem in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsbeispiel der Blattfederanordnung **1** beinhaltet das Befestigungsspannmittel **10** weiterhin eine zwischen der Oberseite des ersten Federblatts **11** und den jeweiligen U-Bolzen **15** eingefügte obere Klemmplatte **18**

als viertes Klemmteil. Somit ist zu erkennen, dass das Befestigungsspannmittel **10** mittels der Klemmteile **15**, **16**, **17** und **18** eine Klemmkraft **F** sowohl mit einer ersten Wirkrichtung auf das erste Federblatt **11** als auch mit einer zur ersten Wirkrichtung im Wesentlichen entgegengerichteten zweiten Wirkrichtung auf das zweite Federblatt **12** ausübt. Die Höhe der gesamten vom Befestigungsspannmittel **10** auf die Blattfeder **2** ausgeübten Klemmkraft **F** wird in bekannter Weise durch entsprechendes Anziehen der Schraubmutter **16** festgelegt.

[0052] Fig. 2 stellt eine detaillierte Ausschnittansicht des das Befestigungsspannmittel **10** aufweisenden Federungsabschnitts **9** der Blattfederanordnung **1** aus Fig. 1 dar. Fig. 3 stellt eine Querschnittsansicht der Blattfederanordnung **1** aus Fig. 1 entlang der in Fig. 2 gezeigten Schnittlinie **A-A** in Quererstreckungsrichtung **Q** der Blattfederanordnung **1** dar.

[0053] In den Fig. 2 und Fig. 3 ist zu erkennen, dass mehrere Überbrückungsteile **19** zwischen dem ersten Federblatt **11** und dem dritten Klemmteil **17** (untere Klemmplatte **17**) des Befestigungsspannmittels **10** derart angeordnet und ausgebildet sind, dass diese die zwischen dem ersten Federblatt **11** und dem Klemmteil **17** wirkende Klemmkraft **F** zumindest zu einem Teil aufnehmen und zwischen dem Federblatt **11** und dem Klemmteil **17** übertragen. Der Anteil der Klemmkraft **F**, der von den Überbrückungsteilen **19** jeweils aufgenommen und übertragen wird, ist in den Fig. 2 und Fig. 3 mit dem Bezugszeichen **F''** bezeichnet. Nach Abzug aller von den Überbrückungsteilen **19** aufgenommenen Klemmkraftanteile **F''** von der gesamten Klemmkraft **F** verbleibt ein Restkraftanteil **F'**, der zwischen dem ersten und zweiten Federblatt **11** und **12** übertragen wird. Es ist darauf hinzuweisen, dass dieser Restkraftanteil **F'** Null sein kann, wenn die Summe aller durch die Überbrückungsteile **19** aufgenommenen Klemmkraftanteile **F''** der gesamten von dem Befestigungsspannmittel **10** auf die Blattfeder **2** ausgeübten Klemmkraft **F** entspricht. In jedem Fall führt die Aufnahme der Klemmkraftanteile **F''** durch die Überbrückungsteile **19** zu einer Reduzierung der zwischen dem ersten und zweiten Federblatt **11** und **12** übertragenen Restklemmkraft **F'** mit den hierin bereits beschriebenen Vorteilen, die sich ganz besonders vorteilhaft bei einer wie in den Fig. 1 bis Fig. 3 dargestellten Blattfederanordnung **1** mit einer aus wenigstens einem Metallfederblatt **11** und einem Verbundfederblatt **12** zusammengesetzten Blattfeder **2** auswirken. Besonders bevorzugt ist die Restklemmkraft **F'** höchstens noch halb so groß wie die Gesamtklemmkraft **F**, um das Verbundfederblatt **12** in ausreichender Weise zu entlasten und damit vor einer schädigenden Überlastung zu schützen.

[0054] Ferner ist festzustellen, dass die Überbrückungsteile **19** das zweite Federblatt **12** kraftfrei überbrücken, das heißt sie stehen bezüglich der

durch sie vorgegebenen Kraftübertragungsrichtung der Klemmkraftanteile **F''** weder kraft- noch stoff- noch formschlüssig mit dem zweiten Federblatt **12** in Verbindung. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Blattfederanordnung **1** sind die Überbrückungsteile **19** säulenartig, beispielsweise in Form von Zylindern, ausgebildet. Für die erwähnte kraftfreie Überbrückung des zweiten Federblatts **12** weist dieses Durchgangsöffnungen **20** (siehe Fig. 4) mit entsprechend ausgebildeten Durchmesser auf, so dass sich die jeweiligen Überbrückungsteile **19** im Wesentlichen kraftfrei durch diese erstrecken können.

[0055] Es ist an dieser Stelle anzumerken, dass die Überbrückungsteile **19** zwar bzgl. ihrer Kraftübertragungsrichtung der Klemmkraftanteile **F''** weder kraft- noch stoff- noch formschlüssig mit dem zweiten Federblatt **12** in Verbindung stehen, die Überbrückungsteile **19** aber bezüglich der Longitudinalrichtung **L** und Lateralrichtung **Q** der Federblätter **11** und **12** sehr wohl einen Formschluss für die Federblätter **11** und **12** bilden und eine Relativbewegung zwischen diesen unterbinden. Ein durch eine solche Relativbewegung verursachter Verschleiß (z. B. Abrieb) der Federblätter **11** und **12** insbesondere an ihren Kontaktflächen wird somit effektiv verhindert.

[0056] Des Weiteren ist in den Fig. 2 und Fig. 3 zu erkennen, dass zwischen dem ersten Federblatt **11** und dem zweiten Federblatt **12** und zwischen dem zweiten Federblatt **12** und dem dritten Klemmteil **17** des Befestigungsspannmittels **10** jeweils eine flächige Zwischenlage **21** bzw. **22** eingefügt ist, was jedoch zur Ausführung der Erfindung nicht zwingend erforderlich ist. Diese Zwischenlagen **21** und **22** können aus einem Metallwerkstoff, einem gummielastischen Werkstoff und/oder einem formstabilen Kunststoff gebildet sein. Sie können zudem mehrschichtig ausgebildet sein, so dass zum Beispiel die Zwischenlage **21** an ihrer dem Metallfederblatt **11** zugewandten Seite eine Metallschicht aufweist und an ihrer dem Faserverbundfederblatt **12** zugewandten Seite eine gummielastische Schicht oder eine formstabile Kunststoffschicht aufweist. Ebenso kann die Zwischenlage **22** beispielsweise auf ihrer dem Faserverbundfederblatt **12** zugewandten Seite eine gummielastische Schicht oder eine formstabile Kunststoffschicht aufweisen und auf ihrer dem Klemmteil **17** zugewandten Seite eine Metallschicht aufweisen, insbesondere dann, wenn auch das Klemmteil **17** aus einem Metallwerkstoff gebildet ist. Selbstverständlich kann eine solche Ausgestaltung der Zwischenlagen **21** und **22** auch durch jeweils zwei getrennte Zwischenlagen **21** (eine aus einem Metallwerkstoff, die andere aus einem gummielastischen Werkstoff oder einem formstabilen Kunststoff) und zwei getrennte Zwischenlagen **22** (ebenfalls eine aus einem Metallwerkstoff, die andere aus einem gummielastischen Werkstoff oder einem formstabilen Kunststoff) gebil-

det sein. Eine an dem Faserverbundfederblatt **12** anliegende Zwischenlage, zum Beispiel die Zwischenlagen **21** und **22**, kann beispielsweise direkt in das Faserverbundfederblatt **12** eingearbeitet sein, zum Beispiel in dieses einvulkanisiert sein oder beim Herstellungsprozess des Faserverbundfederblatts **12** in eine entsprechende Herstellungsform eingelegt sein und auf diese Weise in das Faserverbundfederblatt **12** eingearbeitet werden.

[0057] **Fig. 4** stellt fünf verschiedene Draufsichten a), b), c), d) und e) auf jeweils eine Kontaktfläche **23** unterschiedlicher zweiter Federblätter **12**, **24**, **25**, **26**, **27** gemäß weiterer Ausführungsbeispiele einer Blattfederanordnung (hier nicht vollständig dargestellt) gemäß der Erfindung dar. Es ist zu verstehen, dass an der dargestellten Kontaktfläche **23** jedes zweiten Federblatts jeweils ein erstes Federblatt (wie zum Beispiel das Federblatt **11** der Blattfederanordnung **1**) in der hierin beschriebenen Weise anliegt bzw. mittels eines Befestigungsspannmittels (hier nicht dargestellt), zum Beispiel mittels des in **Fig. 1** gezeigten Befestigungsspannmittels **10**, gegen das jeweilige zweite Federblatt **12**, **24**, **25**, **26**, **27** geklemmt ist. Eine jeweilige Position und Verlauf der beiden U-Bolzen **15** des in den **Fig. 1-3** gezeigten Befestigungsspannmittels **10** ist in **Fig. 4** beispielhaft durch eine entsprechende gestrichelte Linie angedeutet.

[0058] **Fig. 4b** stellt eine Draufsicht auf das bereits vorstehend beschriebene zweite Federblatt **12** dar. Wie dieses sind auch die weiteren in **Fig. 4** dargestellten zweiten Federblätter **24**, **25**, **26** und **27** aus einem Faserverbundwerkstoff hergestellt.

[0059] Wie den Ansichten a) bis e) der **Fig. 4** zu entnehmen ist, sind sowohl die Anzahl und die Position sowie auch die Form, hier insbesondere die Querschnittsform, der dargestellten Überbrückungsteile **19**, **28**, **29**, **30** und **31** unterschiedlich gewählt. Alle in **Fig. 4** dargestellten Überbrückungsteile **28**, **29**, **30** und **31** sind wie das bereits vorstehend beschriebene Überbrückungsteil **19** säulenartig ausgebildet. Wie bereits weiter oben erwähnt wurde, müssen die Überbrückungsteile, zum Beispiel die hier gezeigten Überbrückungsteile **19**, **28**, **29**, **30** und **31**, nicht zwingend über ihre säulenartige Längserstreckung einen konstanten Durchmesser aufweisen, sondern können auch wenigstens eine Einschnürung und/oder wenigstens eine Verdickung aufweisen (hier jedoch nicht dargestellt).

[0060] In **Fig. 4a** sind drei im Wesentlichen identische, zylinderförmige Überbrückungsteile **28** entlang der parallel zur Längserstreckungsrichtung **L** verlaufenden Mittellängsachse des zweiten Federblatts **24** linienförmig angeordnet. Die Überbrückungsteile **28** weisen einen größeren Durchmesser auf als beispielsweise die in **Fig. 4b** dargestellten vier in einem Rechteck angeordneten zylinderförmigen Über-

brückungsteile **19** der in den **Fig. 1** bis **Fig. 3** dargestellten Blattfederanordnung **1**.

[0061] In **Fig. 4c** sind zwei Überbrückungsteile **29** mit ellipsenförmigem Querschnitt dargestellt, die jeweils im Wesentlichen parallel zur Quererstreckungsrichtung **Q** des Federblatts **25** ausgerichtet sind.

[0062] In **Fig. 4d** sind vier Überbrückungsteile **30** mit ebenfalls ellipsenförmigem Querschnitt dargestellt, die hier in einem Rechteck jedoch im Wesentlichen parallel zur Längserstreckungsrichtung **L** des Federblatts **26** ausgerichtet sind.

[0063] **Fig. 4e** stellt schließlich eine lineare Anordnung aus zwei kreuzförmigen Überbrückungsteilen **31** und einem zwischen diesen angeordneten stegförmigen Überbrückungsteil **32** dar.

[0064] Eine Vielzahl weiterer, hier nicht dargestellter unterschiedlicher Ausgestaltungen und Anordnungen von Überbrückungsteilen ist möglich. Sofern diese die hierin beschriebene Funktion im Sinne der vorliegenden Erfindung erfüllen und damit innerhalb des Erfindungsgedankens liegen, sind diese ebenfalls von dem Schutzbereich der hierin definierten Ansprüche mit umfasst.

[0065] **Fig. 5** stellt eine perspektivische Teilansicht eines noch weiteren Ausführungsbeispiels einer Blattfederanordnung **33** gemäß der Erfindung dar. Die Teilansicht stellt insbesondere den Federungsabschnitt **9** einer zweiblättrigen Blattfeder **34** der Blattfederanordnung **33** dar. Ein erstes Federblatt **35** ist aus einem Metallwerkstoff, zum Beispiel Stahl, gebildet und ein zweites Federblatt **36** aus einem Faserverbundwerkstoff. Die in **Fig. 5** dargestellte Blattfederanordnung **33** weist zwei Überbrückungsteile **37** auf, die wie die bereits vorstehend beschriebenen Überbrückungsteile **19**, **28**, **29**, **30**, **31** und **32** säulenartig ausgebildet sind. In dem Fall der Überbrückungsteile **37** sind diese jedoch im Gegensatz zu den aus einem Vollmaterial gebildeten Überbrückungsteilen **19**, **28**, **29**, **30**, **31** und **32** innen hohl ausgebildet, also beispielsweise als Hohlzylinder, wie in **Fig. 5** dargestellt ist.

[0066] Wie **Fig. 5** weiter zu entnehmen ist, sind oberhalb und unterhalb des Faserverbundfederblatts **36** anliegend an dieses jeweils flächige Kunststoffzwischenlagen **38** (eine obere und eine untere) angeordnet. Zwischen der oberen Kunststoffzwischenlage **38** und der Unterseite des ersten Federblatts **35** ist weiterhin eine flächige Metallzwischenlage **39** angeordnet. Auf der Unterseite der an der Unterseite des Faserverbundfederblatts **35** angeordneten Kunststoffzwischenlage **38** ist ferner eine Metallplatte **40** angeordnet. Diese Metallplatte **40** bildet das erste Klemmteil eines Befestigungsspannmittels **41**, das ferner eine an der Oberseite des Metallfederblatts **35** anlie-

gende Klemmplatte **42** als zweites Klemmteil, zwei gerade Schraubbolzen **43** mit jeweils einem Bolzenkopf **44** als dritte Klemmteile und auf das jeweilige, den Bolzenköpfen **44** gegenüberliegende Ende schraubbare Schraubmutter **45** als vierte Klemmteile beinhaltet.

[0067] In besonders vorteilhafter Weise sind die Bolzen **43** des Befestigungsspannmittels **41** durch den Hohlraum der jeweiligen Überbrückungsteile **37** geführt. Diese Ausgestaltung erlaubt einen besonders kompakten Aufbau der Blattfederanordnung **33**, da wenigstens ein Teil des Befestigungsspannmittels **41** im Inneren der beiden Federblätter **35** und **36** verläuft. Die beiden Überbrückungsteile **37** sind wie bereits bei der in den **Fig. 1** bis **Fig. 3** beschriebenen Blattfederanordnung **1** durch entsprechende Durchgangsöffnungen (in **Fig. 5** nicht zu erkennen) im zweiten Federblatt **36** kraftfrei geführt. Sie liegen ferner an der Unterseite des ersten Federblatts **35** oder an der Unterseite der Metallzwischenlage **39** sowie an der Oberseite der als erstes Klemmteil fungierenden Metallplatte **40** oder an den als dritte Klemmteile fungierenden Bolzenköpfen **43** an, so dass die von dem Befestigungsspannmittel **41** auf die Blattfeder **34** ausgeübte gesamte Klemmkraft **F** jedenfalls zu einem Teil über die zwischen dem ersten Federblatt **35** und dem ersten Klemmteil **40** bzw. den dritten Klemmteilen **44** des Befestigungsspannmittels **41** in kraftübertragender Weise angeordneten Überbrückungsteile **37** geführt ist, wie bereits vorstehend in Bezug auf die Blattfederanordnung **1** beschrieben wurde.

[0068] Liegen die Überbrückungsteile **37** beispielsweise mit ihren dem ersten Federblatt **35** zugewandten Enden direkt an der Metallzwischenlage **39** an, kann diese in vorteilhafter Weise eine gleichmäßige Klemmkraftverteilung auf die einzelnen Überbrückungsteile **37** bewirken. In diesem Fall kann die Metallzwischenlage **39** auch als Druckplatte bezeichnet werden. In gleicher Weise kann auch die Metalllage **40** als Druckplatte für eine gleichmäßige Klemmkraftverteilung auf die einzelnen Überbrückungsteile **37** von den Bolzenköpfen **44** fungieren, wenn diese mit ihren den Bolzenköpfen **44** zugewandten Enden an der Metalllage **40** anliegen.

[0069] Weiterhin können die Überbrückungsteile **37** mit einer solchen Druckplatte **39** oder **40** auch stoff- oder formschlüssig verbunden sein, so dass eine Montage der entsprechenden Blattfederanordnung noch leichter und schneller durchführbar ist.

[0070] Selbstverständlich kann auch die in den **Fig. 1** bis **Fig. 3** gezeigte Blattfederanordnung **1** mit einer der Metallzwischenlage **39** der **Fig. 5** entsprechenden Druckplatte ähnlich der in **Fig. 2** dargestellten Zwischenlage **21** versehen sein, an denen die Überbrückungsteile **19** optional stoff- oder formschlüssig befestigt sein können. Alternativ können die

Überbrückungsteile **19** im Fall der Blattfederanordnung **1** auch stoff- oder formschlüssig an der unteren Klemmplatte **17** des Befestigungsspannmittels **10** befestigt sein.

[0071] Geeignete stoff- und formschlüssige Verbindungstechniken sind beispielsweise Kleben, Schweißen, Schrauben, Nieten und dergleichen.

[0072] Es sei an dieser Stelle weiterhin angemerkt, dass bei der in **Fig. 5** dargestellten Ausführungsform der Blattfederanordnung **33** bei ausreichender Festigkeit der Bolzen **43** für die während des Betriebs der Blattfederanordnung **33** auftretenden Belastungen auf weitere Befestigungsspannmittel zusätzlich zum Befestigungsspannmittel **41** verzichtet werden kann. Der Radträger bzw. die Starrachse **4** (**Fig. 1**) kann in diesem Fall an der Metallplatte **40** befestigt sein.

[0073] Sollten die Bolzen **43** jedoch nicht mit ausreichender Festigkeit für den Betrieb am Kraftfahrzeug bereitgestellt werden können, so lässt sich die in **Fig. 5** dargestellte Blattfederanordnung **33** mit dem Befestigungsspannmittel **41** immerhin als besonders einfach zu handhabende Montageanordnung verwenden, bei der die Blattfederanordnung **33** für die Montage durch das Befestigungsspannmittel **41** bestimmungsgemäß ausgerichtet zusammengehalten wird.

[0074] Bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen der Blattfederanordnungen **1** und **33** lässt sich der über die jeweiligen Überbrückungsteile **19**, **28**, **29**, **30**, **31**, **32** und **37** geführte Klemmkraftanteil **F** (siehe **Fig. 2** und **Fig. 3**) in einfacher Weise durch deren Längen und/oder durch die Dicken der eingefügten Zwischenlagen **21**, **22** und **38** und/oder durch deren Materialeigenschaften, insbesondere ihrer Steifigkeit bzw. Elastizität, gezielt festlegen, wie hierin ausführlich beschrieben wurde.

[0075] Die vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Blattfederanordnung ist nicht auf die hierin offenbarten Ausführungsformen beschränkt, sondern umfasst auch gleich wirkende weitere Ausführungsformen, die sich aus technisch sinnvollen weiteren Kombinationen der hierin beschriebenen Merkmale der Blattfederanordnung ergeben.

[0076] In bevorzugter Ausführung wird die erfindungsgemäße Blattfederanordnung in einer Radaufhängung zur federnden Abstützung eines Radträgers, insbesondere einer den Radträger haltenden bzw. bereitstellenden Starrachse, an einem Kraftfahrzeug, insbesondere einem Nutzfahrzeug wie beispielsweise Lastkraftwagen, verwendet.

Bezugszeichenliste		
		39 Flächige Metallzwischenlage / Druckplatte
1	Blattfederanordnung	40 Flächige Metalllage / Erstes Klemmteil von 40 / Druckplatte
2	Blattfeder	41 Befestigungsspannmittel
3	Fahrzeugaufbau	42 Klemmplatte / Zweites Klemmteil von 40
4	Starrachse	43 Bolzen
5	Erster Endabschnitt	44 Bolzenkopf / Drittes Klemmteil von 40
6	Erstes Befestigungsmittel	45 Schraubmutter / Viertes Klemmteil von 40
7	Zweiter Endabschnitt	F Gesamtklemmkraft
8	Zweites Befestigungsmittel	F' Restklemmkraft
9	Federungsabschnitt	F'' Klemmkraftanteil
10	Befestigungsspannmittel	L Längserstreckungsrichtung
11	Erstes Federblatt / Metallfederblatt	Q Quererstreckungsrichtung
12	Zweites Federblatt / Faserverbundfederblatt	X x-Koordinate
13	Freie Enden von 12	Y y-Koordinate
14	Gummipuffer	Z z-Koordinate
15	U-Bolzen / Erstes Klemmteil von 10	
16	Schraubmutter / Zweites Klemmteil	
17	Untere Klemmplatte / Drittes Klemmteil von 10	
18	Obere Klemmplatte / Viertes Klemmteil von 10	
19	Überbrückungsteil	
20	Durchgangsöffnung	
21	Flächige Zwischenlage	
22	Flächige Zwischenlage	
23	Kontaktfläche	
24	Zweites Federblatt / Faserverbundfederblatt	
25	Zweites Federblatt / Faserverbundfederblatt	
26	Zweites Federblatt / Faserverbundfederblatt	
27	Zweites Federblatt / Faserverbundfederblatt	
28	Überbrückungsteil	
29	Überbrückungsteil	
30	Überbrückungsteil	
31	Überbrückungsteil	
32	Überbrückungsteil	
33	Blattfederanordnung	
34	Blattfeder	
35	Erstes Federblatt / Metallfederblatt	
36	Zweites Federblatt / Faserverbundfederblatt	
37	Überbrückungsteil	
38	Flächige Kunststoffzwischenlage	

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- GB 2128714 A [0004]
- US 2014/0284856 A1 [0005]
- US 4887802 A [0006]
- DE 3780711 T2 [0006]

Patentansprüche

1. Blattfederanordnung für eine Radaufhängung eines Kraftfahrzeugs, aufweisend eine Blattfeder (2, 34) zur federnden Abstützung eines Radträgers (4) an einem Fahrzeugaufbau (3) des Kraftfahrzeugs, wobei die Blattfeder (2, 34) einen ersten Endabschnitt (5), einen diesem diametral gegenüberliegenden zweiten Endabschnitt (7) und einen sich zwischen beiden Endabschnitten (5, 7) erstreckenden Federungsabschnitt (9) aufweist, in dem ein Befestigungsspannmittel (10, 41) zur Befestigung des Radträgers (4) an der Blattfeder (2, 34) angebracht ist, wobei die Blattfeder (2, 34) wenigstens im Federungsabschnitt (9) wenigstens zwei Federblätter (11, 12; 35, 36) aufweist, die mittels des Befestigungsspannmittels (10, 41) gegeneinandergedrückt gehalten sind, indem das Befestigungsspannmittel (10, 41) mittels wenigstens eines Klemmteils (15, 16, 17, 18; 40, 42, 44, 45) eine Klemmkraft (F) sowohl mit einer ersten Wirkrichtung auf das erste Federblatt (11, 35) als auch mit einer zur ersten Wirkrichtung entgegengerichteten zweiten Wirkrichtung auf das zweite Federblatt (12, 36) ausübt, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Überbrückungsteil (19, 28, 29, 30, 31, 32, 37) zwischen dem ersten Federblatt (11, 35) und dem wenigstens einen Klemmteil (15, 16, 17, 18; 40, 42, 44, 45) derart angeordnet und ausgebildet ist, dass dieses die zwischen dem ersten Federblatt (11, 35) und dem Klemmteil (15, 16, 17, 18; 40, 42, 44, 45) wirkende Klemmkraft (F) zumindest zu einem Teil (F'') aufnimmt und zwischen diesen überträgt, wobei es das zweite Federblatt (12, 36) kraftfrei überbrückt.

2. Blattfederanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das wenigstens eine Überbrückungsteil (19, 28, 29, 30, 31, 32, 37) zwischen dem ersten Federblatt (11, 35) und dem wenigstens einen Klemmteil (16, 17; 40, 44) derart angeordnet und ausgebildet ist, dass dieses mehr als die Hälfte der vom Befestigungsspannmittel (19, 41) erzeugten und auf die Blattfeder (2, 34) ausgeübten Klemmkraft (F) aufnimmt.

3. Blattfederanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Federblatt (11, 35) aus einem Metallwerkstoff gebildet ist und das zweite Federblatt (12, 36) aus einem Faserverbundwerkstoff gebildet ist.

4. Blattfederanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem ersten Federblatt (11, 35) und dem zweiten Federblatt (12, 36) und/oder zwischen dem Klemmteil (15, 18; 42, 45) und dem ersten Federblatt (11, 35) und/oder zwischen dem zweiten Federblatt (12, 36) und dem Klemmteil (16, 17; 40, 44) wenigstens eine flächige Zwischenlage (21, 22, 38, 39) eingefügt ist, die aus einem Metallwerkstoff, einem gum-

mielastischen Werkstoff und/oder einem formstabilen Kunststoff gebildet ist.

5. Blattfederanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das wenigstens eine Überbrückungsteil (19, 28, 29, 30, 31, 32, 37) säulenartig ausgebildet ist und sich durch eine entsprechende Durchgangsöffnung (20) in dem zweiten Federblatt (12, 36) erstreckt.

6. Blattfederanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Überbrückungsteile (19, 28, 29, 30, 31, 32, 37) vorgesehen sind, deren dem ersten Federblatt (11, 35) zugewandten federblattseitigen Enden und/oder dem Klemmteil (16, 17; 40, 44) zugewandten klemmteilseitigen Enden unter Zwischenschaltung einer gemeinsamen flächigen Druckplatte (39, 40) an das erste Federblatt (11, 35) beziehungsweise das Klemmteil (16, 17; 40, 44) in kraftübertragender Weise angebunden sind.

7. Blattfederanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Überbrückungsteile (19, 28, 29, 30, 31, 32, 37) mit einer Druckplatte (39, 40) stoff- oder formschlüssig verbunden sind.

8. Blattfederanordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das säulenartige Überbrückungsteil (37) in seinem Inneren hohl ausgebildet ist.

9. Blattfederanordnung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich wenigstens ein Teil des Befestigungsspannmittels (43) durch den Hohlraum des Überbrückungsteils (37) erstreckt.

10. Blattfederanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Befestigungsspannmittel (10) wenigstens einen U-förmigen Bolzen (15) als erstes Klemmteil beinhaltet, der die wenigstens zwei Federblätter (11, 12) dreiseitig umfasst, wobei die offene Seite des U-förmigen Bolzens (15) mittels einer durch Schraubmuttern (16) als zweite Klemmteile an den freien Enden des U-förmigen Bolzens (15) gesicherten, gegen eine der beiden Federblätter (12) anliegenden Klemmplatte (17) als drittes Klemmteil geschlossen ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

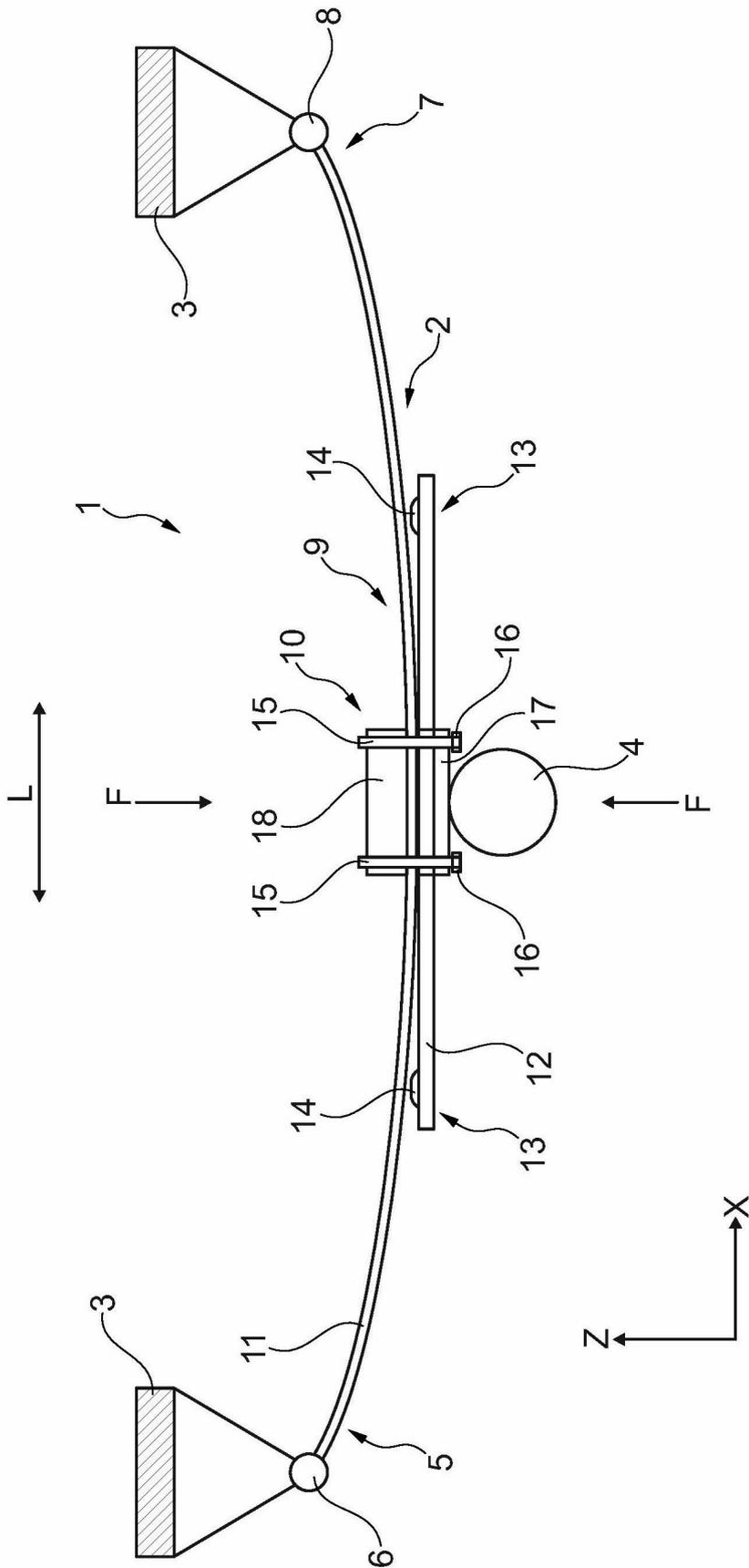


Fig. 1

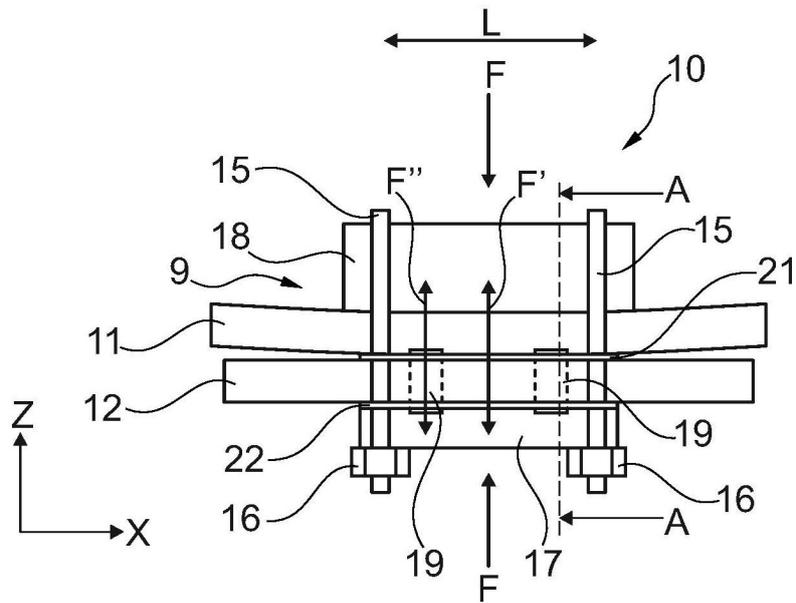


Fig. 2

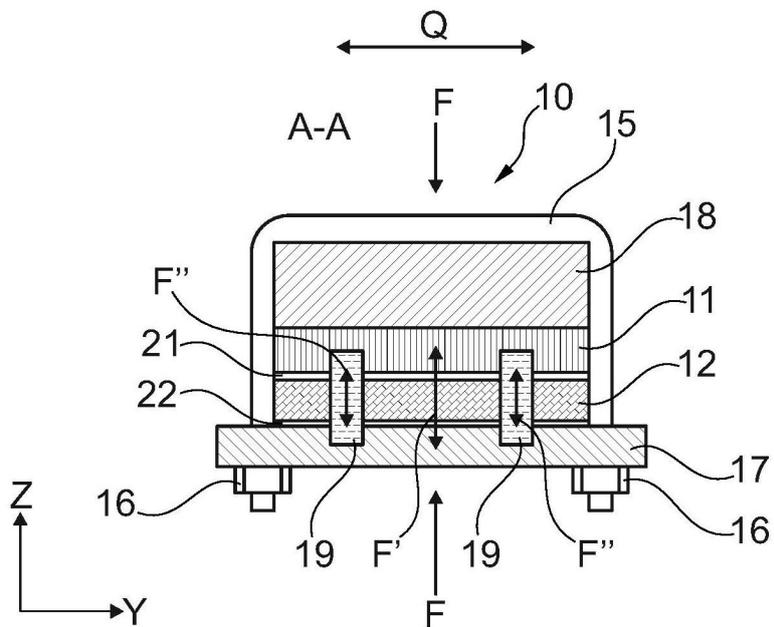


Fig. 3

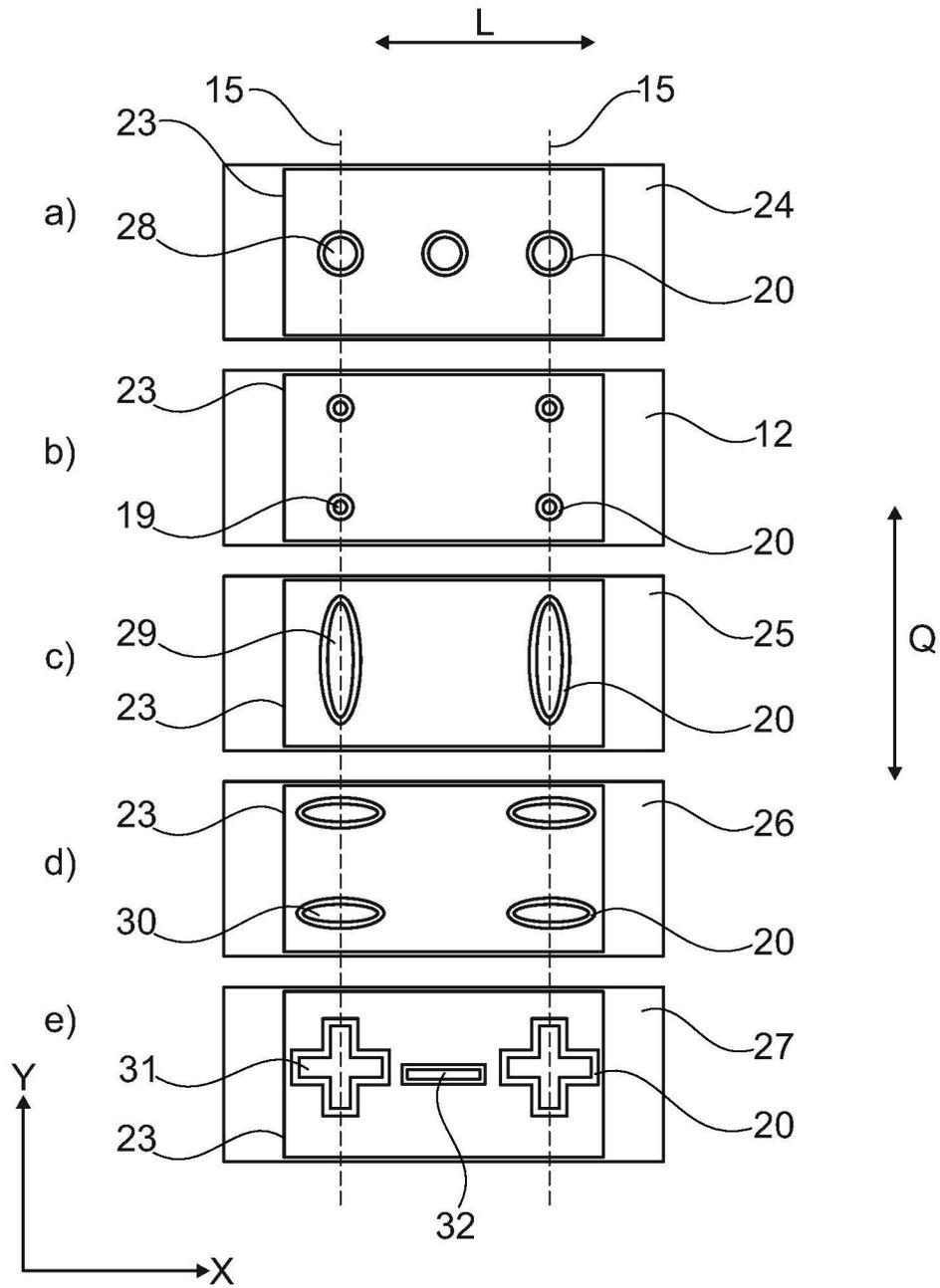


Fig. 4

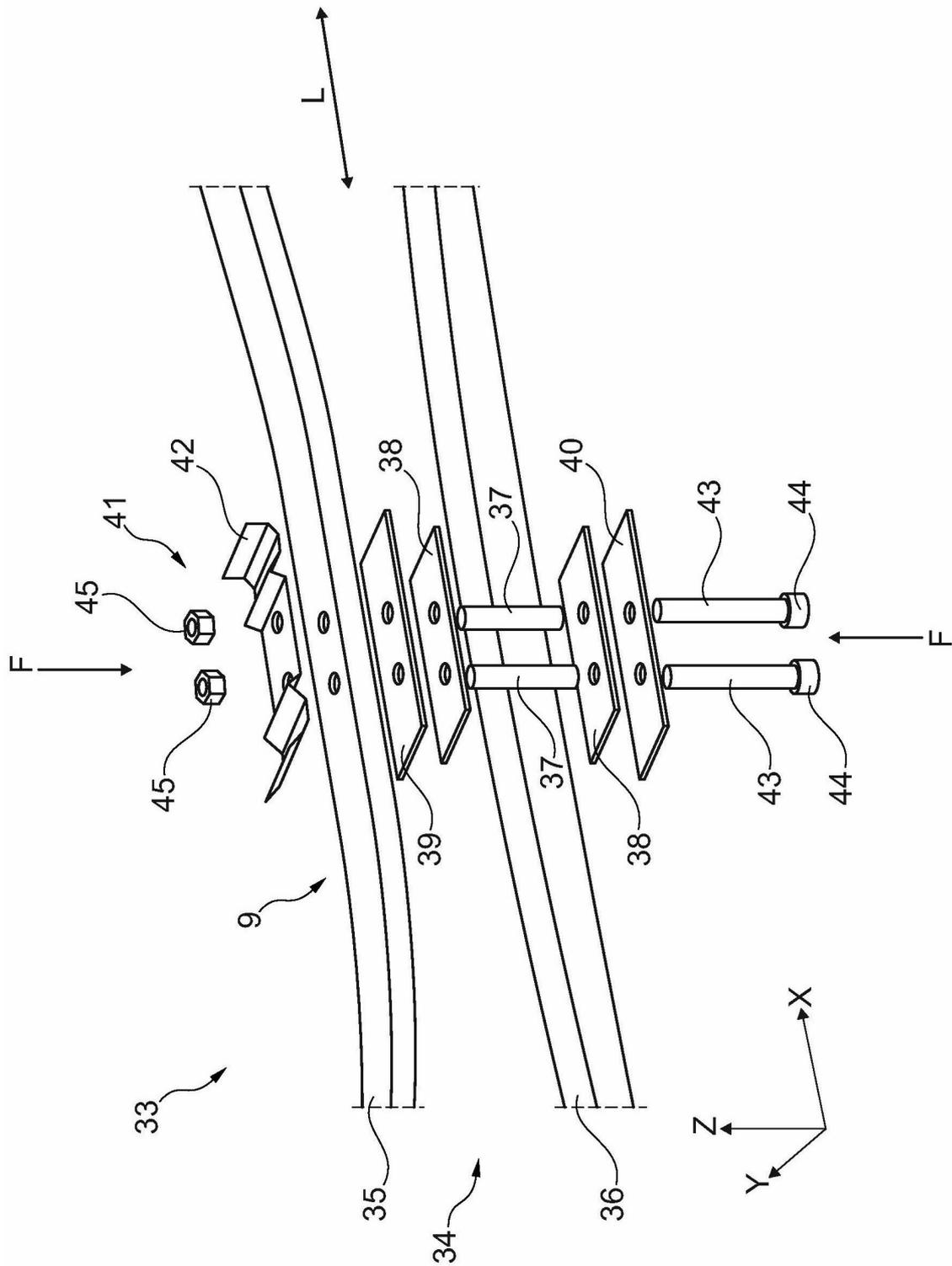


Fig. 5