



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 127 309.9**

(22) Anmeldetag: **21.10.2021**

(43) Offenlegungstag: **27.04.2023**

(51) Int Cl.: **B60G 17/02 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Karlsruher Institut für Technologie, Körperschaft
des öffentlichen Rechts, 76131 Karlsruhe, DE**

(72) Erfinder:

**Weitz, Fabian, 76133 Karlsruhe, DE; Frey, Michael,
Dr., 76275 Ettlingen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

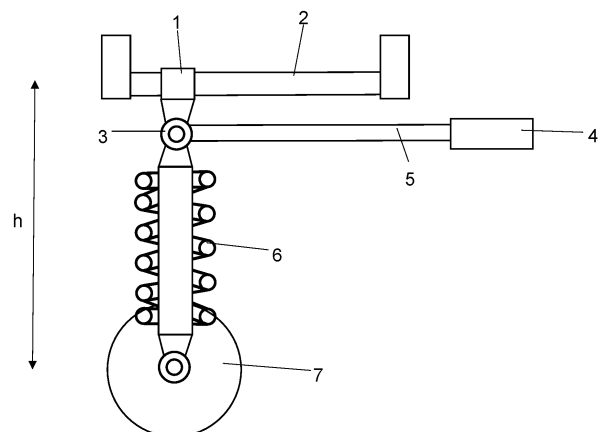
DE	42 05 535	A1
DE	10 2009 053 123	A1
DE	10 2019 213 327	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Radaufhängung**

(57) Zusammenfassung: Radaufhängung für ein Fahrzeug Hubfunktion und/oder Niveauregulierung und adaptierbarer Federsteifigkeit, umfassend einen Achskörper mit einem Radträger für die Aufnahme mindestens eines Rades (7) in einem Radträger, Führungselemente für die Führung der Beweglichkeit des Achskörpers in zumindest einem Freiheitsgrad relativ zum Fahrzeugkörper, eine Feder-Dämpfer-Anordnung (6) zwischen mindestens einem ersten Lasteintrittspunkt am Achskörper oder dem Radträger und mindestens einem zweiten Lasteintrittspunkt am Fahrzeugkörper, umfassend ein Federelement und ein Dämpferelement mit je einer Wirkrichtung, wobei jede der beiden Wirkrichtungen nicht senkrecht zu dem Freiheitsgrad ausgerichtet ist, wobei Stellmittel (1, 3, 4, 5) für eine Verschiebung mindestens eines der mindestens einen Lasteintrittspunkte vorgesehen sind, wobei zumindest eine der Wirkrichtungen in einem Schwenkbereich schwenkbar ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Radaufhängung für ein Fahrwerk eines Rad- oder Kettenfahrzeugs, vorzugsweise eines Straßenkraftfahrzeugs mit Hubfunktion und/oder Niveauregulierung und adaptierbarer Federsteifigkeit gemäß dem ersten Patentanspruch.

[0002] Rad- oder Kettenfahrzeugs weisen üblicherweise Fahrwerke mit gefedert und gedämpft beweglichen Radaufhängungen auf. Sie dienen der Beweglichkeit und Führung der auf dem Boden abrollenden Räder relativ zum Fahrzeugkörper, wobei die Räder das Gewicht des Radfahrzeugs (als überwiegend vertikal ausgerichtete Gewichtskraft) auf den Boden weiterleiten. In diesen Radaufhängungen sind die Radlager der Räder integriert. Bei Kettenfahrzeugen werden die Ketten auf diesen Rädern geführt.

[0003] Eine Radaufhängung umfasst als Basis für die Erfindung vorzugsweise die nachfolgend genannten Fahrwerkskomponenten. Ein Achskörper ist schwenkbar am Fahrzeugkörper angebracht, wobei die Schwenkachse je nach Anforderung parallel (bevorzugt bei Pendelachsen z.B. mit Querlenkern oder bei Längslenkerachsen) oder in einem spitzen Winkel (bevorzugt bei Schräglenkerachsen) zum Untergrund verläuft. Führungselemente dienen dabei der Führung der Beweglichkeit, d.h. der Schwenkbarkeit des Achskörpers in zumindest einem Freiheitsgrad relativ zum Fahrzeugkörper. Der Achskörper dient der Aufnahme mindestens eines Radlagers für mindestens ein Rad in einem Radträger an einem schwenkbaren Bereich am Achskörper. Die Führungselemente umfassen in der Regel eine Schwenkachse, meist technisch umgesetzt durch zwei hintereinander fluchtende Achskörperbolzen, die eine Schwenkbarkeit des Achskörpers in genau einem Freiheitsgrad zulassen. Ferner ist eine Feder-Dämpfer-Anordnung, umfassend ein Federelement und ein Dämpferelement, jeweils mit einer Wirkrichtung, zwischen mindestens einem Lasteintrittspunkt am Achskörper und mindestens einem Lasteintrittspunkt am Fahrzeugkörper vorgesehen. Dabei ist keine der genannten Wirkrichtungen senkrecht dem genannten Freiheitsgrad, d.h. der Bewegungsrichtung am Lasteintrittspunkt am Achskörper, ausgerichtet.

[0004] Der genannte Freiheitsgrad bezieht sich im Rahmen der Anmeldung nicht auf die drei Freiheitsgrade des Fahrzeugs insgesamt, sondern auf die möglichen Bewegungsfreiheitsgrade des Achskörpers relativ zum Fahrzeugkörper und beschreibt insbesondere die Schwenkbewegung des Achskörpers.

[0005] Einer ständigen Optimierung der Fahrzeugkonstruktionen geschuldet stehen für die genannten Fahrwerkskomponenten oftmals nur ein beengter

Bauraum im Fahrzeug zur Verfügung, insbesondere dann, wenn neben einem Feder-Dämpfer-System auch eine Hubvorrichtung beispielsweise für eine Niveauregulierung vorgesehen werden soll. Die Hubvorrichtung übernimmt den Zweck des Hebens und Senkens des Fahrzugkörpers, beispielsweise eines Fahrzeugrahmens oder einer (selbsttragenden) Karosserie.

[0006] In der Fahrzeugtechnik sind Feder-Dämpfer-Systeme bekannt, welche durch hydraulische oder pneumatische Federn-Dämpfer-Elemente zusätzlich eine Niveauregulierung ermöglichen.

[0007] DE 10 2016 221 306 A1 beschreibt beispielhaft eine verstellbare Radaufhängung mit einem Achskörper, der um eine Schwenkachse quer zur Fahrtrichtung schwenkbar aufgehängt ist. Auf dem Achskörper ist wiederum eine mit einer Hubvorrichtung schwenk- und verstellbare Schwingen mit einer Aufnahme für das Fahrzeugrad angeordnet. Mit der vorgeschlagenen Radaufhängung kann eine Niveauregulierung als auch Wankstabilisierung erfolgen.

[0008] Davon ausgehend liegt eine Aufgabe der Erfindung darin, eine Radaufhängung so zu gestalten, dass sie neben einer einfachen und robusten Möglichkeit der Niveauregulierung auch eine einfache, aber zugleich zuverlässige und stabile Arretierbarkeit in einem Notfallmodus bietet.

[0009] Eine weitere Aufgabe liegt darin, eine Radaufhängung vorzuschlagen, die neben einer Niveauregulierung auch eine individuelle Einstellbarkeit der Federungs- und/oder Dämpfungseigenschaften ermöglicht.

[0010] Eine weitere Aufgabe liegt in einem Bauraum sparenden Konzept der vorgeschlagenen Radaufhängung.

[0011] Die Aufgaben werden mit einer Radaufhängung mit den Merkmalen des ersten Patentanspruchs gelöst. Unteransprüche, die sich auf diesen beziehen, geben vorteilhafte Ausgestaltungen wieder.

[0012] Zur Lösung wird eine Radaufhängung der eingangs genannten Art vorgeschlagen, bei dem die Ausrichtung des Federelements und/ oder des Dämpferelements mit ihrer jeweiligen Wirkrichtung relativ zum Freiheitsgrad des Achskörpers verstellbar sind. Radaufhängung umfasst folglich die folgenden Komponenten:

a) Achskörper mit Führungselementen:

Ein Achskörper dient der Aufnahme mindestens eines Rades. Es liegt im Rahmen der Erfindung, hierfür auch mehrere parallel wirkende Achskörper vorzusehen, die sich synchron und je nach

Anforderung parallel oder nicht parallel zueinander angeordnet am Fahrzeugkörper in Führungselementen schwenkbar gelagert sind. Über die Schwenkbewegungen der Achskörper ist auch ein Radlagergehäuse (Radträger) geführt schwenkbar, wobei das Rad in der Regel mittelbar über den Radträger und einem Radträgergelenk mit dem Achskörper schwenkbar verbunden ist. Damit erreicht man eine Führung und eine Beweglichkeit des Achskörpers und des Rades relativ zum Fahrzeugkörper in zumindest einem Freiheitsgrad. Der Begriff des Achskörpers umfasst Achslenker, Lenker oder insbesondere die im Kraftfahrzeugbereich geläufigen Dreieckslenker, aber grundsätzlich auch andere gleichwirkende Bauformen, beispielsweise eine Schwinge eines Motorrades, an dem die Erfindung auch grundsätzlich anwendbar ist.

b) Feder-Dämpfer-Anordnung zwischen mindestens einem ersten Lastangriffspunkt am Achskörper und mindestens einem zweiten Lasteintrittspunkt am Fahrzeugkörper:

Diese Anordnung umfasst ein Federelement und ein Dämpferelement, jeweils mit einer Wirkrichtung, wobei jede der Wirkrichtungen nicht senkrecht zu dem Freiheitsgrad (d.h. der Schwenkbewegung des Achskörpers jeweils an den jeweiligen ersten Lasteintrittspunkten des Federelements bzw. des Dämpferelements) ausgerichtet ist. Nur so ist eine vektorielle Aufteilung der Kraft von dem Federelement oder dem Dämpferelement auf den Achskörper einwirkende in einen ersten vektoriellen Anteil parallel zum Freiheitsgrad ungleich Null und einen zweiten vektoriellen Anteil senkrecht zum Freiheitsgrad möglich. Es liegt im Rahmen der Erfindung, anstelle eines Federelements und eines Dämpferelements auch jeweils mehr als ein Federelement und/oder Dämpferelement, jeweils in einer paralleler, serieller und/oder individueller Anordnung zueinander sowie jeweils mit ersten und zweiten Lasteintrittspunkten vorzusehen.

c) Stellmittel für eine Verschiebung mindestens zumindest eines der zweiten Lasteintrittspunkte, vorzugsweise am Fahrzeugkörper:

Mit einer Verschiebung einher geht eine Änderung der Wirkrichtung des Federelements und/oder des Dämpferelements in der Feder-Dämpfer-Anordnung und damit eine Veränderung des ersten vektoriellen Anteils parallel zum Freiheitsgrad der an den jeweiligen ersten Lasteintrittspunkten auf den Achskörper übertragbaren Kraft. Damit lässt sich in vorteilhafter Weise nicht nur die Höhe des Fahrzeugkörpers über der Bodenfläche einstellen, sondern auch

die vektoriellen Kraftanteile von Federung und Dämpfung verschieben.

[0013] Ein wesentliches Merkmal liegt somit in der Möglichkeit des Kippens oder Schwenkes der Wirkrichtungen der Feder-Dämpfer-Anordnung, d.h. des mindestens einen oder bevorzugt genau einen Federelements und/oder des mindestens einen oder bevorzugt genau einen Dämpferelements relativ zu den Freiheitsgraden des jeweiligen ersten Lasteintrittspunktes auf den Achskörper. Damit einher gehen eine Übersetzungsänderung zwischen dem schwenkenden Achskörper und der Feder-Dämpfer-Anordnung. Eine Kraft, die über die Räder und die ersten Lasteintrittspunkte, ggf. auch über einen Umweg über die Achskörper, auf ein Federelement und/oder Dämpferelement übertragen werden, wird je nach Ausrichtung der jeweiligen Wirkrichtung zur Freiheitsgrad an den jeweiligen ersten Lasteintrittspunkten auf den Achskörper individuell übersetzt, wobei die Übersetzung umso höher ausfällt, je näher sich der Winkel zwischen Wirkrichtung und genanntem Freiheitsgrad an einen rechten Winkel nähert. Mit steigender Übersetzung nimmt grundsätzlich die vom Feder- oder Dämpferelement aufzunehmende Kraft zu, der dabei entstehende Ausschlag des Feder- oder Dämpferelements ab.

[0014] Das genannte Übersetzungsverhältnis lässt sich auch über eine Veränderung des Hebelverhältnisses durch eine Verschiebung des oder der ersten Lastangriffspunkte auf dem Achskörper zum Fahrzeugkörper hin oder weg verändern und einstellen. Die Stellmittel sind hierbei zumindest teilweise an dem (im Betrieb schwingenden oder oszillierenden) Achskörper vorzusehen, wobei zur Reduzierung der bewegten Massen vorgeschlagen wird, zumindest motorische Antriebe im Fahrzeugkörper vorzusehen und die Übertragung der Antriebsleistung vom Antrieb zum verschiebbaren Lasteintrittspunkt über Übertragungsmittel wie beispielsweise Bowdenzüge oder Kardanwellen vorzusehen.

[0015] Zur Verstellung von Lasteintrittspunkten auf einer beweglichen Komponente wie z.B. einem schwingenden oder oszillierenden Achskörper oder einem Radträger werden optional Stellmittel mit mehreren Stellmittelteilen vorgeschlagen. Zur Reduzierung der beweglichen Massen wird beispielsweise vorgeschlagen, nur ein Teil dieser Stellmittelteile unmittelbar auf der bewegten Komponente anzuordnen, während man andere Stellmittelteile vorzugsweise an nicht oder weniger bewegten Komponenten, wie z.B. am Fahrzeugkörper anordnet. Beispielsweise werden im Falle von hydraulischen Stellmitteln nur die für eine Verschiebung der Lasteintrittspunkte unmittelbar erforderlichen hydraulischen Stellzylinder direkt auf dem Achskörper oder dem Radträger angeordnet, während sich z.B. eine Hydraulikversorgung und -Steuerung vorzugsweise

auch auf einem nicht oder weniger schwingenden oder oszillierenden Ort des Fahrzeugs (z.B. am Fahrzeugkörper) anordnen und über eine flexible Hydraulikleitung mit den Stellzylindern verbinden ließen. Ebenso ließen sich auch mechanische Stellmittel z.B. in Aktoren, Steuerung und mechanischen Kraftübertragungsmitteln aufteilen, wobei Aktoren und Steuerung an einem weniger schwingenden oder oszillierenden Ort des Fahrzeugs angeordnet ihre Stellbewegung mittels mechanischen Kraftübertragungsmitteln wie vorzugsweise Bowdenzüge, Stellstangen, Wellen oder Seilübertragungsmittel zu den Lasteintrittspunkten übertragen.

[0016] Das Federelement nimmt insbesondere die Gewichtskraft des Fahrzeugkörpers auf und gibt sie an den Achskörper weiter. Mit einer vorgenannten Vergrößerung des Winkels zwischen Wirkrichtung (Wirklinie) des Federelements und des vorgenannten Freiheitsgrads erfolgt bei unveränderten Steifigkeit des Federelements ein stärkeres Einfedern des Federelements, was zu einer Niveauänderung des Fahrzeugaufbaus führt. Damit übernimmt eine Feder-Dämpfer-Anordnung mit variablen Lasteintrittspunkten (vorzugsweise der zweiten, aber grundsätzlich auch ersten Lasteintrittspunkten) neben der Federungs- und Dämpfungsfunktion zusätzlich sowohl die Hubfunktion und/oder die Niveauregulierung. Zusätzlich wird mit einer Verkipfung (vorzugsweise mit einer Verschiebung eines Lasteintrittspunktes) oder Verschiebung (vorzugsweise mit einer Verschiebung beider Lasteintrittspunkte) der Wirkrichtungen die wirksame Steifigkeit eines Federelements auf die auftretenden Lasten und damit die Fahrwerksteifigkeit verändert. Allein hierdurch ist es möglich, mit einer Feder ein breites Band von Lastfällen abzudecken. So ist es beispielsweise möglich, eine Feder auf die maximale Zuladung auszulegen und sie bei geringeren Lasten durch Kippen im optimalen Arbeitsbereich zu überführen.

[0017] Ein Vorteil der beanspruchten Radaufhängung mit einer verstellbaren Feder-Dämpfer-Anordnung liegt in der Realisierbarkeit mehrerer Teilfunktionen (Federung und Dämpfung, Hub, Niveauregulierung) ohne ein Vorhalten oder temporäres Hinzuschalten von zusätzlichen Dämpfer- oder Federelementen oder anderen Zusatzkomponenten. Damit verbunden ist ein Gewichts- und Platzeinsparung.

[0018] Ein weiterer Vorteil liegt in der Realisierbarkeit eines breiten Spektrums von möglichen Belastungssituationen mit einem und demselben Federelement und/oder Dämpfungselement, da die effektive Last auf der Feder mit einer verstellbaren Feder-Dämpfer-Anordnung in einem definierten Lastintervall gehalten werden kann.

[0019] Eine bevorzugte Ausführungsform der Radaufhängung zeichnet sich dadurch aus, dass das Federelement und das Dämpferelement einen gemeinsamen Lasteintrittspunkt und eine gemeinsame Wirkrichtung aufweisen sowie Stellmittel für eine Verschiebung dieses gemeinsamen Lasteintrittspunkts am Fahrzeugkörper vorgesehen sind. Das Feder- und Dämpferelement sind dabei vorzugsweise zu einem Federbein (kein MacPherson-Federbein, da dieses zwingend starr an den Radträger angebunden ist und mit diesem zusammen schwenkbar ist) zusammengefasst und in diesem parallel verschaltet. Weiter bevorzugt ist ein hydraulischer Teleskopstoßdämpfer zwischen zwei Federteleraufnahmen, zwischen denen eine Schraubenfeder eingespannt ist, eingesetzt. Diese Bauform zeichnet sich durch eine besonders platzsparende Ausgestaltung mit nur einem erforderlichen Stellmittel aus.

[0020] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Radaufhängung zeichnet sich dadurch aus, dass das Federelement und das Dämpferelement jeweils einen eigenen Lasteintrittspunkt und jeweils eine eigene Wirkrichtung aufweisen sowie für das Federelement und das Dämpferelement jeweils ein separates Stellmittel für eine Verschiebung des jeweiligen Lasteintrittspunkts am Fahrzeugkörper vorgesehen ist. Federelement und Dämpferelement sind getrennte und in ihrer Wirkrichtung separat schwenkbare Elemente, womit in vorteilhafter Weise auch deren Wirkungen auf die Eigenschaften der Radaufhängung separat beeinflussbar sind. Vorzugsweise ist eine Niveauregulierung ohne eine Änderung der Dämpfungseigenschaften möglich. Andererseits sind auch nur oder überwiegend die Dämpfungseigenschaften in Abhängigkeit z.B. der Fahrbahnunebenheit oder an einen Dämpferverschleiß angepasst individuell einstellbar.

[0021] Davon abgeleitet wird bei einer weiteren bevorzugten Ausführung der Radaufhängung vorgeschlagen, nur das Federelement mit Stellmittel für eine Verschiebung des Lasteintrittspunkts am Fahrzeugkörper auszustatten, während die Dämpferelemente in ihren Wirkrichtungen unveränderbar bleiben. Auf diese Weise lassen sich die Radaufhängungen beispielsweise auch an wechselnde Fahrzeuggewichte, hervorgerufen z.B. durch eine Beladung, anpassen, ohne die Dämpfungseigenschaften zu verändern.

[0022] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Radaufhängung umfassen die Stellmittel eine mittels eines Aktors positionierbare Führungssöse auf einer Führungsschiene. Grundsätzlich ist die Führungsschiene hierzu am Fahrzeugkörper oder am Achskörper angeordnet, wobei jedoch die Stellmittel vorzugsweise nahe der Führungssöse angeordnet werden. Die Achskörper sind jedoch bewegliche Teile, die man bei einem Fahrwerkskon-

zept grundsätzlich im Gewicht zu reduzieren versucht. Insofern ist eine Anordnung der Stellmittel und der Führungsschiene am Fahrzeugkörper vorzuziehen. Die Führungsöse bildet dabei einen Lasteintrittspunkt für mindestens ein Federelement und/oder mindestens ein Dämpferelement, bevorzugt am Fahrzeugkörper.

[0023] Eine Ausgestaltung der vorgenannten Ausführungsform sieht vor, die Führungsschiene geradlinig auszugestalten. Die Ausrichtung dieser ist dabei stets unparallel zu jeder möglichen Wirkrichtung der Feder- und Dämpferelemente, d.h. in jeder Verschiebung in den Schwenkbereichen. Nur so lassen sich die Wirkrichtungen der Feder- und Dämpferelemente in vorteilhafter Weise schwenken. Bei einer parallelen Anordnung von Führungsschiene und Wirkrichtung wäre diese Schwenkung nicht möglich, sondern nur eine Verschiebung eines der Lasteintrittspunkte. Damit ließe sich nur die Vorspannung eines Federelements oder des Arbeitspunkt eines Dämpferelements ändern, nicht aber die Wirkrichtung. Die Führungsschiene ist bei dieser Ausgestaltung vorzugsweise als Ganzes oder zumindest teilweise horizontal ausgerichtet, was mit einer bevorzugt vertikalen Ausrichtung der Wirkrichtungen der Feder- und Dämpferelemente besonders harmonisiert.

[0024] Im Rahmen einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Radaufhängung umfassen die Stellmittel einen Aktor, vorzugsweise einen Linearaktor, für die Verschiebung mindestens eines des mindestens einen (zweiten) Lasteintrittspunkts am Fahrzeugkörper. Als optionale Ausgestaltung werden eine konzeptionelle Zusammenfassung von Führungsschiene und Linearaktor vorgeschlagen.

[0025] Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen, den folgenden Figuren und Beschreibungen näher erläutert. Alle dargestellten Merkmale und deren Kombinationen sind nicht nur auf diese Ausführungsbeispiele und deren Ausgestaltungen begrenzt. Vielmehr sollen diese stellvertretend für weitere mögliche, aber nicht explizit als Ausführungsbeispiele dargestellte weitere Ausgestaltungen kombinierbar angesehen werden. Es zeigen

Fig. 1a und b ein erstes Ausführungsbeispiel eines Teils einer Radaufhängung mit einem Federbein in zwei Positionen sowie

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Teils einer Radaufhängung mit separaten Feder- und Dämpferelementen.

[0026] Die in den Figuren schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele zeigen mit dem Rad 7 (gelagert in einem Radträger), der Feder-Dämpfer-Anordnung (Federbein 6, Federelement 8 und Dämpferelement 10) sowie dem Stellmittel (Aktor 4 und Schubstange 5 für Führungsöse 1 mit Drehgelenk 3

auf Führungsschiene 2) nur einen Teil der Radaufhängung. Da der erste Lasteintrittspunkt, d.h. die Anbindung der Feder-Dämpfer-Anordnung dieser Ausführungsbeispiele am Radträger erfolgt, sind zur besseren Übersicht die Achskörper mit den Führungselementen am Fahrzeugkörper und dem Radträger nicht dargestellt.

[0027] Um die Funktionen Hub, Niveauregulierung sowie der Justierung und Einstellung der Federungs- und Dämpfungseigenschaften technisch platzsparend und einfach zu ermöglichen, werden bei der Erfindung mehrere Mechanismen zusammengefasst. Im Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1a** und b ist das Federbein 6 als Feder-Dämpfer-Anordnung schwenkbar mit dem Radträger des Rades 7 und dem Drehgelenk 3 verbunden. Der Aktor 4 und die Schubstange 5 dienen der Verschiebung und Positionierung der Führungsöse 1 und des auf diese aufgesetzten Drehgelenks 3 auf und entlang der Führungsschiene 2. Führungsschiene und Aktor sind dabei am Fahrzeugkörper befestigt. Das Federbein 6 ist bei maximaler Beladung des Fahrzeuges vorzugsweise senkrecht zur Fahrbahn ausgerichtet (**Fig. 1a**). Durch ein lastbedingtes Einfedern des Federbeins 6 ergibt sich die Höhe h zwischen den beiden Lasteintrittspunkten, d.h. zwischen dem Verbindungsgelenk am Rad 7 bzw. der Führungsschiene 2 zum Federbein 6.

[0028] Für die Umsetzung der Hubfunktion (reine Höhenverstellung des Fahrzeugkörpers) muss der Fahrzeugkörper in der Höhe h absenk- und anhebbar sein. Zum Absenken des Fahrzeugkörpers (vgl. **Fig. 1b**) wird mit dem Aktor 4 die Schubstange 5 bewegt, sodass die Führungsöse 1 entlang der Führungsschiene 2 verschoben wird. Durch das resultierende Kippen der Feder-Dämpfer-Einheit 6 wird die Höhe h verringert. Dem Kippen des Federbeins 6 aus der senkrechten Lage in **Fig. 1a** folgt auch die Wirkrichtung der abstützenden Federkraft. Die nach wie vor vertikale Ausrichtung der aufzunehmenden Gewichtskraft des Fahrzeugs auf dem Boden muss somit durch eine gekippte Feder aufgenommen werden, was zu einer höheren auf die Feder wirkenden resultierenden Kraft führt (Änderung der mechanischen Übersetzung). Durch die höhere durch die Feder aufzunehmende Kraft federt die Feder bei unveränderter Federsteifigkeit stärker ein, was den Abstand zwischen den beiden Lasteintrittspunkten des kontrahierten Federbeins 6 noch verkürzt und die effektive Änderung der Höhe h noch verstärkt. Durch dieses mechanische Zusammenspiel ist, verglichen mit einer rein geometrischen Verschiebung unnachgiebiger Körper, für einen bestimmten Hub ein geringerer Querweg der Führungsöse 1 erforderlich. Ein Anheben des Fahrzeugkörpers erfolgt sinngemäß in umgekehrter Richtung, durch ein Zurückschwenken des Federbeins.

[0029] Eine Niveauregulierung, bei dem der Fahrzeugkörper in Abhängigkeit seiner Beladung oder seines Gesamtgewichts in seiner Höhe h konstant gehalten, angehoben oder abgesenkt wird, funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie die Hubfunktion. Mit einer Beladung des Fahrzeuges steigt die von der Radaufhängung auf den Boden zu übertragenden Gewichtskraft, was ohne eine Maßnahme zu einer Kontraktion des Federbeins 6 und zu einer Reduzierung der Höhe h führt. Um die Höhe h jedoch konstant zu halten, wird vorgeschlagen, das Federbeins 6 entsprechend der aufzunehmenden Kraft geregelt nachzusteuern, wobei bei einer Unterschreitung der Höhe h die Kippung des Federbeins in Richtung der Vertikalen und bei Überschreitung der Höhe h die Kippung in Richtung der Horizontalen erfolgt.

4	Aktor
5	Schubstange
6	Federbein
7	Rad
8	Federelement
9	Federführung
10	Dämpferelement

[0030] Ein weiteres mögliches Ausführungsbeispiel zeigt **Fig. 2**. Er repräsentiert eine Bauform, die sich von der vorgenannten darin unterscheidet, dass das Federelement 8 und das Dämpferelement 10 der Feder-Dämpfer-Anordnung als separate Komponenten insbesondere in ihrer Kippfähigkeit voneinander entkoppelt sind. Im dargestellten Beispiel ist nur das Federelement 8 mit entsprechenden Stellmitteln wie zuvor beschriebenen kippbar gestaltet um Hub und Niveauregulierung zu ermöglichen. Die Führung der Feder zwischen den beiden Lasteintrittspunkten wird durch eine entsprechende kontrahierbare Federführung 9 (z.B. über eine Ausgestaltung als Teleskopführung) gewährleistet. Das Dämpfungselement 10 ist dagegen im Ausführungsbeispiel vertikal eingebaut, ist an kein Stellmittel angebunden und lässt sich folglich auch nicht aktiv schwenken. Der (zweite) Lasteintrittspunkt am oberen Ende des Dämpferelements 10 ist fix und vorzugsweise vertikal oberhalb des Rades am Fahrzeugkörper vorgesehen; die Wirkrichtung des Dämpferelements bleibt damit unveränderbar und bevorzugt vertikal zum Untergrund ausgerichtet. Das jeweils untere Ende des Dämpferelements 10 und des Federelements 8 sind an einem gemeinsamen ersten Lasteintrittspunkt am Radträger des Rades 7 angebunden. Bei maximaler Beladung des Fahrzeuges (vgl. **Fig. 1a**) wird vorgeschlagen, das Federelement ebenfalls durch die Stellmittel in eine vertikale Position einzuschwenken (maximale Federsteifigkeit aufgrund der niedrigen Übersetzung). Beim Absenken der Fahrzeugkörper für die Hubfunktion oder Niveauregulierung wird dagegen das Federelement aus der vertikalen Position heraus gekippt, während das Dämpfungselement in seiner vertikalen Ausrichtung verbleibt (**Fig. 2**).

Bezugszeichenliste

- 1 Führungssäule
- 2 Führungsschiene
- 3 Drehgelenk

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- DE 102016221306 A1 [0007]

Patentansprüche

1. Radaufhängung für ein Fahrzeug mit Hubfunktion und/oder Niveauregulierung und adaptierbarer Federsteifigkeit, umfassend

a) einen Achskörper mit einem Radträger für die Aufnahme mindestens eines Rades (7) in einem Radträger,

b) Führungselemente für die Führung der Beweglichkeit des Achskörpers in zumindest einem Freiheitsgrad relativ zum Fahrzeugkörper,

c) eine Feder-Dämpfer-Anordnung (6, 8, 10) zwischen mindestens einem ersten Lastenritzungspunkt am Achskörper oder dem Radträger und mindestens einem zweiten Lastenritzungspunkt am Fahrzeugkörper, umfassend ein Federelement (6, 8) und ein Dämpferelement (6, 10) mit je einer Wirkrichtung, wobei jede der beiden Wirkrichtungen nicht senkrecht zu dem Freiheitsgrad ausgerichtet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass

d) Stellmittel (1, 3, 4, 5) für eine Verschiebung mindestens eines des mindestens einen Lastenritzungspunkts vorgesehen sind, wobei zumindest eine der Wirkrichtungen in einem Schwenkbereich schwenkbar ist.

2. Radaufhängung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stellmittel (1, 3, 4, 5) für eine Verschiebung nur des zweiten Lastenritzungspunkts am Fahrzeugkörper vorgesehen sind.

3. Radaufhängung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Federelement (8) und das Dämpferelement (10) zu einem Federbein (6) zusammengefasst sind oder gemeinsame Lastenritzungspunkte und eine gemeinsame Wirkrichtung aufweisen sowie die Stellmittel (1, 3, 4, 5) für eine Verschiebung zumindest eines gemeinsamen Lastenritzungspunkts vorgesehen sind.

4. Radaufhängung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Federelement (8) und das Dämpferelement (10) jeweils eigene Lastenritzungspunkte und jeweils eine eigene Wirkrichtung aufweisen sowie für das Federelement und/oder das Dämpferelement jeweils ein separates Stellmittel (1, 3, 4, 5) für eine Verschiebung des jeweiligen Lastenritzungspunkts am Fahrzeugkörper vorgesehen ist.

5. Radaufhängung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass nur das Federelement (8) Stellmittel für eine Verschiebung des zweiten Lastenritzungspunkts am Fahrzeugkörper aufweist.

6. Radaufhängung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stellmittel (1, 3, 4, 5) eine mittels eines Aktors (4) positionierbaren Führungssäule (1) auf einer Führungsschiene (5) umfassen, wobei die Führungssäule

einen Lastenritzungspunkt für mindestens ein Federelement und/oder mindestens ein Dämpferelement bildet.

7. Radaufhängung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungsschiene (5) geradlinig ist und stets unparallel zu jeder der Wirkrichtungen in jeder Verschiebung im Schwenkbereich ausgerichtet ist.

8. Radaufhängung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungsschiene (5) zumindest teilweise horizontal ausgerichtet ist.

9. Radaufhängung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stellmittel (1, 3, 4, 5) einen Aktor (4), vorzugsweise einen Linearaktor, für die Verschiebung mindestens eines des mindestens einen zweiten Lastenritzungspunkts am Fahrzeugkörper umfassen.

10. Radaufhängung nach einem der vorgenannten Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stellmittel (1, 3, 4, 5) einen hydraulischen Aktor, einen hydraulischen Stellzylinder für die Verschiebung mindestens eines Lastenritzungspunkts sowie eine Hydraulikleitung dazwischen umfasst.

11. Radaufhängung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der hydraulische Aktor am Fahrzeugkörper angebracht ist und der Stellzylinder für die Verschiebung mindestens eines des mindestens einen ersten Lastenritzungspunkts auf dem Achskörper angeordnet ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1a

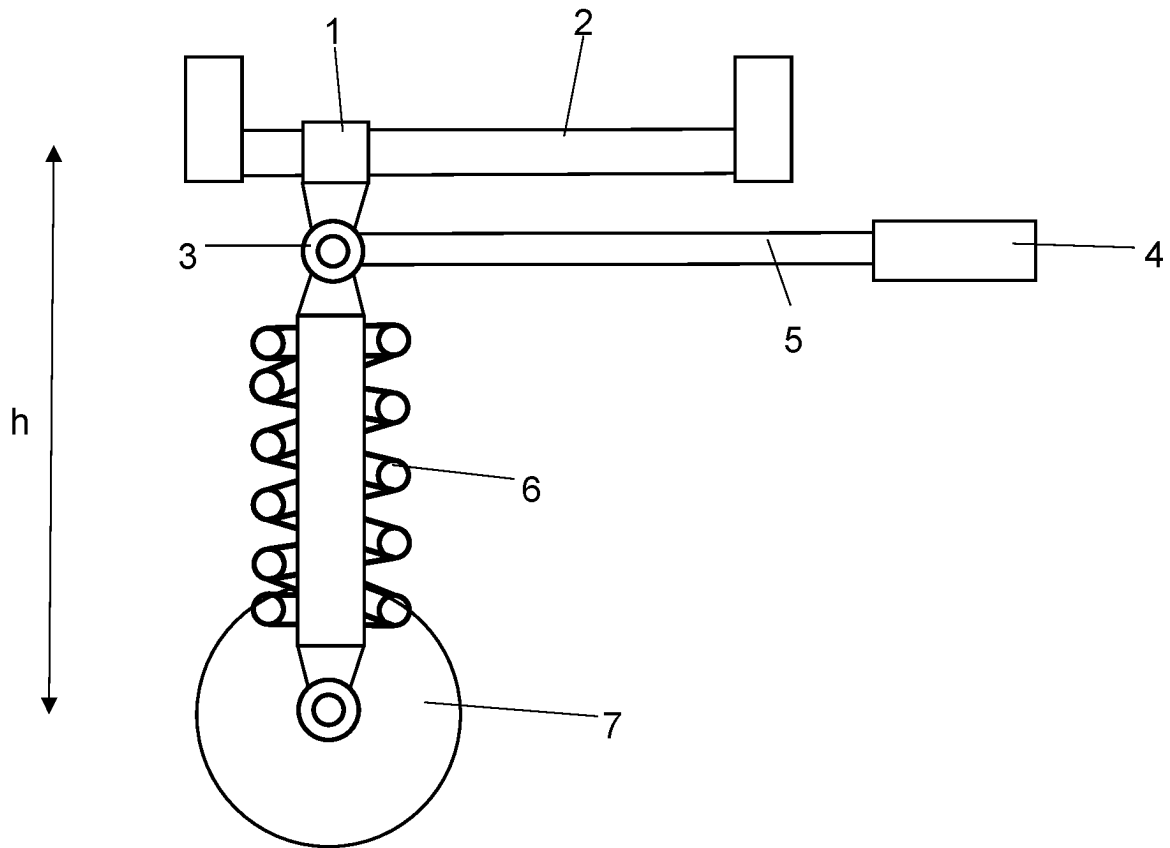


Fig. 1b

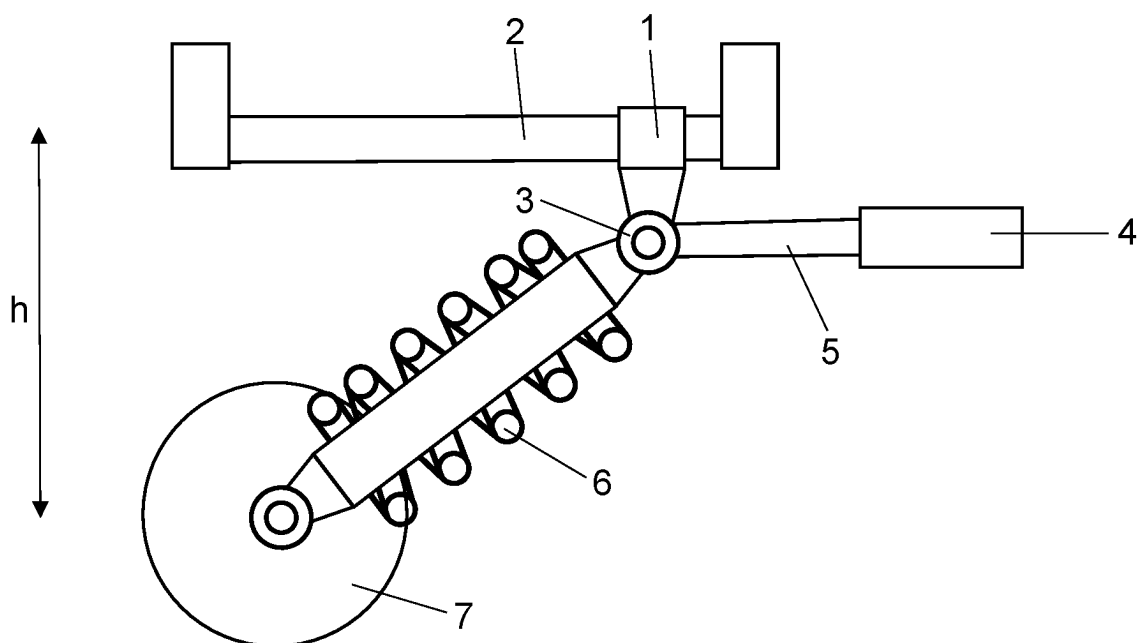


Fig. 2

