

(19)



Deutsches
Patent- und Markenamt



(10) **DE 10 2009 047 100 A1** 2011.05.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 047 100.6**

(51) Int Cl.: **B60G 17/027 (2006.01)**

(22) Anmeldetag: **25.11.2009**

(43) Offenlegungstag: **26.05.2011**

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

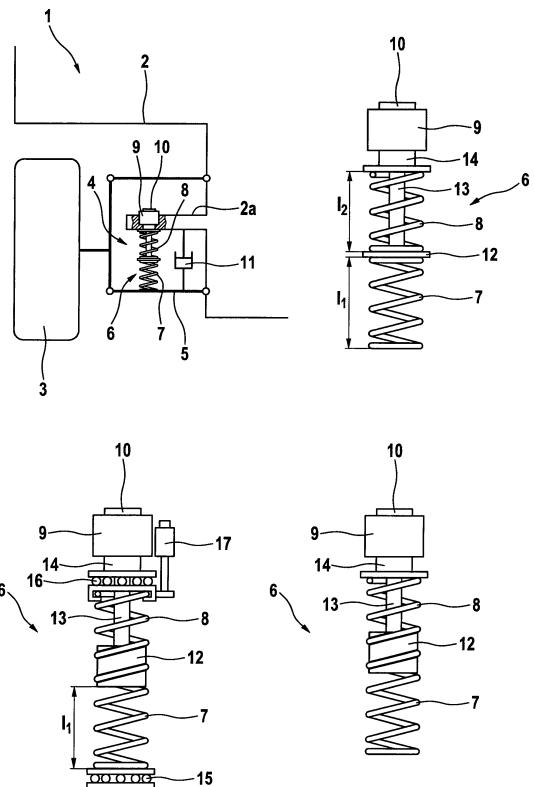
(72) Erfinder:

Baumann, Dietmar, 71282 Hemmingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Radaufhängung für ein Fahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Eine Radaufhängung für ein Fahrzeug weist ein Federsystem und eine Stelleinrichtung zwischen einem Fahrzeugrad und dem Fahrzeugaufbau auf, wobei die Stelleinrichtung einen Aktuator und eine Haltekupplung umfasst und der Aktuator ein Kontaktelement betätigt, das das Federsystem in zwei Federabschnitte unterteilt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Radaufhängung für ein Fahrzeug nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] In der EP 0 982 162 A2 wird ein Radmodul beschrieben, welches zur Schwingungsreduzierung innerhalb der Felge des Rades einen passiven Schwingungstilger aufweist, dessen Masse etwa gleich groß ist wie die Summe der ungefederten Massen. Das Radmodul ist über einen elektrischen Linearmotor mit dem Fahrzeugaufbau verbunden, der beim Einfedern zur Energiegewinnung im Generatorbetrieb betrieben werden kann. Aufgrund des passiven Schwingungstilgers weist diese Ausführung eine hohe Masse auf, außerdem ist ein verhältnismäßig großer konstruktiver Aufwand erforderlich.

[0003] Des Weiteren sind unter dem Begriff Active Body Control teilaktive Radaufhängungen mit einem Federelement und einem parallel geschalteten Dämpfungselement zwischen Rad- und Fahrzeugaufbau bekannt, wobei der Fußpunkt des Federelementes über einen Hydraulikzylinder verstellbar ist. Mit dieser Radaufhängung sollen niederfrequenten Aufbaubewegungen ausgeglichen werden können. Auch diese Ausführung setzt jedoch einen relativ großen baulichen Aufwand sowie eine umfangreiche Sensorik voraus.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Radaufhängung für ein Fahrzeug, die mit einer Stelleinrichtung zur Veränderung der Federeigenschaften versehen ist, konstruktiv einfach auszugestalten.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die Unteransprüche geben zweckmäßige Weiterbildungen an.

[0006] Über die erfindungsgemäße Radaufhängung, die ein Federbein bildet, sind Kräfte zwischen dem Fahrzeugrad und dem Fahrzeugaufbau bzw. der -karosserie übertragbar. Die Radaufhängung, die radseitig insbesondere mit einem Achslenker verbunden ist, umfasst ein Federsystem sowie eine Stelleinrichtung, die mit einem Aktuator und einer Haltekupplung versehen ist. Der Aktuator betätigt ein Kontaktelement, das das Federsystem in zwei Abschnitte unterteilt, wobei das Kontaktelement sich im ausgekuppelten Zustand der Haltekupplung im kräftefreien Modus und im eingekuppelten Zustand im Kraftübertragungsmodus befindet. Über das Kontaktelement ist

die wirksame Federlänge des Federsystems einstellbar.

[0007] Das Federsystem umfasst somit mindestens zwei in Reihe geschaltete Federabschnitte, die im ausgekuppelten Zustand, in denen das Kontaktelement ohne Wirkung ist, die wirksame Gesamtlänge des Federsystems bestimmen. Hierbei kommen sowohl Ausführungen in Betracht, in denen eine einzige, durchgehende Feder von dem Kontaktelement in zwei Teilabschnitte unterteilt wird, als auch Ausführungen mit zwei in Reihe geschalteten Einzelfedern, zwischen denen das Kontaktelement angeordnet ist.

[0008] Im eingekuppelten Zustand ist das Kontaktelement mit dem Aktuator verbunden und kann von diesem in eine gewünschte Zielposition verstellt werden, wobei sowohl eine Drehbewegung des Kontaktelementes als auch eine Längenverschiebung oder eine Kombination beider Bewegungen in Betracht kommt. Im eingekuppelten Zustand befindet sich das Kontaktelement im Kraftübertragungsmodus, so dass das Kontaktelement einen Fußpunkt des Federsystems bildet und die wirksame Gesamtlänge des Federsystems im eingekuppelten Zustand reduziert ist. Im ausgekuppelten Zustand werden dagegen über das Kontaktelement keine Kräfte übertragen, so dass die wirksame Gesamtlänge des Federsystems von den stirnseitigen Federenden bestimmt wird.

[0009] Diese Radaufhängung zeichnet sich durch eine einfache und kompakte Bauweise aus sowie durch vielfältige Einstellmöglichkeiten und eine geringe Energieaufnahme. Der Aktuator und die Haltekupplung können an einem stirnseitigen Ende des Federsystems angeordnet sein, und zwar sowohl benachbart zum Fahrzeugaufbau als auch im Bereich des Radlenkers. Das Kontaktelement, das das Federsystem in zwei Federabschnitte unterteilt, beansprucht keinen zusätzlichen axialen Bauraum, sondern befindet sich innerhalb des Federsystems.

[0010] Je nach Einstellung der Haltekupplung und des Aktuators sind verschiedene Betriebsmodi möglich. Bei geöffneter Haltekupplung und stromlos geschaltetem Aktuator ist das Kontaktelement kräftefrei und beeinflusst die Feder nicht, so dass die ursprüngliche Federrate und die Gesamtlänge der Feder zum Tragen kommen. Diese Betriebsweise kann auch als Komfortmodus bezeichnet werden, in der eine verhältnismäßig kleine Federrate ein weiches Schwingungsverhalten ermöglicht. Die Stelleinrichtung befindet sich im passiven Zustand, es ist keine Energieaufnahme erforderlich.

[0011] Bei geschlossener Haltekupplung, jedoch unbestromtem Aktuator wird die Position des Kontaktelementes fixiert bzw. arretiert, wodurch die wirksame Federlänge reduziert wird. Das Schwingungsverhalten wird von dem Federabschnitt bestimmt, der

zwischen dem Kontaktelement und der dem Kontaktelement gegenüberliegenden Federstirnseite liegt. Die Reduzierung der wirksamen Federlänge führt zu einer vergrößerten Federsteifigkeit und damit zu einer Verhärtung; diese Betriebsweise kann auch als Sportmodus bezeichnet werden. Der zweite Federabschnitt zwischen dem Kontaktelement und der Haltekupplung bzw. dem Aktuator leistet aufgrund der Arretierung des Kontaktelementes keinen Beitrag mehr zum Schwingungsverhalten. Durch die Verkürzung der wirksamen Länge des Federsystems werden die bei einer vorgegebenen Belastung entstehenden Einfederwege verringert. Auch im Sportmodus ist keine Energieaufnahme für den Aktuator erforderlich.

[0012] Zur Niveauregulierung wird der Aktuator bei geöffneter Haltekupplung bestromt und die axiale Position des Kontaktelementes verändert, so dass das Längenverhältnis vom wirksamen zum unwirksamen Teil im Federsystem geändert wird. Dies kann zur Konstanthaltung der Fahrzeughöhe bei einer Beladungsänderung oder zu einer gewünschten Höheneinstellung genutzt werden. Des Weiteren können durch Fahrmanöver induzierte Nickwinkel ausgeglichen werden. Für die Funktion der Niveauregulierung genügt ein Aktuator mit kleiner Leistung, da die Höheneinstellung verhältnismäßig langsam durchgeführt werden kann. Nach Abschluss der Niveaueinstellung wird die Haltekupplung geschlossen, so dass die Fahrzeughöhe ohne weitere Leistungsaufnahme des Aktuators gehalten werden kann. Zur Erzielung eines sportlicheren Fahrverhaltens kann das Fahrzeugniveau abgesenkt werden, um beispielsweise bei schneller Fahrweise eine Verbesserung des Luftwiderstandsbeiwerts zu erreichen. Um die Bodenfreiheit zu erhöhen, ist eine Anhebung des Fahrzeugniveaus möglich.

[0013] In einem weiteren Betriebsmodus wird die Stelleinrichtung im Fahrbetrieb fortlaufend betätigt, um ein teilaktives bzw. aktives Fahrwerk zu erhalten. Über die Verstellung des Aktuators wird ein das Federungsverhalten bestimmender Parameter des Federsystems geändert, beispielsweise der Federfußpunkt fortlaufend verstellt, was radindividuell durchgeführt werden kann. Im teilaktiven Betrieb wird durch Auskuppeln der Haltekupplung der Federabschnitt zwischen dem Kontaktelement und dem Aktuator bzw. der Haltekupplung aktiviert, so dass dieser Federabschnitt unterstützend zum Federungsverhalten beiträgt.

[0014] Aufgrund der radindividuellen Einstellmöglichkeit können verschiedenartige, stationäre bzw. quasistationäre oder dynamische Eingriffe durchgeführt werden, und zwar sowohl die Vertikal- als auch die Querdynamik und gegebenenfalls auch die Längsdynamik betreffend. Beispielsweise können zur Wankstabilisierung zur Verringerung des Wankwin-

kels die Aktuatoren an den kurvenäußeren Rädern bestromt werden, um auf der kurvenäußeren Fahrzeugseite ein härteres Federungsverhalten einzustellen. Auf der kurveninneren Seite können gegebenenfalls durch Anpassung der Längenverhältnisse im Federsystem die wirksamen Federwege verlängert und damit ein weiches Federungsverhalten eingestellt werden.

[0015] Die Haltekupplung ist gemäß einer vorteilhaften Ausführung im stromlosen Zustand geöffnet bzw. ausgekuppelt, so dass das Kontaktelement wirkungslos ist und keine Federverkürzung erzeugt. Somit wird das Fahrzeug im Falle eines Bordnetzausfalls im Komfortmodus betrieben.

[0016] Grundsätzlich möglich ist aber auch eine stromlos geschlossene Haltekupplung, so dass das System bei einem Energieausfall in den Sportmodus schaltet.

[0017] Es kommen sowohl einteilige als auch zweiteilige bzw. mehrteilige Federsysteme in Betracht. Gemäß einer ersten Ausführungsvariante umfasst das Federsystem zwei in Reihe geschaltete Einzelfedern, zwischen denen das Kontaktelement liegt, das die Funktion eines Federtellers hat, an welchem sich die zugewandten stirnseitigen Enden der Einzelfedern abstützen. Der Federteller wird bei geschlossener Haltekupplung über den Aktuator verstellt, wodurch die Längenanteile der Einzelfedern eingestellt werden können. Bei geschlossener Haltekupplung und nicht bestromtem Aktuator ist nur eine Einzelfeder aktiv, da das Kontaktelement arretiert ist, bei geöffneter Haltekupplung sind dagegen beide in Reihe geschaltete Einzelfedern an der Kraftübertragung beteiligt.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante umfasst das Federsystem eine einteilige Tragfeder, die von dem Kontaktelement in zwei Federabschnitte unterteilt wird. Grundsätzlich kommen bei dieser Ausführungsvariante die gleichen Betriebsmodi und sonstigen Einstellmöglichkeiten wie bei einem Federsystem mit zwei Einzelfedern in Betracht.

[0019] Die Federn des Federsystems bestehen zweckmäßigerweise sowohl in der einteiligen als auch in mehrteiligen Ausführungsvariante aus Schrauben- bzw. Spiralfedern, was den Vorteil aufweist, dass das Kontaktstück und außerdem eine Spindel bzw. Stange, welche das Kontaktstück mit dem Aktuator verbindet, im Federinnern geführt werden kann, wodurch eine besonders kompakte, raumsparende Ausführung gegeben ist. In die Mantelfläche des Kontaktelementes können Nuten eingebracht sein, in denen die Federwicklungen der spiralförmigen Tragfeder, die Bestandteil des Federsystems ist, geführt sind.

[0020] Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante ist ein zweiter Aktuator vorgesehen, der das Federsystem zusätzlich zum ersten Aktuator beaufschlagt. Über den zweiten Aktuator ist eine weitere Einstellmöglichkeit gegeben, insbesondere dergestalt, dass über die Aktuatoren die Federabschnitte bzw. die Einzelfeder im Federsystem in unterschiedlicher Richtung beaufschlagt werden. So ist es insbesondere zweckmäßig, dass über den ersten Aktuator das Kontaktelement axial translatorisch verschoben wird, wohingegen über den zweiten Aktuator die Feder um die Federachse bzw. die Wirklinie der Feder verdreht werden kann, wodurch sich die Vorspannung des schwingfähigen Federabschnitts verändert. In Kombination mit einem Kontaktelement, das mit Nuten in der Mantelfläche zur Aufnahme der Federwicklung der Feder versehen ist, führt die auf die Feder wirkende Drehbewegung zu einem Ein- bzw. Ausdrehen der Federwicklungen in den schwingfähigen Federabschnitt hinein bzw. aus diesem heraus. Dadurch ändert sich die Anzahl der schwingfähigen Federwicklungen im schwingfähigen Federabschnitt und hiermit einhergehend die Federvorspannung bzw. die Federrate. Bei einer geringeren Anzahl von schwingfähigen Federwicklungen sind die Einfederwege entsprechend verkürzt.

[0021] Während des Verdrehvorgangs kann die Haltekupplung des ersten Aktuators geöffnet oder geschlossen sein. Im geöffneten Zustand kann das Kontaktelement axial verschoben werden, wobei die Drehbewegung, welche über den zweiten Aktuator erzeugt wird, zu einer Verlängerung bzw. Verkürzung des schwingfähigen Federabschnittes führt. Bei geschlossener Haltekupplung wird die Anzahl der schwingfähigen Wicklungen wie vorbeschrieben verändert.

[0022] Um die Drehbewegung in das Federelement einleiten zu können, ist zweckmäßigerweise zumindest derjenige Fußpunkt des Federsystems drehbar gelagert, an dem die Drehbewegung über den zweiten Aktuator erzeugt wird. Nach Beendigung der Drehbewegung wird der zweite Aktuator vorteilhafterweise arretiert, um den Federfußpunkt festzusetzen. Sofern auch der gegenüberliegende Federfußpunkt drehbar gelagert ist, wird bei einer Drehbewegung und zugleich geöffneter Haltekupplung des ersten Aktuators die schwingungsfähige Federlänge verändert.

[0023] Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante sind die Federfußpunkte des Federsystems nicht drehbar gelagert, sondern fest angebunden, wobei jedoch die Haltekupplung in eine weitere Stellung gebracht werden kann, bei der der Motoranker des zweckmäßigerweise als Elektromotor ausgeführten Aktuators über eine Spindel unmittelbar mit dem Kontaktelement gekoppelt werden kann, so dass bei einer Betätigung des Aktuators das Kontaktelement ge-

dreht wird. Dies führt zu einer Positionsänderung des Kontaktelements in der Tragfeder bei gleichzeitiger Veränderung des Fahrzeugniveaus. Das Fahrzeugniveau kann außerdem dadurch auf ein gewünschtes Niveau gebracht werden, dass die Haltekupplung in den geöffneten Zustand geschaltet wird und die Spindel gegen Verdrehung gesichert wird. Wird der Aktuator betätigt, erfolgt eine axiale, translatorische Verschiebung des Kontaktelements.

[0024] Es können verschiedenartige Aktuatortypen verwendet werden, insbesondere Elektromotoren, aber auch elektromagnetische Stelleinrichtungen sowie piezoelektrische Antriebe, hydraulische oder pneumatische Aktuatoren. Des Weiteren ist zweckmäßig zwischen dem Aktuator und dem Kontaktelement ein Getriebe zwischengeschaltet, beispielsweise ein Spindeltrieb oder ein Stirnrad-/Zahnstangengetriebe.

[0025] Des Weiteren kann es zweckmäßig sein, zur Reduzierung von Formänderungsarbeit der Feder, welche bei einer Verschiebung des Kontaktelements aufgrund des Führens der Federwicklung in den Nuten erforderlich ist, die Anzahl der Kontaktpunkte innerhalb einer Windung der Feder mit dem Kontaktelement zu begrenzen, beispielsweise auf drei Kontaktpunkte, oder das Kontaktelement über ein Kugelenk an die Spindel zu koppeln, über die das Kontaktelement zu verschieben ist. Möglich ist es auch, das Kontaktelement aus elastischem Material oder im Bereich der die Federwicklungen aufnehmenden Nuten mit elastischen Elementen zu versehen.

[0026] Weitere Vorteile und zweckmäßige Ausführungen sind den weiteren Ansprüchen, der Figurenbeschreibung und den Zeichnungen zu entnehmen. Es zeigen:

[0027] [Fig. 1](#) eine Darstellung eines Fahrwerks mit einer Federaufhängung zwischen einem Radlenker eines Fahrzeuggrads und dem Fahrzeugaufbau,

[0028] [Fig. 2](#) eine vergrößerte Darstellung der Rad-aufhängung aus [Fig. 1](#),

[0029] [Fig. 3](#) eine Radaufhängung in einer Ausführungsvariante,

[0030] [Fig. 4](#) eine weitere Ausführungsvariante der Radaufhängung.

[0031] In den Figuren sind gleiche Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0032] In [Fig. 1](#) ist in schematischer Weise ein Kraftfahrzeug **1** mit einem Fahrzeugaufbau **2** und einem Fahrzeuggrad **3** dargestellt, das über eine Radaufhängung **4** mit dem Fahrzeugaufbau **2** verbunden ist. Die Radaufhängung **4** umfasst ein Federsystem **6**,

welches einenends an einem Radlenker **5** und anderenends an einem Aufbauabschnitt **2a** des Fahrzeugaufbaus **2** angebunden ist. Die Radaufhängung **4** umfasst zusätzlich zu dem Federsystem **6** ein parallel angeordnetes, passiv ausgeführtes Dämpfungselement **11**.

[0033] Das Federsystem **6** besteht, wie [Fig. 1](#) in Verbindung mit [Fig. 2](#) zu entnehmen, aus zwei in Reihe geschalteten Federabschnitten **7** und **8**, die in diesem Ausführungsbeispiel als Einzelfedern ausgeführt sind. Zwischen den Federabschnitten **7** und **8** befindet sich ein Federteller **12**, der ein Kontaktelement bildet, wobei an dem Federteller **12** die einander zugewandten Fußpunkte der Federabschnitte **7** und **8** abgestützt sind. Der Federteller **12** ist über einen Aktuator **9** zu verstellen, der im Ausführungsbeispiel am Fahrzeugaufbau **2** im Bereich des Aufbauabschnittes **2a** abgestützt ist und den Federteller **12** über eine Spindel oder Stange **13** und ein Getriebe **14** axial verstellt, wobei das Getriebe **14** als Reduktionsgetriebe ausgeführt ist. Bei einer Betätigung des Aktuators **9** ist somit der Federteller **12** axial in der Höhe verstellbar, wodurch sich die Federlängen l_1 und l_2 des unteren Federabschnittes **7** bzw. des oberen Federabschnittes **8** und damit auch das Längenverhältnis der Federabschnitte ändert.

[0034] Die Federabschnitte **7** und **8** sind jeweils als Spiralfedern ausgeführt, die Stange bzw. Spindel **13** ist im Innern des oberen Federabschnittes **8** geführt.

[0035] Des Weiteren ist eine Haltekupplung **10** vorgesehen, die sich an dem Aktuator **9** abstützt und zwischen einem eingekuppelten Zustand, in welchem der Federteller **12** arretiert ist und einem ausgekuppelten Zustand zu verstellen ist, in welchem der Federteller **12** kräftefrei ist und sich bei einer Federbewegung der Federabschnitte **7** und **8** mitbewegt.

[0036] Bei geöffneter bzw. ausgekuppelter Haltekupplung **10** und stromlos geschaltetem Aktuator **9** werden keine Kräfte in den Federteller **12** eingeleitet. Die Federung wird durch die beiden in Reihe geschalteten Federabschnitte **7** und **8** gebildet, wobei sich die Gesamtfederrate des Federsystems aus dem Verhältnis des Produktes zur Summe der Einzelfederraten berechnet.

[0037] Bei geschlossener Haltekupplung **10** und unbestromtem Aktuator **9** ist die Position des Federtellers **12** fixiert, so dass der Abschnitt l_2 konstant ist und der zweite Federabschnitt **8** nicht mitfedern kann. Der zweite Federabschnitt **8** leistet keinen Beitrag zur Fahrzeugfederung, die ausschließlich über den ersten Federabschnitt **7** erfolgt. Dementsprechend ist die Federrate des Federsystems identisch mit der Federsteifigkeit des Federabschnittes **7**.

[0038] Zur Niveauregulierung wird der Aktuator **9** bei geöffneter Haltekupplung **10** bestromt, um die Länge l_2 zu verändern. Dies kann beispielsweise zur Konstanthaltung der Fahrzeughöhe bei einer Änderung des Beladungszustandes oder zur gezielten Höheneinstellung genutzt werden. Des Weiteren können durch bestimmte Fahrmanöver induzierte Nickwinkel ausgeglichen werden. Grundsätzlich ist für die Niveauregulierung ein Aktuator mit verhältnismäßig kleiner Leistung ausreichend, da die Einstellung der Höhe langsam durchgeführt werden kann. Nach dem Abschluss der Niveaueinstellung wird die Haltekupplung geschlossen, wobei die Fahrzeughöhe ohne weitere Leistungsaufnahme des Aktuators gehalten werden kann.

[0039] Zur Realisierung eines teilaktiven Fahrwerks wird durch Betätigung des Aktuators **9** bei geöffneter Haltekupplung **10** die Länge l_2 des Federabschnittes **8** fahrsituationsabhängig verändert, wobei mit der in den Federteller **12** eingeleiteten Kraft aktiv oder radindividuell in die Fahrzeugfederung eingegriffen wird. Der Federabschnitt **2** wirkt bei der Ausfederung des Rades unterstützend.

[0040] Über eine radindividuelle Einstellung der Radaufhängungen durch Betätigung der Aktuatoren bzw. Haltekupplungen sind sowohl statische bzw. quasistatische als auch dynamische Eingriffe in das Fahrverhalten möglich, beispielsweise Wankstabilisierungen.

[0041] In [Fig. 3](#) ist eine Ausführungsvariante des Federsystems **6** dargestellt. Das Federsystem **6** umfasst eine einteilig ausgebildete Feder mit zwei axial hintereinander liegenden Federabschnitten **7** und **8**, die von dem Kontaktelement **12** separiert sind, das über die Spindel bzw. Stange **13** von dem Aktuator **9** in Achsrichtung zu verstellen ist. Grundsätzlich erlaubt die Ausführung gemäß [Fig. 3](#) die gleichen Einstellmöglichkeiten wie im vorangegangenen Ausführungsbeispiel gemäß den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#). Bei geöffneter Haltekupplung **10** und stromlos geschaltetem Aktuator **9** trägt die Feder mit beiden Federabschnitten **7** und **8** zum Schwingungsverhalten bei. Bei geschlossener Haltekupplung **10** und unbestromtem Aktuator **9** wird dagegen die aktuelle Länge des zweiten Federabschnittes **8** fixiert, indem das Kontaktelement **12** in seiner axialen Position arretiert wird, so dass der Federabschnitt **8**, der den oberen Teil der Feder bildet, keine Schwingungsbewegung durchführen kann. Das Schwingungsverhalten wird allein über den unteren Federabschnitt **7** bestimmt, der frei schwingen kann.

[0042] Auch die weiteren Einstellmöglichkeiten wie beispielsweise Niveauregulierung oder teilaktives Fahrwerk sind in gleicher Weise wie beim vorangegangenen Ausführungsbeispiel gegeben.

[0043] Das Kontaktelement **12** ist zylindrisch ausgeführt und weist an seinem Außenmantel Nuten auf, die den Federwicklungen der spiralförmigen Feder des Federsystems entsprechen. Die Federwicklungen sind in die Nuten eingesetzt, so dass in Achsrichtung ein Formschluss zwischen dem Kontaktelement **12** und den Federwicklungen des Federelements gegeben ist.

[0044] Im Unterschied zum vorangegangenen Ausführungsbeispiel ist das Federsystem **6** im Bereich beider axialen Stirnseiten über Lager **15** und **16** drehbar um die Federlängsachse gelagert. Des Weiteren ist ein zweiter Aktuator **17** vorgesehen, der insbesondere ebenfalls als Elektromotor ausgeführt ist und über den benachbart zum oberen Lager **16** eine Drehbewegung um die Federlängsachse in das Federsystem eingeleitet werden kann.

[0045] Während des Stellvorgangs bei Betätigung des zweiten Aktuators **17** ist die Haltekupplung **10** geöffnet, so dass das Kontaktelement **12** axial verstellbar ist. Der Aktuator **9** bleibt während dieses Vorgangs zweckmäßigerweise stromlos.

[0046] Da das Kontaktelement **12** über die Stange **13** lediglich axial verschieblich ist, jedoch nicht um die Federlängsachse rotieren kann, wird bei einer über den zweiten Aktuator **17** eingeleiteten Drehbewegung die Position des Kontaktelementes **12** zwischen den Federabschnitten **7** und **8** verschoben, indem die Federwicklungen in den Nuten des Kontaktelementes entlang gleiten. Auf diese Weise kann auch über den zweiten Aktuator **17** das Längenverhältnis zwischen den Federabschnitten **7** und **8** eingestellt werden.

[0047] Bei geschlossener Haltekupplung **10** bewirkt die Einleitung der Drehbewegung bei Betätigung des zweiten Aktuators **17**, dass die federnde Länge und damit die Federrate des Federabschnitts **7** verändert wird. Hierbei wird auch das Längenverhältnis der beiden Federabschnitte **7** und **8** zueinander verändert.

[0048] Des Weiteren ist auch eine Ausführung mit nur einem oben liegenden Lager **16** benachbart zu den Aktuatoren **9** und **17** möglich, wobei der gegenüberliegende Fußpunkt des Federelementes fest mit dem Radlenker gekoppelt ist.

[0049] Das Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 4** umfasst ebenfalls ein einteiliges Federelement, das über das Kontaktelement **12** in zwei Federabschnitte **7** und **8** unterteilt ist, wobei das Kontaktelement **12** bei geöffneter Haltekupplung **10** von dem Aktuator **9** axial verschieblich ist.

[0050] Im Unterschied zu den vorangegangenen Ausführungsbeispielen weist die Haltekupplung **10** eine dritte Stellung auf, bei der die Spindel **13** mit

dem Kontaktstück **12** direkt an den Motoranker des Aktuators **9** angekuppelt ist. Zur Einstellung der Federrate wird die Haltekupplung in diese dritte Stellung überführt und das Kontaktstück **12** durch den Aktuator **9** um die Federlängsachse verdreht. Dies führt zu einer Änderung der Position des Kontaktstücks **12** im Federsystem bei gleichzeitiger Veränderung des Fahrzeugniveaus. Anschließend wird die Haltekupplung **10** in den geöffneten Zustand geschaltet und die Spindel **13** gegen Verdrehung gesichert. Durch Bestromung des Aktuators **9** wird das Fahrzeugniveau auf das gewünschte Niveau eingestellt.

[0051] Im Übrigen sind die gleichen Betriebsweisen wie beim ersten Ausführungsbeispiel möglich.

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

- EP 0982162 A2 [[0002](#)]

Patentansprüche

1. Radaufhängung für ein Fahrzeug, mit einem Federsystem (6) und einer Stelleinrichtung zwischen einem Fahrzeugrad (3) und dem Fahrzeugaufbau (2), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stelleinrichtung einen Aktuator (9) und eine Haltekupplung (10) umfasst, die zwischen einem eingekuppelten und einem ausgekuppelten Zustand verstellbar ist, wobei der Aktuator (9, 17) ein Kontaktelement (12) betätigt, das das Federsystem (6) in zwei Federabschnitte (7, 8) unterteilt und das sich im ausgekuppelten Zustand im kräftefreien Modus und im eingekuppelten Zustand im Kraftübertragungsmodus befindet, und dass über das Kontaktelement (12) die wirksame Federlänge bzw. die Federsteifigkeit des Federsystems (6) einstellbar ist.

2. Radaufhängung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (9) und die Haltekupplung (10) mit dem Federsystem (6) in Reihe geschaltet sind, wobei die Federkraft über das Gehäuse des Aktuators (9) bzw. der Haltekupplung (10) geleitet wird.

3. Radaufhängung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Kontaktelement (12) von dem Aktuator (9) in Richtung der Wirklinie des Federsystems (6) verstellbar ist.

4. Radaufhängung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Kontaktelement (12) von dem Aktuator (9) verdrehbar ist.

5. Radaufhängung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Federsystem (6) zwei in Reihe geschaltete Einzelfedern umfasst, die die Federabschnitte (7, 8) bilden und die sich an dem zwischen liegenden, als Federteller ausgebildeten Kontaktelement (12) abstützen.

6. Radaufhängung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Federsystem (6) eine einteilig ausgeführte Tragfeder umfasst und das Kontaktelement (12) in der Tragfeder angeordnet ist und diese in zwei Federabschnitte (7, 8) unterteilt.

7. Radaufhängung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass in das Kontaktelement (12) Nuten eingebracht sind, in denen Federwicklungen der Tragfeder geführt sind.

8. Radaufhängung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Aktuator (17) vorgesehen ist, der das Federsystem (6) zusätzlich zum ersten Aktuator (9) beaufschlagt.

9. Radaufhängung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Aktuator (17) das Federsystem (6) um die Wirklinie verdreht.

10. Radaufhängung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Fußpunkte des Federsystems (6) drehbar gelagert sind.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

