



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 38 657 A1** 2004.03.18

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 38 657.9**
(22) Anmeldetag: **23.08.2002**
(43) Offenlegungstag: **18.03.2004**

(51) Int Cl.7: **B60G 23/00**

(71) Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

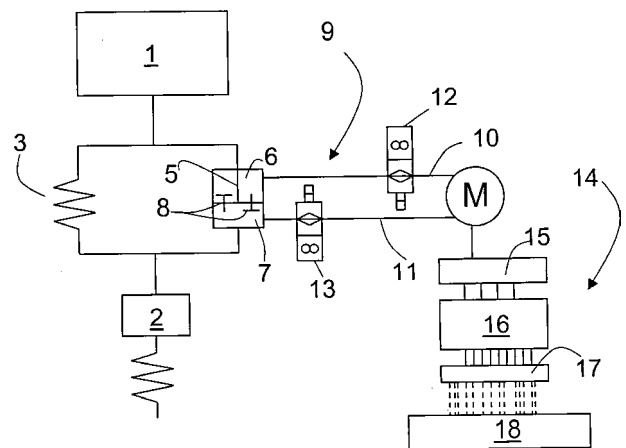
(72) Erfinder:
**Bidlingmaier, Michael, Dipl.-Ing. (FH), 73525
Schwäbisch Gmünd, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Fahrzeugfederung und Verfahren zum Betreiben einer Fahrzeugfederung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Fahrzeugfederung für Kraftfahrzeuge mit einem Dämpfer (4), wobei der Dämpfer (4) im Inneren einen ersten Teilraum (6) und einen zweiten Teilraum (7) aufweist. Der erste Teilraum (6) ist mit dem zweiten Teilraum (7) durch einen Hydraulikkreislauf (9) verbunden. Dem ersten Teilraum (6) ist in einem ersten Teilzweig (10) des Hydraulikkreislaufs (9) ein erstes Schaltventil (12) zugeordnet, während dem zweiten Teilraum (7) in einem zweiten Teilzweig (11) des Hydraulikkreislaufs (9) wahlweise ein zweites Schaltventil (13) zugeordnet sein kann. Der Volumenstrom eines Hydraulikmediums wird in Abhängigkeit von Betriebsbedingungen des Fahrzeugs durch eine Regeleinrichtung eingestellt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Fahrzeugfederung und ein verfahren zum Betreiben einer Fahrzeugfederung nach dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche.

Stand der Technik

[0002] Ein Problem bei der Fahrwerksauslegung ist es, einen Kompromiss zwischen einer die Sicherheit erhöhenden harten Federung oder Dämpfung und einer den Komfort erhöhenden weichen Dämpfung oder Federung zu finden. Um dies zu erreichen, wird beispielsweise die Verwendung aktiver Stellelemente vorgeschlagen. Allerdings ist die Ausführung solcher Stellelemente relativ aufwendig und dementsprechend teuer. Zusätzlich kann häufig nur niederfrequent eingegriffen werden, wobei sich die Eigenschaften im nichtgeregelten Bereich gleichzeitig auch merklich verschlechtern können.

[0003] Aus der DE-OS 36 31 876 ist eine Fahrzeugfederung für Kraftfahrzeuge bekannt, bei der eine semiaktive Federung mit einer aktiven Federung zu einer neuen Federung zusammengefügt wird. Bei dieser ist die Pumpenleistung der aktiven Federung lediglich auf die notwendige Reibungskompensation ausgelegt. Dies führt zu Gewichtersparnissen, da eine leichtere Pumpe geringer Leistung ausreichend ist.

Aufgabenstellung

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Fahrzeugfederung anzugeben, bei der ein aktiver Eingriff in die Federung oder Dämpfung möglich ist, ohne die Eigenschaften des Systems in nichtgeregelten Bereichen wesentlich zu beeinflussen.

[0005] Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst und durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst.

[0006] Die Erfindung erlaubt eine Verbesserung der Fahrzeugfederung auf der Basis eines bestehenden Federungssystems unter Zuhilfenahme von nur wenigen zusätzlichen Komponenten in einem zusätzlichen, aktiv betriebenen Hydraulikkreislauf. Die Eigenschaften des nichtgeregelten und des passiven Verhaltens des Systems werden nicht verschlechtert. Beim aktiven Eingriff in das passive Federungssystem wird nur ein geringer Energieeinsatz notwendig. Ist das aktive System nicht in Betrieb, kann das konventionelle passive System weiter betrieben werden.

[0007] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung sind der Beschreibung und den weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

Ausführungsbeispiel

[0008] Dabei zeigt die einzige Figur eine schemati-

sche Ansicht eines bevorzugten Fahrzeugfederungssystems.

[0009] Das in der **Fig. 1** vereinfacht dargestellte Fahrzeugfederungssystem hat zwischen einer Fahrzeugmasse **1** und einer Radmasse **2** zur Abfederung des Fahrzeugaufbaus eine übliche Feder **3**, vorzugsweise eine Stahlfeder oder eine Luftfeder, und parallel dazu angeordnet einen üblichen, ungesteuerten Stoßdämpfer **4**. Der übliche Kolben **5**, der im Stoßdämpfer auf und ab beweglich ist, teilt den Stoßdämpfer in zwei Teilräume **6** und **7**, welche durch übliche Überströmvorrichtungen **8** miteinander verbunden sind.

[0010] Gemäß der Erfindung sind die beiden Teilräume **6**, **7** zusätzliche über einen Hydraulikkreis **9** miteinander verbunden. In diesem Kreis **9** ist eine Pumpe **M** angeordnet. In einem der beiden Verbindungszweige **10** und **11** zwischen Pumpe- **M** und dem ersten Teilraum **6** und dem zweiten Teilraum **7** ist ein Schaltventil **12** oder **13** angeordnet. Dabei kann wahlweise in nur einem Verbindungszweig **10** oder **11** oder in beiden Verbindungszweigen **10** und **11** ein Schaltventil **12**, **13** vorgesehen sein. Die Teilräume **6**, **7** bilden die Zug- und Druckseiten des Dämpfers **4**.

[0011] Vorzugsweise werden als Schaltventile **12**, **13** elektromagnetische Schaltventile eingesetzt. Die parallel zu dem Dämpfer **4** angeordnete Feder **3** dient in üblicher Weise zur Niveauregelung des Aufbaus.

[0012] Auf der Zug- und Druckseite des Dämpfers **4** ist eine Zu- bzw. Ableitung für ein Hydraulikmedium, vorzugsweise Ö1, angebracht. Die Zu- bzw. Ableitung bilden einen ersten und einen zweiten Teilzweig **10** und **11** eines Hydraulikkreislaufs **9**. Im ersten Teilzweig **10** ist ein erstes Schaltventil **12** und/oder im Teilzweig **11** ist ein zweites Schaltventil **13** angeordnet. Die Schaltventile **12**, **13** sind zwischen Dämpfer **4** und einer Pumpe **M** angeordnet, die den ersten und den zweiten Teilzweig **10**, **11** miteinander verbindet.

[0013] Die Pumpe **M**, bzw. deren Antriebsmotor, ist elektrisch mit einer Regeleinrichtung **14** verbunden, welche vorzugsweise mehrere Komponenten wie einen D/A-Wandler **15**, Reglerhardware **16**, einen A/D-Wandler **17** sowie Sensorkomponenten **18** umfasst. Die Sensorkomponenten **18** erfassen Betriebszustände des Fahrzeugs, z.B. Fahrgeschwindigkeit, Raddrehzahl, Drehzahl einer Antriebsmaschine des Fahrzeugs, Wege, Neigungswinkel des Fahrzeugs, Beschleunigung etc. Diese Daten werden über den Analog-Digitalwandler **17** an eine Reglerhardware **16** übergeben. Die Daten werden dort in Ansteuersignale umgewandelt, welche über den Digital-Analogwandler **15** an die Pumpe **M** gegeben werden.

[0014] Auf diese Weise kann die Drehzahl der Pumpe **M** abhängig von den Betriebsbedingungen des Fahrzeugs eingestellt werden. Der Volumenstrom des Hydraulikmediums im Hydraulikkreislauf **9** kann demnach abhängig von Betriebsbedingungen des Fahrzeugs eingestellt werden. So kann der Volumenstrom abhängig vom Fahrzustand stabilisierend oder

destabilisierend eingestellt werden.

[0015] Dieser Volumenstrom bewirkt durch einen Druckabfall an der herkömmlichen Dämpferdrossel mit den Überströmöffnungen **8** eine Kraft auf die Kolbenstange **5**. Es kann eine Pumpe M vorgesehen sein, die in beiden Drehrichtungen drehen kann. Die durch den Druckabfall entstehenden Kräfte werden durch relativ kleine Volumina des Hydraulikmediums und bei relativ geringen Drücken erzeugt. Dies erfordert nur einen geringen Energieeinsatz. Der Kraftanstieg, der auf die Kolbenstange **5** wirkt, ist von dem bereits bestehenden Druck bzw. dem Differenzdruck, der Dämpfersteifigkeit bzw. dem Drosselwiderstand und der Drosselfläche sowie der Dynamik der zugeführten Volumina abhängig.

[0016] Mittels dieser Kraft kann nunmehr gezielt entweder der Aufbau **1** oder das Rad **2** aktiv bedämpft werden. Die erreichbaren Kräfte und die erreichbare Dynamik der erfindungsgemäßen Fahrzeugfederung hängen dabei vom Energieeinsatz und der Basisbedämpfung, welche durch die Feder **3** und den Dämpfer **4** gegeben sind, ab.

[0017] Beim plötzlichen Auftreten von durch Störungen erregten Dämpfergeschwindigkeiten wäre der Kraftzuwachs wie bei einem üblichen passiven Dämpfersystem relativ gering. In diesem Falle ist es zweckmäßig, wenn in diesem Betriebszustand die Pumpe M nicht durch Energieeinsatz dreht bzw. durch Gegendrehen die Volumenströme durch die Überströmvorrichtung verringert werden. Der Energieeinsatz bzw. das Bestromen Des Antriebs der Pumpe M kann auf den Zeitraum begrenzt werden, in der aktiv Kräfte gestellt werden, indem ein zusätzliches Sperrventil vor der Pumpe M vorgesehen ist.

[0018] Sollte der Hydraulikkreislauf **9** mit den zugehörigen Komponenten deaktiviert sein, ist das passive System aus Feder **3** und Dämpfer **4** als normale Rückfallebene vorhanden. Dies wäre gleichzeitig als Basisvariante in Kombination mit z.B. einer Luftfeder vorstellbar. Dadurch ist auf einfache Weise eine Redundanz des Systems einerseits und andererseits eine Erweiterung des Systems um den aktiv betriebenen Teil möglich.

[0019] Die Effektivität des dem Dämpfer **4** aus dem Hydraulikkreislauf **9** zugeführten Hydraulikmedienvolumens kann gesteigert werden, indem die Dämpfersteifigkeit verändert wird. Dies kann in der herkömmlichen Weise etwa durch Verändern der Überströmvorrichtung geschehen. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Verwendung einer variablen Überströmvorrichtung in Form einer schaltbaren Überströmvorrichtung oder einer stufenlos verstellbaren Überströmvorrichtung in Kombination mit der angezeigten Erfindung.

[0020] Zusätzlich ist es möglich, das zusätzliche Sperrventil zu öffnen und die Pumpe nicht zu bestromen. Auf der Pumpenseite treten in diesem Fall nur Kräfte bzw. Drucksteigerungen auf, die zum Beschleunigen der Pumpe M durch Überwindung deren Trägheit nötig sind, sofern diese geringer sind als die

durch Strömungswiderstände an der Überströmvorrichtung entstandenen Druckdifferenzen. Hierdurch wird die ursprüngliche Dämpfersteifigkeit verringert. Gleichzeitig ist es möglich, den Antriebsmotor der Pumpe M in einem Reversiermodus als Generator zu nutzen und die so generierte Energie zu speichern.

[0021] Durch die erfindungsgemäße aktive Bedämpfung von Wankbewegungen und niederdynamischen Aufbaubewegungen ist es möglich, deutlich weichere oder gar keine Stabilisatoren im Fahrzeug vorzusehen. Der Dämpfer **4** kann ebenfalls im niederdynamischen Bereich weicher abgestimmt werden. Der aktive Hydraulikkreislauf **9** wird üblicherweise im hochdynamischen Bereich, d.h. im Bereich großer Volumenströme, der Schwingungen des Fahrzeugs betrieben.

[0022] Bei einem heutzutage üblichen Standarddämpfer kann durch einen Volumenstrom des Hydraulikmediums von etwa 20 l/min bei geringer Druckdifferenz eine Kraft von 900 N an der Kolbenstange **5** erzeugt werden. Diese hat zwar eine relativ geringe Dynamik, dies kann jedoch durch eine entsprechende Vorsteuerung der Pumpe und Beobachtung verbessert werden, so dass eine Regelung im Aufbaufrequenzbereich sehr gut möglich ist. Bei einem Lenkwinkelsprung auf 7 m/s² mit einem typischen, beladenen Kleinwagen muß für die stationär vollständige Horizontierung des Fahrzeugs unter Beibehaltung des üblichen Stabilisators eine Federkraft aufgebracht werden, die in dem oben angegebenen Bereich liegt.

[0023] Bei höherem Energieeinsatz für den Hydraulikkreislauf **9** und/oder Akzeptanz von geringen Aufbaubewegungen kann auf den Stabilisator verzichtet werden. Trotzdem verschlechtern sich der Komfort, die Geländegängigkeit und die Traktion auch bei schlechten Fahrbahnverhältnissen praktisch nicht bzw. können sogar verbessert werden.

[0024] Des weiteren kann durch die relativ freie Verteilung des Wankmoments ein in weiten Bereichen optimiertes bzw. variierbares Fahrverhalten erreicht werden. Hierunter fallen auch Stabilisierungseingriffe zur Bedämpfung des Aufbaus **1** und die Stabilisierung des Fahrzeugs in Gefahrensituationen.

[0025] Durch die Einzelraddämpfung gemäß der Erfindung ist eine niederfrequent fast ideale, sogenannte Skyhookdämpfung darstellbar.

[0026] Besonders bevorzugt wird eine Niveauregulierung von einer Luftfeder als passives Federelement **3** übernommen.

[0027] Durch ein stark degressives passives Dämpferverhalten ist insgesamt ein sehr gutes Komfortverhalten des Fahrzeugs bei der Federung darstellbar.

[0028] Besonders günstig ist die Verwendung der Erfindung in einem Geländefahrzeug oder einem anderen Fahrzeug, bei dem der Energieeinsatz üblicherweise unproblematisch ist, aber eine maximale Performance bei großer Zuverlässigkeit gefordert ist. Das passive Federungssystem bestehend aus Feder **3** und Dämpfer **4** ist immer verfügbar und entspricht

dem Niveau eines Federungssystems mit ausgehängtem Stabilisator.

[0029] Passive Federungssysteme sind erprobt, sind kostengünstig und reibungsarm, und es besteht ein großer Erfahrungsschatz in Auslegung und Produktion. Das Anbringen zusätzlicher Leitungen für den Hydraulikkreislauf **9** ist einfach, da diese relativ kurz sein können. Da keine hohen Drücke auftreten, ist eine übliche Dämferdichtungstechnologie ausreichend. Bekannte Dämpfermodelle sind in vielen Ausführungen verfügbar und leicht um Zu- und Abführungen von Hydraulikmedienvolumina erweiterbar. Gleiches gilt für Berechnungsmodelle, die in verschiedenen Detaillierungsgraden erhältlich sind, was somit eine hohe Sicherheit bei der technischen Umsetzung und Auslegung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ermöglicht.

[0030] Wird keine elektrisch angetriebene Pumpe **M** vorgesehen, kann die Aktivierung auch über eine Zentralhydraulikeinrichtung mit entsprechenden Ventilen erzielt werden. Es ist prinzipiell möglich, eine im Verhältnis zum Energieeinsatz höhere Aktivierung zu erreichen, indem im Hydraulikkreislauf **9** ein hohes Druckniveau verwendet wird und weniger begrenzte Volumenströme eingesetzt werden. Dazu ist es sinnvoll, eine Rückführung für das Hydraulikmedium vorzusehen; um etwaige Leckagen des Dämpfers **4**, die aufgrund des hohen Drucks auftreten, aufzufangen.

Patentansprüche

1. Fahrzeugfederung für Kraftfahrzeuge mit einem Dämpfer (**4**), wobei der Dämpfer (**4**) im Inneren einen ersten Teilraum (**6**) und einen zweiten Teilraum (**7**) aufweist und der erste und zweite Teilraum (**6**, **7**) durch einen Hydraulikkreislauf (**9**) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem ersten Teilraum (**6**) in einem ersten Teilzweig (**10**) des Hydraulikkreislaufs (**9**) ein erstes Schaltventil (**12**) und/oder dem zweiten Teilraum (**7**) in einem zweiten Teilzweig (**11**) des Hydraulikkreislaufs (**9**) ein zweites Schaltventil (**13**) zugeordnet ist.

2. Fahrzeugfederung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und/oder das zweite Schaltventil (**12**, **13**) in dem Hydraulikkreislauf (**9**) zwischen dem Dämpfer (**4**) und einer Pumpe (**M**) angeordnet sind, die den ersten und den zweiten Teilzweig (**10**, **11**) miteinander verbindet.

3. Fahrzeugfederung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpe (**M**) elektrisch mit einer Regeleinrichtung (**14**) verbunden ist.

4. Fahrzeugfederung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaltventil (**12**, **13**) ein elektromagnetisches Schaltventil ist.

5. Fahrzeugfederung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zu dem Dämpfer (**4**)

eine Luftfeder und/oder eine Stahlfeder angeordnet ist.

6. Fahrzeug mit einer Fahrzeugfederung nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 5.

7. Verfahren zum Betreiben einer Fahrzeugfederung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem ersten Teilraum (**6**) und dem zweiten Teilraum (**7**) ein Volumenstrom eines Hydraulikmediums in Abhängigkeit von Betriebsbedingungen des Fahrzeugs durch eine Regelungseinrichtung (**14**) eingestellt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Volumenstrom abhängig von einer Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs eingestellt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Volumenstrom abhängig von einer Drehzahl von Fahrzeugrädern eingestellt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Volumenstrom abhängig von einer Drehzahl der Antriebsmaschine eingestellt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Volumenstrom abhängig von Aufbauwegen eingestellt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Volumenstrom abhängig vom Fahrzeugzustand stabilisierend oder destabilisierend eingestellt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Dämpfersteifigkeit verringert wird, indem die Pumpe (**M**) stromlos geschaltet und ein Sperrventil stromauf vor der Pumpe (**M**) geöffnet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Dämpfersteifigkeit gesteigert wird, indem die Pumpe (**M**) stromlos geschaltet und ein Sperrventil stromauf vor der Pumpe (**M**) geöffnet wird und die Pumpe (**M**) in einem Reversiermodus betrieben und dadurch Energie gewonnen wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

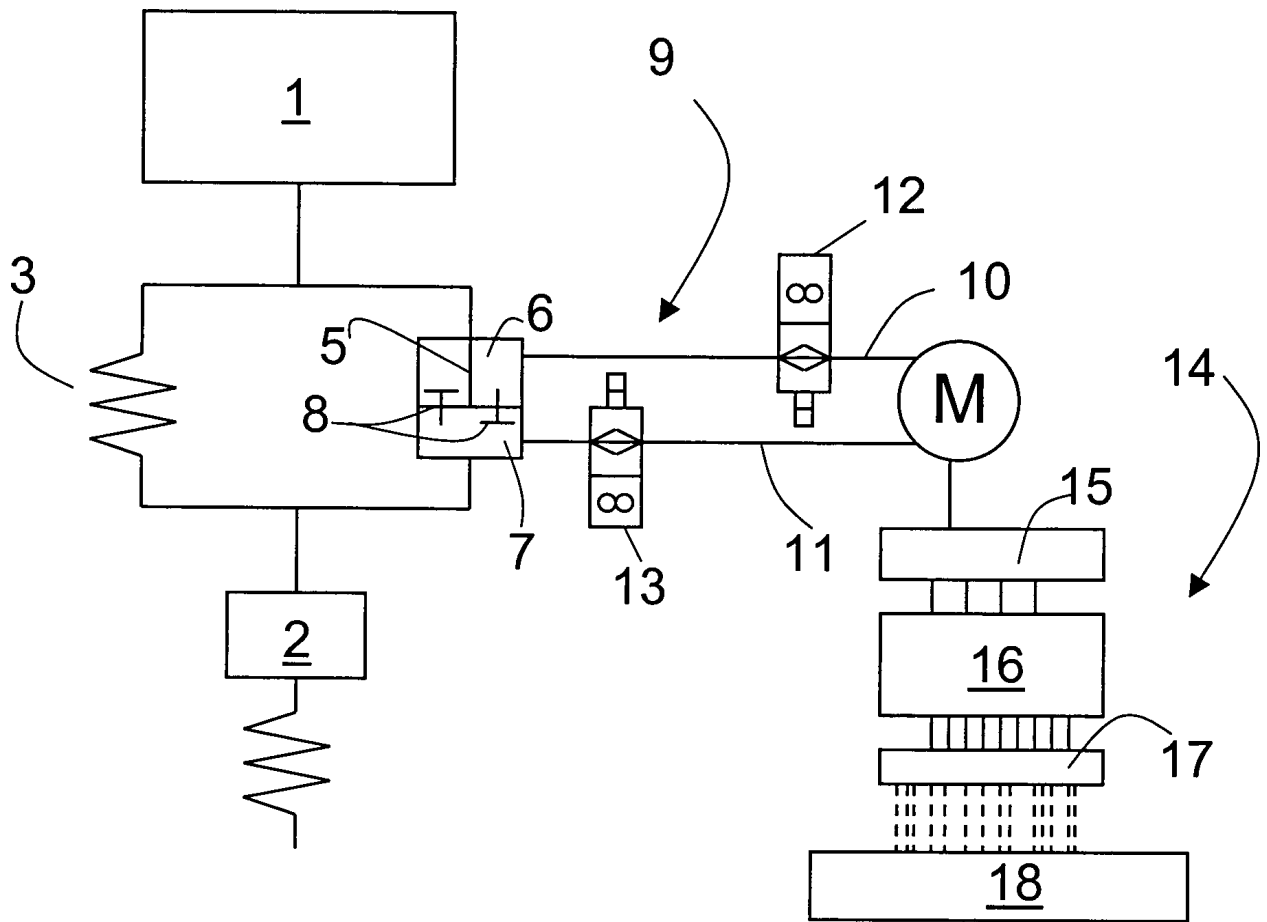


Fig. 1