

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 029 764 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.08.2000 Patentblatt 2000/34

(51) Int Cl.7: **B61F 5/02**, B61F 5/14,
B61F 5/24, B61F 5/30,
B60G 17/04

(21) Anmeldenummer: **00890037.5**

(22) Anmeldetag: **14.02.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Teichmann, Martin**
8020 Graz (AT)

(74) Vertreter: **Matschnig, Franz, Dipl.-Ing.**
Patentanwalt,
Siebensterngasse 54,
Postfach 252
1071 Wien (AT)

(30) Priorität: **19.02.1999 AT 28599**

(71) Anmelder: **Siemens SGP Verkehrstechnik GmbH**
1110 Wien (AT)

(54) **Federung für Schienenfahrzeuge**

(57) Eine Federung für ein Schienenfahrzeug, bei welchem im Bereich von Rädern zwischen der Radachse und einem Gestell als Primärfederung und/oder zwischen dem Gestell und dem Fahrzeugkasten als Sekundärfederung je ein Federelement vorgesehen ist, welches eine Hydraulikeinheit (2a, 2b, 2c, 2d) mit einem Arbeitshohlraum, dessen Volumen durch zwei gegen-

einander bewegbare Endstücke veränderbar ist, und einen Federgasbehälter (8a) aufweist, der durch ein bewegliches Trennteil in einen Gasraum und einen Hydraulikraum geteilt ist, wobei der Arbeitshohlraum mit dem Hydraulikraum verbunden ist und diese beiden Räume mit einer Flüssigkeit gefüllt sind, der Gasraum jedoch mit einem Gas gefüllt ist.

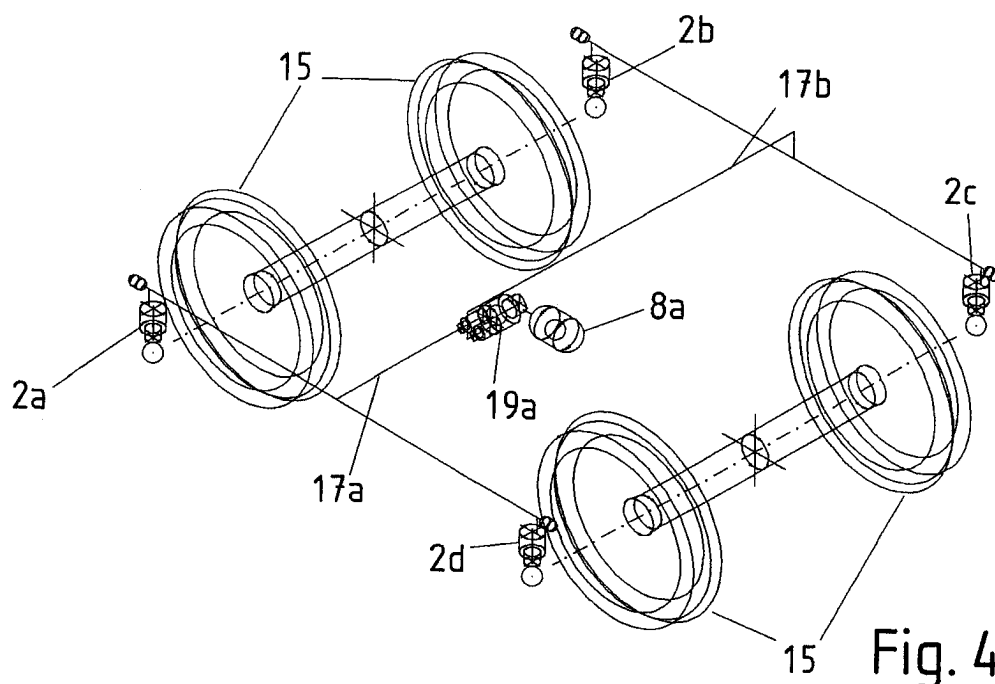


Fig. 4

EP 1 029 764 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Federung für ein Schienenfahrzeug, bei welchem im Radbereich zwischen der Radachse und einem Gestell als Primärfederung und/oder zwischen dem Gestell und dem Fahrzeugkasten als Sekundärfederung je ein Federelement vorgesehen ist, welches eine Hydraulikeinheit mit einem Arbeitshohlraum, dessen Volumen durch zwei gegeneinander bewegbare Endstücke veränderbar ist, und einen Federgasbehälter aufweist, der durch ein bewegliches Trennteil in einen Gasraum und einen Hydraulikraum geteilt ist, wobei der Arbeitshohlraum mit dem Hydraulikraum verbunden ist und diese beiden Räume mit einer Flüssigkeit gefüllt sind, der Gasraum jedoch mit einem Gas gefüllt ist.

[0002] Die Anforderungen, die an Schienenfahrzeuge gestellt werden, sind in den letzten Jahren stark gestiegen. Anhand von Markttendenzen ist zu erkennen, dass diese Anforderungen in Zukunft noch weiter steigen werden. Einerseits wird verlangt, dass die Fahrzeuge zum Transport von immer höheren Nutzlasten geeignet sind, andererseits soll nach Möglichkeit das Eigengewicht der Fahrzeuge gering gehalten werden. Ein genereller Wunsch besteht nach hoher Fahrsicherheit, und speziell bei Fahrzeugen zum Transport von Personen auch nach hohem Fahrkomfort. Insbesondere bei Untergrund- und Straßenbahnen, aber auch bei Personenzügen wird außerdem vermehrt eine Bauweise angestrebt, bei welcher die Ein- und Ausstiege der Waggonen einen geringen Vertikalabstand zum Bahnsteig bzw. zur Straße aufweisen, um ein bequemes Ein- und Aussteigen, auch für beispielsweise ältere oder gebrechliche Personen, zu ermöglichen. Diese Bauweise bedingt allerdings eine möglichst niedrige Anordnung des Fahrzeugkastens über den Rädern bzw. den Radachsen, wodurch für die Fahrwerke nur noch geringer Bauraum zur Verfügung steht.

[0003] All diese Anforderungen an moderne Schienenfahrzeuge, wie

- hoher Fahrkomfort,
- hohe Fahrsicherheit,
- hohe Nutzlast bei geringem Eigengewicht, sowie
- eine niedrige Bauweise

führen häufig zu Konflikten bei der Auslegung der Federung für Schienenfahrzeuge, da die notwendigen Federkennwerte bei den zur Verfügung stehenden Bauräumen mit herkömmlichen Federelementen oftmals nicht mehr realisierbar sind. Häufig wird daher versucht, gewisse Anforderungen an die Fahrzeugeigenschaften dadurch zu erfüllen, dass hinsichtlich der Federung Kompromisse eingegangen werden. So kann durch eine Erhöhung des Federweges die Feder weich ausge-

bildet werden, dies führt allerdings unter hoher Belastung zu einem Einsinken des Fahrzeugkastens in Bezug auf das Höhenniveau der Räder bzw. der Radachsen sowie einer Tendenz zu starken Wankbewegungen. Weiters ist es natürlich auch von Nachteil, dass eine Erhöhung des Federweges mit einem größeren Bedarf an Bauraum verbunden ist.

[0004] Oftmals können die Anforderungen an die Fahrzeugeigenschaften auch durch ein Steigern der Betriebsbelastungen der verwendeten Federn bis nahe an die zulässigen Belastungsgrenzen erfüllt werden. Allerdings ist dies vom sicherheitstechnischen Standpunkt und auch in Hinblick auf eine durch diese hohen Betriebsbeanspruchungen resultierende Wartungsfälligkeit aufgrund von Materialermüdung ungünstig. Auch der Einsatz von Gummifedern wird häufig erwogen, allerdings weisen Gummifedern viele bekannte Nachteile, wie Empfindlichkeit gegenüber Temperatur, Feuchtigkeit, Licht, Chemikalien, Öl u.a. auf.

[0005] So beschreibt die EP 0 568 042 A1 ein Federelement der eingangs genannten Art für ein Drehgestell, bei welchem hydropneumatische Federelemente, bestehend aus Zylinder und Kolben mit zugeordneten Flüssigkeits- und Gasvolumina, vorgesehen sind. In den Federelementen ist wenigstens ein Teil des Flüssigkeitsvolumens vorgesehen, und das Gasvolumen kann in den Federelementen angeordnet sein, oder es sind an die Federelemente Gasspeicher als externe Elemente angeschlossen, wobei in den Gasspeichern ein Teil des Flüssigkeitsvolumens und des Gasvolumens enthalten ist. Durch Nachfüllen oder Ablassen der Flüssigkeit kann die Höhe der Federelemente reguliert werden, wobei die Federelemente miteinander über Leitungen kommunizieren.

[0006] Nachteilig an diesem Federungssystem ist, dass es im praktischen Betrieb auftretende Wank- und Kippbewegungen eines Schienenfahrzeuges nicht ausgleichen kann, was mit einem hohen Entgleisungsrisiko verbunden ist.

[0007] Weiters beschreibt die DE 196 51 138 A1 eine Federung, bestehend aus zwei parallel geschalteten Federsystemen mit je drei, parallel zueinander angeordneten Federn, wobei eine Feder als hydropneumatische Feder ausgebildet ist, die einen Balg aus elastomerem Werkstoff aufweist, der unter Verwendung von Befestigungsmitteln eine Tragplatte mit dem oberen Teil eines Abrollkolbens verbindet, wobei die hydropneumatische Feder des einen Systems mit der hydropneumatischen Feder des zweiten Federsystems mittels eines Überströmkanals druckausgleichend verbunden ist. Um jede hydropneumatische Feder ist eine zweite Feder vorgesehen, die sich von der Tragplatte bis hin zu dem Unterbau des Abrollkolbens erstreckt, wobei eine dritte Feder in den Abrollkolben eingebaut ist.

[0008] Das große Einbauvolumen, welches bei einer niedrigen Bauweise des Schienenfahrzeuges einen Einbau nicht möglich macht, erweist sich als großer Nachteil dieses Federsystems.

[0009] In der DE 42 34 523 A1 wird ein Verfahren zur Steuerung des Niveaus und der Neigung eines Wagenkastens für Fahrzeuge, insbesondere für Schienenfahrzeuge vorgestellt, wobei mindestens ein hydropneumatisch geregeltes Federungs- Dämpfungs- System vorgesehen ist. Bei einer Lastzunahme wird das Gasvolumen in einem hydropneumatischen Federungsspeicher (HPF- Speicher) komprimiert, wobei die Verkleinerung des Gasvolumens durch Einspeisung einer entsprechenden Menge an Hydraulikflüssigkeit kompensiert wird. Hingegen muss bei einer Verringerung der Fahrzeugbelastung, was zu einer Expansion des Gases im HPF- Speicher führt, die Vergrößerung des Gasvolumens durch Ablassen von Hydraulikflüssigkeit aus dem Kreis ausgeglichen werden.

[0010] Bei diesem System erweist sich die aufwendige elektronische Steuerung als ungünstig, durch welche sich auch die Anfälligkeit gegenüber Störungen erhöht und welche hohe Wartungs- und Einbaukosten bedingt.

[0011] Die DE 907 150 C beschreibt eine Federung von Fahrzeugen, bei der die Radbelastung über ein flüssiges Druckmittel auf mehrere hintereinander geschaltete Luftpolster übertragen wird, die stufenweise nacheinander zur Wirkung kommen, wobei die Luftpolster durch luftgefüllte Blasen aus einem elastischen Material gebildet werden und ein Wandungsteil als Dichtfläche ausgebildet ist.

[0012] Nachteilig an dieser Federung ist, dass die Luftpolster bei hohen Belastungen, wie sie im praktischen Betrieb eines Schienenfahrzeuges auftreten, beschädigt bzw. zerstört werden können, wodurch die Federwirkung beeinträchtigt wird oder gänzlich verloren geht.

[0013] In der US 3 439 630 A wird eine hydropneumatische Federvorrichtung beschrieben, welche aus hydraulischen Zylindereinheiten besteht, wobei zwischen einzelnen Federelementen eine Rohrleitung vorgesehen ist, die mit einem Druckaufnahmebehälter zusammenarbeitet der teilweise mit Gas gefüllt ist, welches von der Flüssigkeit komprimiert werden kann. Zur Unterstützung der hydropneumatischen Federvorrichtung sind weitere wendelförmige Federn aus Metall vorgesehen. Das Vorhandensein weiterer Metallfedern verhindert eine platzsparende, den baulichen Gegebenheiten des Schienenfahrzeuges angepasste Anordnung der Federelemente.

[0014] Die US 4 245 563 A beschreibt eine Kombination von wendelförmigen Metallfedern und einer hydropneumatischen Federung, die ineinander verschachtelte und teilweise offene Zylindern aufweist, wobei zwischen den Zylindern ein Flüssigkeitsaustausch möglich ist. Wie bei der US 3 439 630 A ist auch hier das große Einbauvolumen von Nachteil.

[0015] Die EP 0 321 324 A1 stellt eine hydropneumatische Federung vor, welche einen Zylinder aufweist, der durch einen Unterstützungsarm mit einem Rad verbunden ist, wobei ein am Wagenkasten befestigter Kolben vorgesehen ist, dessen Achse in einer Zylinderbo-

hrung geführt wird, und der mit einem hydropneumatischen Druckspeicher in Verbindung steht. Diese Federung genügt jedoch den Anforderungen für Schienenfahrzeuge nicht, da sie aufgrund ihrer sehr speziellen Ausführungsform nur für KFZ verwendbar ist.

[0016] Weiters ist allen oben genannten Ausführungsformen von Federelementen und Federsystemen gemeinsam, dass sie im praktischen Betrieb auftretende Wank- und Kippbewegungen eines Schienenfahrzeuges nicht ausgleichen können, was mit einem hohen Entgleisungsrisiko verbunden ist.

[0017] Mit den bekannten Federungssystemen für Schienenfahrzeuge können also die geforderten Stabilitätseigenschaften bei einem nur geringen zur Verfügung stehenden Einbauraum nicht realisiert werden.

[0018] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, ein Federsystem zu schaffen, welches eine kompakte, platzsparende Bauweise ermöglicht, und gleichzeitig in der Lage ist Wank- und/oder Nickbewegungen des Fahrzeuges ohne zusätzliche Stabilisierungseinrichtungen zu federn, wobei die Federung dieser Bewegungen unabhängig von Tauchbewegungen des Fahrzeuges und somit unabhängig von der Vertikalsteifigkeit der Federelemente erfolgt.

[0019] Diese Aufgabe wird ausgehend von einem Federsystem der eingangs erwähnten Art dadurch gelöst, dass der Arbeitshohlraum von zwei oder mehr Hydraulikeinheiten über eine Synchronisiereinheit mit einem gemeinsamen Federgasbehälter in Verbindung steht.

[0020] Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, wenn der Arbeitshohlraum von zwei oder mehr Hydraulikeinheiten über Leitungen mit einem gemeinsamen Federgasbehälter in Verbindung steht, wobei der Arbeitshohlraum von zwei oder mehr Hydraulikeinheiten über eine Synchronisiereinheit mit einem gemeinsamen Federgasbehälter in Verbindung steht. Ein Verbinden der Arbeitshohlräume von zwei oder mehr Hydraulikeinheiten mit einem gemeinsamen Federgasbehälter bringt Vorteile hinsichtlich des notwendigen Bauraumes, da für mehrere Hydraulikeinheiten nur ein Federgasbehälter notwendig ist. Besonders zweckmäßig ist es allerdings, wenn diese Arbeitshohlräume zusätzlich noch über eine Synchronisiereinheit miteinander in Verbindung stehen. Für Hydraulikeinheiten, welche über eine Synchronisiereinheit mit einem gemeinsamen Federgasbehälter in Verbindung stehen, ist auch bei ungleicher Belastung nur ein gleichmäßiges Einfedern möglich, wodurch eine Stabilisierung von unerwünschten Bewegungen des Fahrzeugs, wie etwa ein Wanken oder Nicken unabhängig von Tauchbewegungen des Fahrzeugs ohne zusätzliche notwendige Wankstabilisatoren etc. ermöglicht ist.

[0021] Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform ist dabei vorgesehen, dass die Synchronisiereinheit einen Hohlraum aufweist, welcher durch einen frei verschiebbaren Kolben in zumindest drei voneinander unabhängige Teilhohlräume getrennt ist, wobei zumindest einer dieser Teilhohlräume mit einem Federgasbehälter verbunden ist, und zumindest zwei der anderen Teilhohl-

räume jeweils mit zumindest einem Arbeitshohlraum eines Federelements verbunden sind.

[0022] Um ein Fahrzeug gegen Wanken zu stabilisieren, ist es von Vorteil, wenn die Arbeitshohlräume von Hydraulikeinheiten an gegenüberliegenden Seiten einer Radachse einen gemeinsamen Federgasbehälter aufweisen. Als besonders günstig erweist es sich dabei, wenn die Arbeitshohlräume von Hydraulikeinheiten an gegenüberliegenden Seiten einer Radachse mittels einer Synchronisiereinheit mit einem gemeinsamen Federgasbehälter verbunden sind.

[0023] Für Schienenfahrzeuge, die nur schwache Anfahr- oder Verzögerungskräfte erfahren, ist es dabei günstig, wenn die Arbeitshohlräume von Hydraulikeinheiten einer Fahrzeugseite über eine gemeinsame Leitung in Kontakt stehen und die beiden Leitungen der jeweiligen Fahrzeugseite über eine gemeinsame Synchronisiereinheit mit einem Federgasbehälter verbunden sind, da auf diese konstruktiv einfache Art und Weise ein Wanken unabhängig von Tauchbewegungen gedepht werden kann.

[0024] Um neben Wankbewegungen auch noch Nickbewegungen zu stabilisieren, ist es notwendig, daß die Arbeitshohlräume von jeweils zwei Hydraulikeinheiten, welche an diagonal gegenüberliegenden Rädern angeordnet sind, über jeweils eine Synchronisiereinheit mit einem gemeinsamen Federgasbehälter verbunden sind. Bei dieser Verschaltung der Arbeitshohlräume bleibt das Fahrwerk zusätzlich noch verwindbar, was in Hinblick auf häufig auftretende Verwindungen von Schienen günstig ist.

[0025] Von Vorteil kann es auch sein, wenn jeder Arbeitshohlraum einer Hydraulikeinheit genau einen Federgasbehälter besitzt. Mit dieser Anordnung können alle Räder eines Fahrwerks oder eines Fahrzeugs separat bedämpft werden, eine Wank- oder Nickstabilisierung ist des Fahrzeugs ist allerdings ohne zusätzliche Stabilisierungseinrichtungen nicht möglich.

[0026] Im folgenden ist die Erfindung samt weitere vorteilhafter Ausführungsformen in der Zeichnung dargestellt. In dieser zeigen

Fig. 1 ein Federelement,

Fig. 2 schematisch den Einbau eines Federelements in der Primärfederung eines Schienenfahrzeuges, weiters die

Fig. 3 bis Fig. 5 verschiedene Möglichkeiten zum Verbinden der Arbeitshohlräume mehrerer Federelemente, und

Fig. 6 einen schematischen Aufbau einer Synchronisiereinheit.

[0027] Das in Fig. 1 dargestellte Federelement 1 weist eine Hydraulikeinheit 2 mit zwei Endstücken 3a und 3b auf, die über einen Balg 4 dichtend miteinander verbun-

den sind. Durch die beiden Endstücke 3a und 3b sowie den Balg 4 wird ein Arbeitshohlraum 5 begrenzt, der entsprechend dem Abstand der Endstücke 3a und 3b veränderbar ist. Bei diesem Balg 4 handelt es sich dabei im allgemeinen um einen Rollbalg mit vordefinierter Abrollkontur, welcher keine bewegten, gleitenden Dichtungen aufweist, was in Hinblick auf die Dichtheit des Arbeitshohlraumes 5 von Vorteil ist. Bei einer Belastung des Federelementes 1 rollt der Rollbalg 4 entsprechend der Verringerung des Abstandes der beiden Endstücke 3a und 3b an dem in der Regel als Abrollzylinder ausgebildeten Endstück 3b ab. Über eine Leitung 7 steht der Arbeitshohlraum 5 mit einem Federgasbehälter 8 in Verbindung. In der hier dargestellten vorteilhaften Ausführungsform ist dabei der Anschluß 6 der Leitung 7 zu dem Arbeitshohlraum 5 in dem Endstück 3a des Federelementes 1 ausgebildet. Der Federgasbehälter 8 ist durch ein in der Regel als Membran ausgebildetes Trennteil 9 in einen Gasraum 10 und einen Hydraulikraum 11 unterteilt. Der Hydraulikraum 11, die Leitung 7 sowie der Arbeitshohlraum 5 sind mit einem inkompressiblen Fluidum, der Hydraulikflüssigkeit, der Gasraum 10 hingegen mit einem Gas gefüllt. Schließlich kann man in Fig. 1 noch einen als Gummipuffer ausgebildeten Endanschlag 12 an der Innenseite des Endstücks 3b erkennen, welcher für den Fall von Spitzenhüben oder als Notfeder für den Fall gedacht ist, daß der Federmechanismus aufgrund von beispielsweise dem Verlust von Hydraulikflüssigkeit versagt.

[0028] Als Arbeitsmedium wird eine Hydraulikflüssigkeit, im allgemeinen ein Öl, gewählt, da Flüssigkeiten unter hohen Drücken eingesetzt werden können und dadurch das Federelement hinsichtlich des notwendigen Bauraums klein gehalten werden kann. Gas ist vor allem deshalb als Federmedium gewählt, da es ein progressives Verhalten zeigt, und somit ein optimales Ausnutzen der Federwege gewährleistet.

[0029] In Fig. 2 sind ein Fahrwerkrahmen 13, ein Radsatzlager 14 sowie ein Rad 15 eines Schienenfahrzeugs dargestellt. Schematisch ist der Einbau eines Federelementes 1 nach Fig. 1 zwischen dem Fahrwerkrahmen 13 und dem Radsatzlager 14 angedeutet. Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform ist dabei das Federelement 1, obwohl es nur Druckkräfte übertragen muß, in der Regel sowohl mit dem Fahrwerkrahmen 13 als auch mit dem Gehäuse des Radsatzlagers 14 verschraubt.

[0030] Die Fig. 3 bis Fig. 5 zeigen grob schematisch Federsysteme, bei welchen die Hydraulikeinheiten 2a - 2d von Federelementen 1 im Bereich von Rädern 15 eines Schienenfahrzeugs angebracht sind, wobei die Arbeitshohlräume der Hydraulikeinheiten miteinander logisch verschaltet sind. Nicht abgebildet ist dabei jene Ausführungsform, bei der jeder Arbeitshohlraum einen eigenen Federgasbehälter aufweist, die Hydraulikeinheiten also nicht miteinander gekoppelt sind. Bei dieser Ausführungsform ist zwar ein Federn jedes Rades separat möglich, allerdings können Nick- oder Wankbewegungen nicht unabhängig von Tauchbewegungen ohne

zusätzliche Stabilisierungseinrichtung gefedert werden.

[0031] Im Detail zeigt Fig. 3 ein Federsystem, bei welchem eine Wankbewegung des Fahrzeugs dadurch weitestgehend unterdrückt wird, dass die Arbeitshohlräume von zwei Hydraulikeinheiten 2a und 2b, welche im Bereich von Rädern 15 an gegenüberliegenden Seiten einer Achse angebracht sind, über Leitungen 16a und 16b sowie eine Synchronisiereinheit 19a an einen gemeinsamen Federgasbehälter 8a gekoppelt sind. Der Synchronisiereinheit 19a, deren Funktionsweise weiter unten noch ausführlich besprochen wird, fällt dabei die Aufgabe zu, die - in diesem Fall zwei - Arbeitshohlräume so zu koppeln, daß ein Einfedern des einen Federelements unmittelbar zu einem Einfedern des damit gekoppelten Federelements bzw. genau genommen zu einem Einfedern der miteinander verbundenen Hydraulikeinheiten 2a und 2b führt, wodurch eine Wankbewegung vermieden wird. Um Wankbewegungen effizient abzufedern, ist natürlich dieses paarweise Verschalten von gegenüberliegenden Hydraulikeinheiten an jeder Achse notwendig.

[0032] in Fig. 4 ist ebenfalls ein Federsystem zur Wankstabilisierung eines Schienenfahrzeugs dargestellt. Bei dieser Ausführungsform sind jeweils die Arbeitshohlräume von Hydraulikeinheiten 2a und 2d sowie 2b und 2c einer Fahrzeugseite über eine gemeinsame Leitung 17a bzw. 17b miteinander verbunden. Die Hydraulikeinheiten einer Seite stehen allerdings nicht über eine Synchronisiereinheit miteinander in Kontakt. Hingegen stehen die jeweils miteinander gekoppelten Hydraulikeinheiten einer Fahrzeugseite mit den gekoppelten Hydraulikeinheiten der anderen Fahrzeugseite über eine Synchronisiereinheit 19a mit einem gemeinsamen Federgasbehälter 8a in Kontakt. Durch dieses einfache Verschalten der Arbeitshohlräume von vier Hydraulikeinheiten 2a - 2d wird eine Wankstabilisierung des Fahrzeugs erreicht. Allerdings ist diese Wankstabilisierung mit nur einer Synchronisiereinheit 19a nur für Fahrzeuge, bei denen geringe Antriebs- und Bremskräfte wirksam sind, geeignet, da eine Nickbewegung bei dieser Ausführungsform ungefedert zugelassen ist. Sinngemäß kann ein Verschalten der Arbeitshohlräume wie in Fig. 3 und Fig. 4 dargestellt, auch für Schienenfahrzeuge mit mehr als zwei Achsen angewendet werden.

[0033] Ein Problem für Schienenfahrzeuge ist, daß entlang der Fahrstrecke Gleisverwindungen auftreten. Bei einer zu steifen Federung führt das zu Radentlastungen an zumeist einem der Räder des Fahrwerks, wobei es bei einer zu starken Radentlastung unter Umständen auch zu Entgleisungen kommen kann. Diesem Problem kann mit der in Fig. 5 dargestellten Verschaltung der Arbeitshohlräume von Hydraulikeinheiten begegnet werden. Bei dieser Ausführungsform werden jeweils einander diagonal gegenüberliegende Hydraulikeinheiten 2a und 2c sowie 2b und 2d über Leitungen 18a, 18c sowie 18b, 18d und über eine Synchronisiereinheit 19a, 19b mit einem gemeinsamen Federgasbehälter 8a gekoppelt. Mit dieser Verschaltung der Arbeits-

hohlräume wird einerseits das Abfedern von Wank- und Nickbewegungen möglich, andererseits wird das Fahrzeug bzw. das Fahrwerk aber auch verwindbar, wodurch eine zu starke Radentlastung unabhängig von der gewählten Federsteifigkeit und somit unabhängig von der Federung von Tauchbewegungen verhindert werden kann.

[0034] Anhand von Fig. 6 ist schließlich das Funktionsprinzip für eine Synchronisiereinheit 19, wie sie bereits in den Fig. 3 bis Fig. 5 erwähnt wurde, erläutert. In der Fig. 6 ist eine Synchronisiereinheit 19 für zwei Arbeitsvolumina von Federelementen dargestellt, die folgenden Überlegungen gelten aber naturgemäß bei entsprechender Ausbildung der Synchronisiereinheit auch für mehr als zwei Arbeitsvolumina.

[0035] Wie man aus Fig. 6 erkennen kann, wird ein Hohlraum 20 durch einen frei verschiebbaren Kolben 21 in drei voneinander unabhängige Teilhohlräume 22 - 24 getrennt. Die Teilbereiche 22 und 23 stehen über Leitungen 25 und 26 mit den Arbeitshohlräumen von zwei Hydraulikeinheiten, Teilbereich 24 über eine Leitung 27 mit dem Hydraulikraum eines Federgasbehälters in Verbindung. Sowohl die Hydraulikeinheiten als auch der Federgasbehälter sind hier nicht dargestellt. Ein durch eine Kraftwirkung bedingtes Zusammendrücken der beiden Endstücke 3a und 3b einer Hydraulikeinheit 2 wie aus Fig. 1 führt dazu, daß das dadurch verdrängte Volumen in einen Teilhohlraum, beispielsweise Teilhohlraum 22 der Synchronisiereinheit 19 einströmt. Das hat zur Folge, daß der Kolben 21 entsprechend dem verdrängten Volumen im Bereich 22 verschoben wird und zu einer Verringerung des Volumens in Bereich 24, dessen Hydraulikflüssigkeit über die Leitung 27 in den angeschlossenen Hydraulikraum des Federgasbehälters strömt, sowie zu einer Vergrößerung des Volumens im Bereich 23 führt. Durch das größere zur Verfügung stehende Volumen im Bereich 23 kommt es zu einem Nachströmen von Hydraulikflüssigkeit aus dem Arbeitshohlraum jener Hydraulikeinheit, welche über die Leitung 26 an die Synchronisiereinheit 19 angeschlossen ist, und somit zu einem entsprechenden Einfedern dieses Federelements bzw. der Hydraulikeinheit, obwohl die äußere Kraftwirkung auf diese Hydraulikeinheit geringer ist als auf die über die Leitung 25 mit der Synchronisiereinheit 19 verbundene Hydraulikeinheit.

[0036] Mit dieser konstruktiv einfachen Synchronisiereinheit 19 können die Arbeitshohlräume von zwei oder mehr Hydraulikeinheiten so miteinander gekoppelt werden, daß ein gleichmäßiges Einfedern aller Federelemente trotz unterschiedlicher Belastung möglich ist. Durch geeignetes Verschalten der Arbeitshohlräume ist somit eine Nick- und/oder Wankstabilisierung unabhängig von der Vertikalsteifigkeit der Federelemente möglich, außerdem sind keine zusätzlichen mechanischen Stabilisierungseinrichtungen notwendig.

[0037] Die Wirkungsweise der hier beschriebenen Synchronisiereinheit kann natürlich, wie schon erwähnt, auch auf mehrere Arbeitshohlräume von mehreren Fe-

derelementen bzw. Hydraulikeinheiten ausgedehnt werden.

[0038] Die verschiedenen Verschaltungsmöglichkeiten von Hydraulikeinheiten, die im Bereich von Rädern montiert sind, wurden hier vor allem anhand von zweiachsigen Fahrzeugen bzw. Drehgestellen erläutert, da diese Anordnung bei Schienenfahrzeugen am häufigsten anzutreffen ist. Die getätigten Überlegungen können aber ohne weiteres auf Schienenfahrzeuge mit drei und mehr Achsen übertragen werden und gelten dort sinngemäß.

[0039] Nicht unerwähnt soll bleiben, dass es vorgesehen sein kann, die Flüssigkeitsströme in den Federelementen und Leitungen mittels Drosseleinrichtungen zu bedämpfen. Damit wird der Einbau von zusätzlichen, von den Federn unabhängigen Dämpfern hinfällig, was Vorteile in Hinblick auf den geringen zur Verfügung stehenden Bauraum bringt, kostengünstiger ist und zu einer Gewichtsreduktion des Schienenfahrzeugs beiträgt.

[0040] Weiters ist auch eine Niveauregelung mittels Pumpe und Höhenregler vorgesehen, über die unabhängig von der Beladung eine unveränderliche Höhenlage des Fahrzeugkastens erzielt werden kann.

Patentansprüche

1. Federung für ein Schienenfahrzeug, bei welchem im Bereich von Rädern zwischen der Radachse und einem Gestell als Primärfederung und/oder zwischen dem Gestell und dem Fahrzeugkasten als Sekundärfederung je ein Federelement vorgesehen ist, welches eine Hydraulikeinheit (2) mit einem Arbeitshohlraum (5), dessen Volumen durch zwei gegeneinander bewegbare Endstücke (3a, 3b) veränderbar ist, und einen Federgasbehälter (8) aufweist, der durch ein bewegliches Trennteil (9) in einen Gasraum (10) und einen Hydraulikraum (11) geteilt ist, wobei der Arbeitshohlraum (5) mit dem Hydraulikraum (11) verbunden ist und diese beiden Räume (5, 11) mit einer Flüssigkeit gefüllt sind, der Gasraum (10) jedoch mit einem Gas gefüllt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Arbeitshohlraum von zwei oder mehr Hydraulikeinheiten (2a, 2b, 2c, 2d) über eine Synchronisiereinheit (19, 19a, 19b) mit einem gemeinsamen Federgasbehälter (8a) in Verbindung steht.
2. Federung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Synchronisiereinheit (19) einen Hohlraum (20) aufweist, welcher durch einen frei verschiebbaren Kolben (21) in zumindest drei voneinander unabhängige Teilhöhlräume (22 - 24) getrennt ist, wobei zumindest einer dieser Teilhöhlräume (24) mit einem Federgasbehälter verbunden ist, und zumindest zwei der anderen Teilhöhlräume (22, 23) jeweils mit zumindest einem Arbeitshohlraum eines Federelements verbunden sind.
3. Federung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitshohlräume von Hydraulikeinheiten (2a, 2b) an gegenüberliegenden Seiten einer Radachse mittels einer Synchronisiereinheit (19a) mit einem gemeinsamen Federgasbehälter (8a) verbunden sind. (Fig. 3)
4. Federung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitshohlräume von Hydraulikeinheiten (2a, 2d; 2b, 2c) einer Fahrzeugseite über eine gemeinsame Leitung (17a; 17b) in Kontakt stehen und die beiden Leitungen (17a; 17b) der jeweiligen Fahrzeugseite über eine gemeinsame Synchronisiereinheit (19a) mit einem Federgasbehälter (8a) verbunden sind. (Fig. 4)
5. Federung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitshohlräume von jeweils zwei Hydraulikeinheiten (2a, 2c; 2b, 2d), welche an diagonal gegenüberliegenden Rädern (15) angeordnet sind, über jeweils eine Synchronisiereinheit (19a; 19b) mit einem gemeinsamen Federgasbehälter (8a) verbunden sind. (Fig. 5)
6. Federung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Arbeitshohlraum (5) einer Hydraulikeinheit (2) genau einen Federgasbehälter (8) besitzt.

