

(19)



(11)

**EP 3 892 515 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**13.10.2021 Patentblatt 2021/41**

(51) Int Cl.:  
**B61F 5/10 (2006.01) B61F 5/22 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **21167034.4**

(22) Anmeldetag: **06.04.2021**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(71) Anmelder: **Liebherr-Transportation Systems GmbH & Co. KG**  
**2100 Korneuburg (AT)**

(72) Erfinder: **Schneider, Richard**  
**8224 Löhningen (CH)**

(74) Vertreter: **Laufhütte, Dieter**  
**Lorenz Seidler Gossel**  
**Rechtsanwälte Patentanwälte**  
**Partnerschaft mbB**  
**Widenmayerstraße 23**  
**80538 München (DE)**

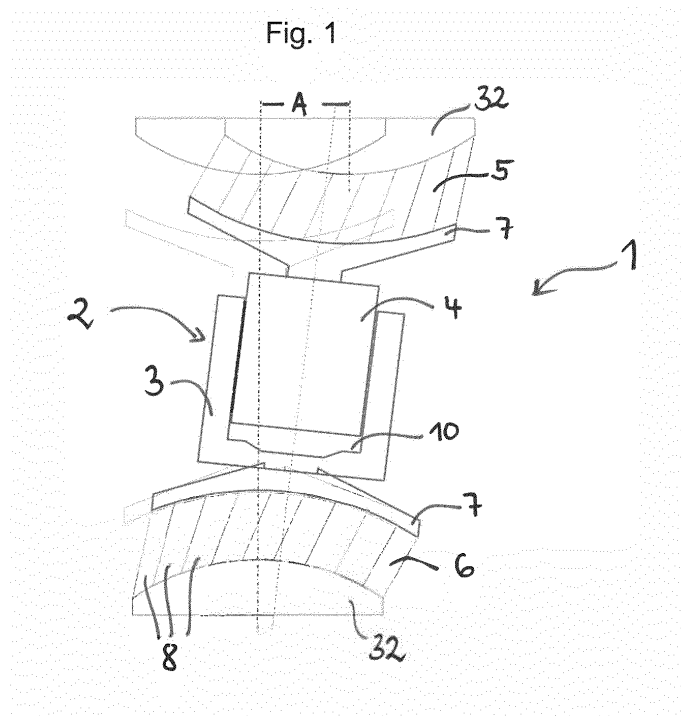
(30) Priorität: **07.04.2020 DE 102020109599**

### (54) HYDROPNEUMATISCHE FEDERUNG FÜR EIN FAHRZEUG

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine hydro-pneumatische Federung (1) für ein Fahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug, die eine Hydraulikzylinderanordnung (2) mit einem Hydraulikzylinder (3) und einem in dem Hydraulikzylinder hin- und herbewegbaren Zylinderkolben (4), ein erstes Federsegment (5), das an einem der beiden Längsenden der Hydraulikzylinderan-

ordnung angeordnet ist, und ein zweites Federsegment (6), das an dem anderen der beiden Längsenden der Hydraulikzylinderanordnung angeordnet ist, umfasst, wobei die jeweiligen Längsenden der Hydraulikzylinderanordnung und die zugehörigen Federsegmente jeweils so ausgelegt sind, dass diese einen nach innen zur Hydraulikzylinderanordnung gewölbte Bogenform bilden.

Fig. 1



EP 3 892 515 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine hydro-pneumatische Federung für ein Fahrzeug, insbesondere ein Schienenfahrzeug, sowie ein mit dieser Federung versehenes (Schienen-)Fahrzeug.

**[0002]** Praktisch alle modernen Schienenfahrzeuge sind mit Luftfedern ausgerüstet, da aus Komfortgründen eine niedrige Vertikalsteifigkeit verlangt wird, was wiederum eine Niveauregulierung nach sich zieht. Daneben ist meist noch eine pneumatische Bremse eingebaut, wohingegen Scheibenwischer und Türen heute meist schon rein elektrisch betrieben werden. Seit Jahrzehnten versuchen Fahrzeughersteller auf die aufwendige Druckluftversorgung zu verzichten, scheiterten jedoch bis heute an einer vernünftigen Lösung eines Ersatzes der Luftfederung.

**[0003]** Jeder Versuch der Substitution einer Luftfeder durch eine hydropneumatische Federung führte zu sehr aufwendigen und komplexen mechanischen Lösungen, weil neben der rein vertikalen Federung, ebenso die Querfederung, die Längsbewegung sowie Drehungen um alle Achsen ermöglicht werden müssen.

**[0004]** Der Ansatz einer reinen Substitution der Luftfeder hat sich demnach als nicht erfolgsversprechend erwiesen.

**[0005]** Aus dem Stand der Technik ist eine Einrichtung bekannt, welche hydropneumatische Federungen in Serie mit Rollenabstützungen vorsieht (WO 2013/189999 A1). Der aus diesem Stand der Technik ableitbare Vorteil ist, dass mittels Wahl der Form der Rollenabstützung praktisch beliebige Quercharakteristiken erzeugt werden können, sowohl linear, wie progressiv oder auch degressiv.

**[0006]** Dennoch ist auch diese aus dem Stand der Technik bekannte Lösung nachteilhaft. Unter anderem sind die dort erforderlichen Rollen über Wälzlagerungen am Hydraulikzylinder angebracht, was eine aufwendige und schwere Umsetzung erfordert und zudem die Gefahr erhöht, dass die Lager bei Verschmutzung blockieren.

**[0007]** Es ist demnach das Ziel der vorliegenden Erfindung eine hydropneumatische Federung für ein Fahrzeug vorzusehen, das die oben aufgeführten Nachteile teilweise oder vollständig überwindet, so dass eine verbesserte Federung für ein Fahrzeug, insbesondere ein Schienenfahrzeug erreicht wird. Dies gelingt mit einer Federung, die sämtliche Merkmale des Anspruchs 1 aufweist. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind dabei in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0008]** Das Vorsehen einer hydropneumatischen Federung spielt seine Stärken besonders dann aus, wenn eine integrierte Lösung zusammen mit dem Fahrwerkkonzept eines Fahrzeugs vorgesehen ist, da dann sämtliche Vorteile und positiven Eigenschaften der hydro-pneumatischen Federung zu einer zusätzlichen Reduktion der Komplexität des Fahrwerks führen und die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile überwunden werden.

**[0009]** Die vorliegende Erfindung beschreibt ein hydro-pneumatisches Federsystem, welches mittels eines Federbeins beide Luftfedern eines Fahrwerks ersetzt. In vorteilhaften Ausführungen wird zudem die Notfederung sowie eine Längsmittnahme integriert, deren Quersteifigkeit praktisch beliebig linear gestaltet werden kann und für alle Fahrzeugtypen geeignet ist, inkl. Neigetechnik-Fahrzeuge. Die Erfindung eröffnet damit den Weg zur Entwicklung von "Airless"-Zügen, die keine Druckluftversorgung mehr benötigen, und daher kleinere, leichtere und günstigere Fahrwerke aufweisen.

**[0010]** Die erfindungsgemäße hydropneumatische Federung für ein Fahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug, umfasst dabei eine Hydraulikzylinderanordnung mit einem Hydraulikzylinder und einem in dem Hydraulikzylinder hin- und herbewegbaren Zylinderkolben, ein erstes Federsegment, das an einem der beiden Längsenden der Hydraulikzylinderanordnung angeordnet ist, und ein zweites Federsegment, das an dem anderen der beiden Längsenden der Hydraulikzylinderanordnung angeordnet ist, wobei die jeweiligen Längsenden der Hydraulikzylinderanordnung und die zugehörigen Federsegmente jeweils so ausgelegt sind, dass diese einen nach innen zur Hydraulikzylinderanordnung gewölbte Bogenform bilden.

**[0011]** Die distalen Endbereiche des ersten und des zweiten Federsegments sind dabei zur Hydraulikzylinderanordnung hin gewölbt. Vorteilhafterweise wird, um einen gewünschten Federeffekt zu erzielen, die hydro-pneumatische Federung mit ihren gewölbten Endbereichen auf korrespondierend gewölbte Auflagen der zu federnden Bestandteile aufgelegt. Erfolgt nun ein Versatz der gegeneinander zu federnden Elemente quer zur Längsrichtung der Hydraulikanordnung, sorgt die Bogenform für einen gewissen Bewegungsspielraum ohne dabei die vertikalen Dämpfeigenschaften signifikant zu verschlechtern.

**[0012]** Nach einer vorteilhaften Variation der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Bogenform eine Kreisbogenform ist, die vorzugsweise zu einer Längsachse der Hydraulikzylinderanordnung hin ihren Tiefpunkt bzw. Hochpunkt aufweist. Typischerweise verläuft die Bogenform in Querschnittsebene der Federung, um einen Querversatz der Federung zu ermöglichen.

**[0013]** Zudem kann vorgesehen sein, dass der Hydraulikzylinder wie auch der Zylinderkolben jeweils starr mit einem Befestigungsteller verbunden sind, auf der das jeweilige Federsegment angeordnet ist, wobei vorzugsweise jeder Befestigungsteller in einem Querschnitt eine nach innen zur Längsachse der Hydraulikzylinderanordnung abfallende Bogenform, bspw. eine Kreisbogenform aufweist, so dass diese einen Punkt mit minimalen Abstand nahe oder an der Längsachse der Hydraulikanordnung besitzt.

**[0014]** Nach der Erfindung ist zudem möglich, dass die Federsegmente Schichtfedersegmente sind, bspw. Gummischichtfedern, die vorzugsweise mehrere nebeneinander angeordnete Schichten aufweisen, so dass

mehrere Schichten senkrecht zur Längsachse der Hydraulikanordnung vorgesehen sind, um eine hohe vertikale Drucksteifigkeit zu erreichen. Die mehreren Schichtfedersegmente sind dabei in einer Querrichtung nebeneinander an dem Befestigungsteller angeordnet. Die einzelnen nebeneinander angeordneten Schichtfedersegmente grenzen dabei aneinander an.

**[0015]** Ferner kann nach einer vorteilhaften Ausführungsform ein Druckspeicher vorgesehen sein, bspw. in Form eines Blasen-, eines Membran- oder eines Federspeichers, der mit dem durch den Zylinderkolben kompressibaren Raum der Hydraulikzylinderanordnung über eine Verbindungsleitung verbunden ist, wobei vorzugsweise die Verbindungsleitung einen großen Leitungsquerschnitt aufweist, damit keine oder nur eine minimal dämpfende Wirkung entsteht.

**[0016]** Der durch Hydraulikzylinder und Zylinderkolben kompressibare Raum ist mit einem Druckspeicher verbunden, der in Abhängigkeit des in diesen Raum eingeführten Drucks die vertikale Dämpfungscharakteristik der Federung beeinflusst. Der Leitungsquerschnitt der zum Druckspeicher führenden Leitung ist dabei ausreichend groß dimensioniert, um eine hierdurch dämpfende Wirkung zu vernachlässigbar klein zu gestalten.

**[0017]** Zudem kann eine Blende oder ein Ventil in der Verbindungsleitung angeordnet sein, um die vertikale Dämpfcharakteristik passiv oder aktiv zu beeinflussen. Möchte man beispielweise ein straffere vertikale Dämpfungscharakteristik, kann man dies durch Verringern des Leitungsquerschnitts der Verbindungsleitung erreichen, da bei einer den Hydraulikzylinder stauchenden Kraft nun nur eine geringere Menge an Fluid den Kolbenraum verlassen kann.

**[0018]** Nach einer optionalen Fortbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Federung ferner eine Innenzylinderkolben in dem Hydraulikzylinder umfasst, der über eine separate Fluidleitung ansteuerbar ist und dazu ausgelegt ist, den durch den Zylinderkolben kompressibaren Raum der Hydraulikzylinderanordnung in seiner Größe zu variieren, wobei vorzugsweise der Innenzylinderkolben zwischen Hydraulikzylinderboden und dem in den Hydraulikzylinder eingesteckten Ende des Zylinderkolbens angeordnet ist und die separate Fluidleitung durch den Hydraulikzylinderboden verläuft.

**[0019]** Durch das Vorsehen des Innenzylinderkolbens kann der aus dem Hydraulikzylinder hervorstehende Zylinderkolben auf einfache Art und Weise herausgefahren werden, ohne dass dafür die Dämpfungscharakteristik aufgegeben werden muss. Der typischerweise in der Nähe des Hydraulikzylinderbodens angeordnete Innenzylinderkolben kann über eine separate Fluidleitung vom Hydraulikzylinderboden wegbewegt werden, was aufgrund des gleichbleibenden Druckniveaus, das für den kompressibaren Kolbenraum des Zylinderkolbens vorherrscht, zu einem Ausschieben des Zylinderkolbens führt. Somit kann das Höhenniveau der mit der Federung gegeneinander zu federnden Bestandteile verändert werden.

**[0020]** Von Vorteil ist dies insbesondere bei einem Schienenfahrzeug, wenn die Räder einer gewissen Abnutzung erfahren haben, die zu einem Absinken in der Höhe führt. Ein Höhenausgleich lässt sich dann relativ einfach durch Anheben des Innenzylinderkolbens realisieren, so dass eine gleichbleibende Höhe des auf dem Fahrwerk federnd abgestützten Wagenkastens möglich ist.

**[0021]** Nach einer optionalen Fortbildung der vorliegenden Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Federung ferner mit einer hydraulischen Leistungseinheit versehen ist, um Hydraulikfluid unter einem gewissen Druck der Hydraulikzylinderanordnung bereitzustellen, wobei vorzugsweise die hydraulische Leistungseinheit an der Hydraulikzylinderanordnung angeordnet ist.

**[0022]** Diese hydraulische Leistungseinheit kann insbesondere zum Variieren der Stellung des Innenzylinders dienen, also für eine Niveauregulierung der durch die Federung erzeugten Dämpfung genutzt werden.

**[0023]** Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Fahrzeug, insbesondere ein Schienenfahrzeug, welches einen Wagenkasten, und eine Fahrwerkseinheit umfasst, wobei der Wagenkasten über ein Federungssystem auf der Fahrwerkseinheit abgestützt ist. Das Fahrzeug ist dadurch gekennzeichnet, dass das Federungssystem eine hydropneumatische Federung nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist, die den oben liegenden Wagenkasten mit einem der beiden Federsegmente und die darunter angeordnete Fahrwerkseinheit mit dem anderen Federsegment kontaktiert.

**[0024]** Dabei kann vorgesehen sein, dass die hydropneumatische Federung in dem Fahrzeug so orientiert ist, dass die Schichtfedersegmente in Querrichtung des Fahrzeugs nebeneinander angeordnet sind.

**[0025]** Ferner kann vorgesehen sein, dass die Bogenform in einer Querschnittsansicht des Fahrzeugs auftritt.

**[0026]** Nach einer Fortbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das zum Wagenkasten gerichtete Federsegment (also das obere Federsegment) mehrere in Längsrichtung des Fahrzeugs zueinander beabstandeten Federsegmenteinheiten umfasst, und vorzugsweise das zur Fahrwerkseinheit gerichtete Federsegment (also das untere Federsegment) mehrere in Längsrichtung des Fahrzeugs zueinander beabstandeten Federsegmenteinheiten umfasst.

**[0027]** Es kann demnach nicht nur ein einzelnes oberes und/oder unteres Federsegment vorgesehen sein, sondern auch mehrere davon, die in Längsrichtung des Fahrzeugs zueinander versetzt angeordnet sind.

**[0028]** Ferner kann nach der Erfindung vorgesehen sein, dass die Federung in einer Höhe des Fahrzeugs angeordnet ist, so dass das untere, also das der Fahrwerkseinheit zugeordnete Federsegment im Nickzentrum des Fahrwerks zum Liegen kommt.

**[0029]** Dies ist für die zu erzielende Stabilisierung des Fahrzeugs von Vorteil, da dann lediglich der obere Teil der Federung, der also nicht im Nickzentrum des Fahrzeugs angeordnet ist, mit entsprechenden Dämpfungs-

mitteln, die gegen das Nicken wirken, versehen werden muss, so dass sich ein insgesamt weniger komplexer Aufbau der Federung ergibt.

**[0030]** Zudem kann nach einer bevorzugten Modifikation der Erfindung vorgesehen sein, dass sich das obere, also das dem Wagenkasten zugeordnete Federsegment direkt am Wagenkasten, einer Traverse oder an einem Joch, das zur Integration einer Notfederung dient, abstützt.

**[0031]** Ebenso kann vorgesehen sein, dass eine Konusfeder, vorzugsweise aus Gummi, zwischen dem Hydraulikzylinder und dem unteren Federsegment angeordnet ist, um eine Notfederung umzusetzen.

**[0032]** Zudem kann nach der Erfindung vorgesehen sein, dass mindestens zwei, idealerweise vier Konusfedern oberhalb des oberen Federsegments in Serie zum Federsystem zwischen einem mit dem Federsystem zusammenwirkenden Joch und einer Traverse oder dem Wagenkasten vorgesehen sind, um eine Notfederung umzusetzen, wobei vorzugsweise die mindestens zwei Konusfedern in Längs- oder Querrichtung des Fahrzeugs versetzt zueinander angeordnet sind.

**[0033]** Ferner kann nach der Erfindung vorgesehen sein, dass an einem äußeren Rand zwischen einer Traverse und dem Wagenkasten Konusfedern als Notfederung vorgesehen sind und/oder eine elastische Traverse in Serie zur hydropneumatischen Federung als Notfederung dient.

**[0034]** Nach einer Fortbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das oben angeordnete Federsegment mit einem Joch in Kontakt ist, zu dem die hydropneumatische Federung in Längsrichtung des Fahrzeug ein gewisses Spiel aufweist, und der obere Bestandteil der Federung, die sogenannte Glocke, mindestens einen Längspuffer, insbesondere in Form einer Gummifeder mit internem Anschlag, zwischen dem mit dem Wagenkasten verbundenen Joch und der Glocke besitzt, um eine progressive Längsdämpfungscharakteristik zu erzeugen, wobei vorzugsweise das Joch die Glocke in Längsrichtung des Fahrzeugs haubenartig umgreift.

**[0035]** Ferner kann dabei die Fahrwerkseinheit Anschläge zum Begrenzen einer Längsbewegung des Hydraulikzylinders und der Glocke aufweisen, um hohe Stoßkräfte in Längsrichtung des Fahrzeugs zu übertragen.

**[0036]** Weiter kann dabei die hydraulische Leistungseinheit separat in der Fahrwerkseinheit oder in dem Wagenkasten angeordnet sein. Vorteilhaft an einer Anordnung im Wagenkasten ist, dass die hydraulische Leistungseinheit dann Energie an jeden der mit dem Wagenkasten in Verbindung stehenden Fahrwerkseinheiten liefern kann. So sind bei Schienenfahrzeugen in der Regel mindestens zwei Fahrwerkseinheiten mit dem Wagenkasten in Verbindung.

**[0037]** Zudem kann das Fahrzeug mit einem Generator versehen sein, der aus Druckänderungen der Hydraulikzylinderanordnung elektrische Energie erzeugt, wobei vorzugsweise diese Energie dazu genutzt wird, die hy-

draulische Leistungseinheit zu versorgen. Damit ist es beispielsweise möglich, dass die hydraulische Leistungseinheit autark zu der Energieversorgung des Fahrzeugs ist, da ihr gesamter Energiebedarf durch den Generator gedeckt ist.

**[0038]** Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden anhand der nachfolgenden Figurenbeschreibung ersichtlich. Dabei zeigen:

Fig. 1: eine Schnittansicht der hydropneumatischen Federung in einem querausgelenktem Zustand,

Fig. 2: eine Querschnittsansicht durch ein Schienenfahrzeug, das die erfindungsgemäße hydropneumatische Federung aufweist,

Fig. 3: insgesamt sechs unterschiedliche Varianten zur Umsetzung einer Notfederung für die erfindungsgemäße hydropneumatische Federung,

Fig. 4: eine Längsschnittansicht einer erfindungsgemäßen Variante der hydropneumatischen Federung in einem Fahrzeug, und

Fig. 5: eine Schnittansicht durch die Hydraulikzylinderanordnung, die einen zwischen Zylinderkolben und Hydraulikzylinderboden angeordneten Innenzylinder zur Niveauregulierung umfasst.

**[0039]** Fig. 1 zeigt eine Schnittansicht der hydropneumatischen Federung 1 in einem querausgelenktem Zustand, so dass sich die Längsrichtung der Federung 1 aus der Blattebene erhebt. Die Federung 1 umfasst eine Hydraulikzylinderanordnung 2 mit einem Hydraulikzylinder 3 und einem darin hin- und herbewegbaren Zylinderkolben 4. Der Kolbenraum 10, also der durch den Zylinderkolben kompressierbare Raum im Hydraulikzylinder 3 ist mit einem Druckspeicher 9 (in Fig. 1 nicht dargestellt) verbunden, so dass bei einer vertikalen Krafteinwirkung, welche zu einem Einschieben des Hydraulikzylinders 4 führt, die gewünschte Dämpfungscharakteristik zum Tragen kommt.

**[0040]** Sowohl der Hydraulikzylinder 3 wie auch der Zylinderkolben 4 weisen an ihrem jeweils distalen Abschnitt einen Befestigungsteller 7 auf, an dem ein Federsegment 5, 6 angeordnet ist.

**[0041]** Der Befestigungsteller 7 weist in der dargestellten Querschnittsansicht eine Bogenform auf, die von einer Längsmittelachse der Hydraulikzylinderanordnung 2 nach außen hin ansteigt. Dabei ist an den Befestigungstellern 7 jeweils an der von der Hydraulikzylinderanordnung 2 abgewandten Seite ein zugehöriges Federsegment 5, 6 angeordnet, das mehrere in Querrichtung zueinander versetzte Schichten 8 aufweist. Die in Querrichtung nebeneinander angeordneten Schichten sorgen für

eine Bewegbarkeit bei einem Querversatz, sorgen aber gleichzeitig für eine Steifigkeit in vertikaler Richtung.

**[0042]** In Fig. 1 ist die Federung 1 um die Länge A querausgelenkt. Die nicht querausgelenkte Federung 1 ist dabei noch teilweise in der Fig. 1 skizziert, um eine bessere Vorstellung der nicht-ausgelenkten Federung zu erhalten. Das von der Hydraulikzylinderanordnung 2 abgewandte bogenförmige Ende des jeweiligen Federsegments 5, 6 wirkt dabei mit einem korrespondierend geformten Federsegmentgegenstück 32 zusammen, das im Querschnitt gesehen eine bauchige sich hin zur Federung erstreckende Form aufweist und mit dem jeweiligen distalen Bereich eines Federsegments 5, 6 verbunden ist. Das Federsegmentgegenstück 32 ist dabei starr und besitzt keine elastischen Eigenschaften, sondern hat die primäre Aufgabe eine Verbindung zwischen einem zu federnden Element und der Federung zu schaffen.

**[0043]** Bei der dargestellten Querauslenkung der Federung 1 erkennt man zudem die hierdurch hervorgerufene Deformation der einzelnen Schichten 8 der Federsegmente 5, 6. Gut zu erkennen ist dies bspw. in den unterem Federsegment 6, da dort die links angeordneten Schichten 8 gestreckt und die rechts angeordneten Schichten 8 gestaucht dargestellt sind. Dennoch bleibt auch bei einer Querauslenkung die prinzipielle durch die Federung erzielbare Vertikaldämpfung erhalten.

**[0044]** Fig. 2 zeigt eine Querschnittsansicht eines Schienenfahrzeugs 15, das die erfindungsgemäße hydropneumatische Federung 1 aufweist. Man erkennt ein Fahrwerk 17, das mit der Federung 1 gegenüber einem Wagenkasten 16 gefedert ist. Das Federbein 1 ist dabei in der Mitte des Fahrwerks 17 angeordnet. Die eigentliche Hydraulikzylinderanordnung 2 ist zwischen zwei Schichtfedersegmenten 5, 6 angeordnet. Dabei kann es mehr als ein oberes Schichtfedersegment 5 geben, die dann in Längsrichtung versetzt vorgesehen sind. Das obere und das untere Segment 5, 6 sind jeweils bogenförmig ausgeführt, wobei die von der Hydraulikzylinderanordnung 2 abstehende Außenfläche der Segmente 5, 6 konkav zur Hydraulikzylinderanordnung 2 ausgebildet ist. Durch entsprechende Wahl der Radien sowie der Schubsteifigkeit der Segmente 5, 6, kann eine beliebige Quersteifigkeit erzeugt werden. Die Vertikalsteifigkeit wird durch den Durchmesser des Kolbens 4 sowie das Volumen des Federspeichers 9 bestimmt.

**[0045]** Die weiteren Funktionen zum Federn des Wagenkastens 16 bleiben weitgehend gleich zu einem klassischen, aus dem Stand der Technik bekannten Fahrwerk 17. So gibt es Wankstabilisatoren 27, eine progressive Querfederung 26 in Form eines Gummipuffers oder einer Querfederrolle, einen Querdämpfer 25 und einen Vertikaldämpfer 24. Der Querdämpfer 25 kann typischerweise als semi-aktiver Dämpfer, als aktive Querfederung, als Aktuator für ein Hold-off-Device (System zur Begrenzung einer Seitenverschiebung während einer gefahrenen Kurve, um das als unkomfortabel empfundene Anliegen an einem Anschlag zu verhindern) oder als Neigeaktuator ausgeführt werden.

**[0046]** Die Vertikaldämpfer 24 werden vorteilhafterweise gekoppelt oder semi-aktiv ausgeführt. Zur Minderung bzw. Elimination des negativen Einflusses der Reibung des Kolbens werden die beiden Vertikaldämpfer gekoppelt oder semi-aktiv angesteuert, so dass diese nur Wankbewegungen dämpfen, da die vertikale Dämpfung bereits durch die Reibung gegeben ist. Zusätzlich kann die Vertikalsteifigkeit der Federung 1 reduziert werden, um zusätzlich den Reibungseinfluss zu reduzieren. Mittels einer entsprechender Gestaltung der Kinematik des Wankstabilisators 27 (Schrägstellung der Stangen führt zu einer Erzeugung eines virtuellen Drehpunktes im Bereich des Wagenkasten-Schwerpunkts), entsprechender Wahl der Radien der oberen und unteren Schichtfedersegmente 5, 6 sowie optionalerweise Verwendung eines Aktuators anstelle des Querdämpfers 25 kann mit der erfindungsgemäßen Federung 1 eine Wankkompensation oder auch eine vollständig aktive Neigung realisiert werden.

**[0047]** Mittels Wahl des Leitungsquerschnitts der Verbindung 11 vom Hydraulikzylinder 3 zum Federspeicher 9 und/oder einem zusätzlichem Ventil oder einer Drossel in der Verbindungsleitung 11, kann die Dämpfung der vertikalen Bewegungen zusätzlich angepasst werden. Eine aktive Regelung des Dämpfungsventils ist ebenfalls umsetzbar.

**[0048]** In Fig. 2 erkennt man neben der Fahrwerkseinheit 17 und dem darüber angeordnetem Wagenkasten 16 eine dazwischen angeordnete Federung 1, die zusammen mit weiteren Stabilisationsmechanismen, wie Wankstabilisatoren 27, Querdämpfer 25, Vertikaldämpfer 24, etc. ein gesamtes Federsystem für das Fahrzeug 15 erzeugt. Der auf dem Gleis 33 abrollende Radsatz 31 ist dabei über eine Radsatzführung 30 sowie einer Primärdämpfung 29 und Primärfederung 28, welche nur das auf dem Gleis 33 abrollende Rad 31 dämpft bzw. federt, an die Fahrwerkseinheit 17 angebunden.

**[0049]** Für eine Vertikaldämpfung von Fahrwerkseinheit 17 und dem darüber angeordneten Wagenkasten 16 ist die erfindungsgemäße Federung 1 vorgesehen, die mit ihrem oberen Federsegment 5 zum Wagenkasten 16 und ihrem unteren Federsegment 6 zur Fahrwerkseinheit 17 gerichtet ist. In einer -wie in Fig. 2 dargestellten- einfachen Umsetzung, steht das obere Federsegment 5 dabei in direktem Kontakt mit dem Wagenkasten 16 oder einer Traverse 18 des Wagenkastens 16 und das untere Federsegment 6 in einem direktem Kontakt mit der Fahrwerkseinheit 17. Dem Fachmann ist aber klar, dass auch ein oder mehrere Elemente zwischen dem jeweiligen Federsegment 5, 6 und dem Wagenkasten 16 bzw. der Fahrwerkseinheit 17 zwischengeschoben werden können, ohne die wesentlichen Vorteile der Erfindung zu verlieren.

**[0050]** Im Falle eines Ausfalls der hydropneumatischen Federung 1 wird eine sogenannte Notfederung benötigt, welche einen sicheren Betrieb des Fahrzeugs auch bei ausgefallener hydropneumatischer Federung 1 erlaubt. Diese Notfederung kann in Serie oder auch pa-

rallel zur erfindungsgemäßen Federung 1 eingebaut werden.

**[0051]** Fig. 3 zeigt dabei verschiedene Varianten möglicher Ausführungen von Notfedern, wobei die Varianten "c" und "f" in Kombination mit der erfindungsgemäßen Federung 1 als besonders vorteilhaft angesehen werden.

**[0052]** Die Variante "a" weist keine Notfeder auf, sondern zeigt lediglich die Federung 1 in direkter Verbindung mit einer Traverse 18 zur Befestigung am Wagenkasten 16.

**[0053]** Variante "b" zeigt die mögliche Umsetzung einer Notfeder, indem eine Konusfeder 20 in den Zylinderkolben 4 integriert ist. Fällt die hydropneumatische Federung 1 aus, da sie bspw. ein Leck aufweist, sinkt der Zylinderkolben 4 auf den Hydraulikzylinderboden 14 ab, besitzt aber weiterhin eine vertikale Dämpfeigenschaft, da in den Kolben 4 eine Konusfeder 20 integriert ist. Die Konusfeder 20 ist dabei zwischen der zu dem Hydraulikzylinder 3 zugewandten Seite des Befestigungstellers 7 und einem in den Zylinder 3 eintauchenden Abschnitt des Kolbens angeordnet.

**[0054]** Bei Variante "c" werden zwei Konusfedern 20 um eine Breitenmitte in Querrichtung versetzt angeordnet. Das Zusammenwirken mit dem oberen Federsegment 5 der Federung 1 erfolgt dabei über ein sogenanntes Joch 19, das eine Verbindung zu der Traverse 18 über die beiden Konusfedern 20 erzeugt. Diese Konusfedern sind dabei an den beiden Endabschnitten in Querrichtung des Jochs 19 angeordnet und sorgen für eine Anordnung der Konusfedern 20 in Serie zu der hydropneumatischen Federung 1. Fällt nun die hydropneumatische Federung 1 aus, ist durch die beiden Konusfedern 20 eine Notfederung vorhanden.

**[0055]** Das Joch 19 mit seinen beiden Konusfedern 20 kann dabei auch um 90° rotiert angeordnet werden, so dass die beiden Konusfedern 20 nicht in Querrichtung sondern in Längsrichtung des Fahrzeugs 15 beabstandet sind.

**[0056]** Variante "d" zeigt die Umsetzung einer Notfeder, indem zwei Konusfedern 20 in der Traverse 18 gelagert sind, wobei die Konusfedern 20 direkt in einer Befestigung mit dem Wagenkasten 16 integriert sind.

**[0057]** Bei Variante "e" wird eine elastische Traverse 18' verwendet, die die Funktion einer Notfeder übernehmen kann, sollte die hydropneumatische Federung 1 ausfallen. Durch das Aufsetzen des Wagenkastens 16 auf die elastische Traverse 18' ist eine vertikale Dämpfung direkt durch die Elastizität der Traverse 18' gegeben.

**[0058]** Bei Variante "f" wird der Hydraulikzylinder 3 direkt in eine Konusfeder eingesetzt, welche die Notfederfunktion übernimmt. Die Konusfeder 20 ist weiter über eine sog. Glocke 21 mit dem unteren Schichtfedersegment 6 verbunden.

**[0059]** Die Federungselemente der Notfederung sind in den voranstehenden Varianten "b" bis "f" als Konusfedern 20, die vorzugsweise Gummi-Konusfedern sind,

umgesetzt. Es sind jedoch auch andere Formen wie z.B. reine Gummischichtfedern, etc. denkbar.

**[0060]** Fig. 4 zeigt eine an die Variante "c" der Fig. 3 angelehnte Umsetzung in einer etwas detailreicheren Darstellung, wobei hier die beiden Konusfedern 20 jedoch in Längsrichtung zueinander versetzt angeordnet sind.

**[0061]** Im zentralen Bereich des Fahrwerks 17 ist in der Regel die sog. Längsmitnahme angeordnet. Diese besteht in der Regel aus einem Drehzapfen, Gleitelementen oder einer sog. Lemniskate. Über diese Konstruktion werden die Längskräfte übertragen, so dass diese unabhängig von der Ausdrehbewegung sowie vom Querweg übertragen werden können. Eine von der erfindungsgemäßen Federung 1 unabhängige Längsmitnahme, führt zu einer aufwendigen und komplexen mechanischen Konstruktion. Deshalb ist es von Vorteil, die Längsmitnahme in die Federung 1 zu integrieren. Fig. 4 zeigt daher eine Schnittansicht in Längsrichtung durch eine vollständige Federung 1 mit Notfederung und Längsmitnahme.

**[0062]** Das untere Schichtfedersegment 6 ist als einzelne Feder ausgeführt und ist im Nickzentrum des Fahrwerks 17 angeordnet. Die beiden oberen Federsegmente 5 sind in Längsrichtung des Fahrzeugs 15 versetzt angeordnet, so dass das Hydraulikzylinderanordnung 2, das auch als Federbein bezeichnet werden kann, in vertikaler Richtung stabilisiert wird. Zwischen der Traverse 18 und den oberen Schichtfedersegmenten 5 ist ein sog. Joch 19 mit integrierten Notfedern in Form von zwei in Längsrichtung des Fahrzeugs beabstandeten Konusfedern 20 angeordnet. Dabei ist der innere Konuszapfen direkt an der Traverse 18 montiert und der diesen Zapfen umgebende kegelabschnittförmige Bestandteil der Konusfeder 20 an dem Joch 19 befestigt. Für die eigentliche Längsmitnahme sind zusätzlich zwei Längspuffer 22 und vier Längsansschläge 23 vorgesehen.

**[0063]** Die Charakteristik der Längsmitnahme teilt sich bei der vorliegenden Erfindung in die folgenden drei Bereiche auf:

- a) bei kleinen Bewegungen liegt eine niedrige Steifigkeit vor, so dass sich dadurch eine optimale Entkoppelung des Fahrwerks 17 vom Wagenkasten 16 erreichen lässt. Die Steifigkeit wird über die Schubsteifigkeiten der oberen und unteren Schichtfedersegmente 5, 6 gebildet. Ferner ist diese Charakteristik vor allem in den Zuständen ohne Antriebs- und Bremskräften wirksam.
- b) eine elastische, progressive Charakteristik wird vorliegend über die Längspuffer 22 definiert. Der zum Längspuffer 22 zugehörige Anschlag 23 zwischen Zylinderanordnung 2 und Fahrwerkrahmen 17 ist dabei in Kontakt. Diese Charakteristik ist vor allem in den Zuständen mit Antriebs- und Bremskräften wirksam.
- c) ein Anschlag mit sehr hoher Steifigkeit tritt

bspw. dann auf, wenn ein Längsstoß von bis zu 5g der Fahrwerkmasse zu so hohen Kräften führt, welche nicht mehr über den Federung 1 bzw. über die Gummipuffer 22 geführt werden können. Bei so hohen Kräften kommen alle Anschläge 23 in Aktion. Die Kraft geht dann von der Traverse 18 über die Konusfedern 20, das Joch 19 in den Puffer 22 mit internem Anschlag 23, dann auf die Glocke 21 und direkt wieder über den Anschlag 23 auf den Rahmen 17.

**[0064]** In Fig. 5 ist eine Schnittansicht der Hydraulikanordnung 2 gezeigt, bei der über einen Innenzylinder 12 die Funktionalität einer Niveauregulierung realisiert wird.

**[0065]** Neben der in Fig. 5 gezeigten Umsetzung einer Niveauregulierung kann diese auch durch ein mechanisches Niveauregulierventil erfolgen. So kann bspw. der Abstand vom Fahrwerk 17 zum Wagenkasten 16 gemessen werden und in Abhängigkeit davon der im Federspeicher vorherrschende Druck variiert, so dass es zu einem Ein- oder Ausfahren des Kolbens 4 aus dem Zylinder 3 kommt. Eine Abstandsmessung von Fahrwerk 17 und Wagenkasten 16 kann in den Vertikaldämpfern 24 integriert sein, wobei es aber auch möglich ist, eine separate Abstandsmessung im Bereich der Vertikaldämpfer vorzusehen, die vorzugsweise in der Mitte des Fahrzeugs 15 erfolgt.

Weiter ist möglich, dass die Abstandsmessung in der Hydraulikzylinderanordnung 2 integriert ist.

**[0066]** Für eine betriebliche Höhenverstellung (das sogenannte Levelling) wird eine Höhen- bzw. Abstandsmessung vom Wagenkasten 16 zum Bahnsteig (z.B. via Radar, Laser, etc.) durchgeführt und über ein elektrisches Ventil die Feder entsprechend angehoben oder abgesenkt.

**[0067]** Zum Durchführen eines Levellings oder auch zum Ausgleich der Radabnutzung muss der Abstand von Fahrwerkseinheit 17 und Wagenkasten 16 anpassbar sein.

**[0068]** Wie in der Schnittansicht der Fig. 5 ersichtlich, kann dazu in der Hydraulikanordnung 2 ein zweiter Kolben 12, der sogenannte Innenkolben 12 installiert sein, welcher über eine separate Ölversorgung und Steuerung/Regelung ansteuerbar ist. Der Innenzylinderkolben 12 ist dabei zwischen dem Hydraulikzylinderboden 14 und dem aus dem Zylinder 3 herausstehenden Zylinderkolben 4 angeordnet. Über eine separate Fluidleitung 13 ist es möglich, den Innenzylinderkolben 12 im Inneren des Hydraulikzylinders 3 zu bewegen, so dass dieser den für den Zylinderkolben 4 zu Verfügung stehenden Kolbenraum 10 verringern kann. Dadurch wird der Druck in dem Druckspeicher 9 und dem Kolbenraum 10 ansteigen und ein Anheben des Zylinderkolbens 4 aus dem Hydraulikzylinder 3 bewirken.

**[0069]** Für den Ausgleich der Radabnutzung und zum Durchführen eines Levelling wird lediglich ein Schnellanschluss zur Verfügung gestellt, so dass in der Werkstätte mit einer entsprechenden Vorrichtung rasch ein

Höhenausgleich realisiert werden kann, indem die für das korrekte Levelling erforderliche Fluidmenge unter den Innenzylinderkolben eingebracht wird.

**[0070]** Alternativ oder zusätzlich kann die Fluidzufuhr über die separate Fluidleitung 13 auch in Abhängigkeit eines gemessenen Abstands vom Wagenkasten 16 zu einem Bahnsteig oder der Fahrwerkseinheit 17 automatisch eingestellt werden. Dazu wird einfach über die separate Fluidleitung 13 die entsprechende Menge an Fluid eingeführt bzw. abgelassen, so dass man die gewünschte Höhe des Wagenkastens 16 erreicht.

**[0071]** Zur Erzeugung des hydraulischen Drucks, welche bspw. zur Niveauregulierung sowie zum Ausgleich von Leckagen genutzt werden kann, kann eine hydraulische Leistungseinheit vorgesehen sein. Diese kann entweder in kompakter Form direkt an der Hydraulikzylinderanordnung 2 oder separat in der Fahrwerkseinheit 17 angeordnet sein. Eine Anordnung am Wagenkasten 16, um damit die typischerweise zwei mit dem Wagenkasten 16 in Verbindung stehenden Fahrwerkseinheiten 17 zu verbinden und so die dort angeordneten Abnehmer von Hydraulikfluid zu versorgen, ist ebenfalls denkbar. Vorteilhafterweise ist in eine solche hydraulische Leistungseinheit ist mit Vorteil auch gleich die elektrische und/oder elektronische Steuerung integriert. Da zur reinen Niveauregulierung sowie zum Ausgleich von Leckage sehr wenig Energie benötigt wird, kann das System auch mit einer autarken Energieversorgung ausgerüstet werden. So können beispielsweise die laufend Druckänderungen in der Hydraulikzylinderanordnung 2 als Energiequelle genutzt werden. Diese Energie wird über einen kleinen Generator genutzt, um eine Batterie zu laden, welche die Stromversorgung der Elektronik, Sensorik, der Ventile sowie auch der Pumpe sicherstellt. Das Prinzip des Generators basiert vorzugsweise auf der Nutzung von Druckänderungen in der Hydraulikzylinderanordnung 2, welche über kleine Bewegungen über entsprechende Generatoren in elektrische Energie umgewandelt werden. Die wesentlichen Merkmale dieser Einrichtung sind: Von der Erfindung ist aber auch umfasst, dass das System in einem elektronischen Netzwerk betrieben wird.

#### Bezugszeichenliste:

##### **[0072]**

- |    |   |
|----|---|
| 1  | hydropneumatische Federung                        |
| 2  | Hydraulikzylinderanordnung                        |
| 3  | Hydraulikzylinder                                 |
| 4  | Zylinderkolben                                    |
| 5  | oberes Federsegment                               |
| 6  | unteres Federsegment                              |
| 7  | Befestigungsteller                                |
| 8  | Schichten eines Federsegments                     |
| 9  | Druckspeicher                                     |
| 10 | kompressibler Raum der Hydraulikzylinderanordnung |
| 11 | Verbindungsleitung                                |

- 12 Innenzylinderkolben
- 13 separate Fluidleitung
- 14 Hydraulikzylinderboden
- 15 Fahrzeug
- 16 Wagenkasten
- 17 Fahrwerkseinheit / Fahrwerksrahmen
- 18 Traverse
- 18' elastische Traverse
- 19 Joch
- 20 Konusfeder
- 21 Glocke
- 22 Längspuffer
- 23 Anschläge zum Begrenzen einer Längsbewegung
- 24 Vertikaldämpfer
- 25 Querdämpfer
- 26 Querpuffer
- 27 Wankstabilisator
- 28 Primärfederung Radsatz
- 29 Primärdämpfung Radsatz
- 30 Radsatzführung
- 31 Radsatz
- 32 Federsegmentgegenstück
- 33 Gleis
- A Querauslenkung

#### Patentansprüche

- 1. Hydropneumatische Federung (1) für ein Fahrzeug (15), insbesondere Schienenfahrzeug, umfassend:
  - eine Hydraulikzylinderanordnung (2) mit einem Hydraulikzylinder (3) und einem in dem Hydraulikzylinder (3) hin- und herbewegbaren Zylinderkolben (4),
  - ein erstes Federsegment (5), das an einem der beiden Längsenden der Hydraulikzylinderanordnung (2) angeordnet ist, und
  - ein zweites Federsegment (6), das an dem anderen der beiden Längsenden der Hydraulikzylinderanordnung (2) angeordnet ist, wobei die jeweiligen Längsenden der Hydraulikzylinderanordnung (2) und die zugehörigen Federsegmente (5, 6) jeweils so ausgelegt sind, dass diese einen nach innen zur Hydraulikzylinderanordnung (2) gewölbte Bogenform bilden.
- 2. Federung (1) nach Anspruch 1, wobei die Bogenform eine Kreisbogenform ist, die vorzugsweise zu einer Längsachse der Hydraulikzylinderanordnung (2) hin ihren Tiefpunkt bzw. Hochpunkt aufweist.
- 3. Federung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Hydraulikzylinder (3) wie auch der Zylinderkolben (4) jeweils starr mit einem Befestigungsteller (7) verbunden sind, auf der das jeweilige Federsegment (5, 6) angeordnet ist, wobei vor-

zugsweise der Befestigungsteller (7) in einem Querschnitt eine nach innen zur Längsachse der Hydraulikzylinderanordnung (2) abfallende Bogenform, bspw. eine Kreisbogenform aufweist, so dass diese einen Punkt mit minimalen Abstand nahe oder an der Längsachse der Hydraulikzylinderanordnung (2) besitzt.

- 4. Federung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Federsegmente (5, 6) Schichtfedersegmente sind, bspw. Gummischichtfedern, die vorzugsweise mehrere nebeneinander angeordnete Schichten (8) aufweisen, so dass mehrere Schichten (8) senkrecht zur Längsachse der Hydraulikzylinderanordnung (2) vorgesehen sind, um eine hohe vertikale Drucksteifigkeit zu erreichen.
- 5. Federung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ferner ein Druckspeicher (9), bspw. in Form eines Blasen-, Membran- oder Federspeichers vorgesehen ist, der mit dem durch den Zylinderkolben (4) kompressiblen Raum (10) der Hydraulikzylinderanordnung (2) über eine Verbindungsleitung (11) verbunden ist, wobei vorzugsweise die Verbindungsleitung (11) einen großen Leitungsquerschnitt aufweist, damit keine oder nur eine minimal dämpfende Wirkung entsteht.
- 6. Federung (1) nach Anspruch 5, ferner mit einer Blende oder einem Ventil in der Verbindungsleitung (11), um die vertikale Dämpfcharakteristik passiv oder aktiv zu beeinflussen.
- 7. Federung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit einem Innenzylinderkolben (12) in dem Hydraulikzylinder (3), der über eine separate Fluidleitung (13) ansteuerbar ist und dazu ausgelegt ist, den durch den Zylinderkolben (4) kompressiblen Raum (10) der Hydraulikzylinderanordnung (2) in seiner Größe zu variieren, wobei vorzugsweise der Innenzylinderkolben (12) zwischen Hydraulikzylinderboden (14) und dem in den Hydraulikzylinder (3) eingesteckten Ende des Zylinderkolbens (4) angeordnet ist und die separate Fluidleitung (13) durch den Hydraulikzylinderboden (14) geführt ist.
- 8. Federung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit einer hydraulischen Leistungseinheit, um Hydraulikfluid unter einem gewissen Druck der Hydraulikzylinderanordnung (2) bereitzustellen, wobei vorzugsweise die hydraulische Leistungseinheit an der Hydraulikzylinderanordnung (2) angeordnet ist.
- 9. Fahrzeug (15), insbesondere Schienenfahrzeug, umfassend:
  - einen Wagenkasten (16), und



- eine Fahrwerkseinheit (17), wobei der Wagenkasten (16) über ein Federungssystem auf der Fahrwerkseinheit (17) abgestützt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federungssystem eine hydropneumatische Federung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist, wobei die Federung (1) vorzugsweise den oben liegenden Wagenkasten (16) mit einem der beiden Federsegmente (5, 6) und die darunter angeordnete Fahrwerkseinheit (17) mit dem anderen Federsegment (5, 6) kontaktiert.
10. Fahrzeug (15) nach Anspruch 9, wobei das zum Wagenkasten (16) gerichtete Federsegment (5) mehrere in Längsrichtung des Fahrzeugs (15) zueinander beabstandeten separate Federsegmenteinheiten umfasst, und vorzugsweise das zur Fahrwerkseinheit (17) gerichtete Federsegment (6) mehrere in Längsrichtung des Fahrzeugs (15) zueinander beabstandeten separate Federsegmenteinheiten umfasst.
11. Fahrzeug (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 oder 10, wobei die Federung (1) in einer Höhe des Fahrzeugs (15) angeordnet ist, so dass das untere, also das der Fahrwerkseinheit (17) zugeordnete Federsegment (6) im Nickzentrum der Fahrwerkseinheit (17) zum liegen kommt.
12. Fahrzeug (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 bis 11, wobei sich das obere, also das dem Wagenkasten (16) zugeordnete Federsegment (5) direkt am Wagenkasten (16), einer Traverse (18) oder an einem Joch (19), das zur Integration einer Notfederung dient, abstützt.
13. Fahrzeug (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 bis 12, wobei eine Konusfeder (20), vorzugsweise aus Gummi, zwischen dem Hydraulikzylinder (3) und dem unteren Federsegment (6) angeordnet ist, um eine Notfederung umzusetzen.
14. Fahrzeug (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 bis 13, wobei mindestens zwei, idealerweise vier Konusfedern (20) oberhalb des oberen Federsegments (5) in Serie zur Federung (1) zwischen einem mit der Federung (1) zusammenwirkenden Joch (19) und einer Traverse (18) oder dem Wagenkasten (16) vorgesehen ist, um eine Notfederung umzusetzen, wobei vorzugsweise die mindestens zwei Konusfedern (20) in Längs- oder Querrichtung des Fahrzeugs (15) versetzt zueinander angeordnet sind.
15. Fahrzeug (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 bis 14, wobei an einem äußeren Rand zwischen einer Traverse (18) und dem Wagenkas-
- ten (16) Konusfedern (20) als Notfederung vorgesehen sind und/oder eine elastische Traverse (18) in Serie zur hydropneumatischen Federung (1) als Notfederung dient.
16. Fahrzeug (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 bis 15, wobei das oben angeordnete Federsegment (5) mit einem Joch (19) in Kontakt ist, zu dem die hydropneumatische Federung (1) in Längsrichtung des Fahrzeugs (15) ein gewisses Spiel aufweist, und der obere Bestandteil der Federung (1), die sogenannte Glocke (21), mindestens einen Längspuffer (22), insbesondere in Form einer Gummifeder mit internem Anschlag, zwischen dem mit dem Wagenkasten (16) verbundenen Joch (19) und der Glocke (21) besitzt, um eine progressive Längsdämpfungscharakteristik zu erzeugen, wobei vorzugsweise das Joch (19) die Glocke (21) in Längsrichtung des Fahrzeugs (15) haubenartig umgreift.
17. Fahrzeug (15) nach Anspruch 16, wobei ferner die Fahrwerkseinheit (17) Anschläge (23) zum Begrenzen einer Längsbewegung des Hydraulikzylinders (3) und der Glocke (21) aufweist, um hohe Stoßkräfte in Längsrichtung des Fahrzeugs (15) zu übertragen.
18. Fahrzeug (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 bis 16, fortgebildet mit den Merkmalen des Anspruchs 8, wobei die hydraulische Leistungseinheit separat in der Fahrwerkseinheit (17) oder in dem Wagenkasten (16) angeordnet ist.
19. Fahrzeug (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 bis 17, ferner mit einem Generator, der aus Druckänderungen der Hydraulikzylinderanordnung (2) elektrische Energie erzeugt, wobei vorzugsweise diese Energie dazu genutzt wird, die hydraulische Leistungseinheit des Anspruchs 8 zu versorgen.

Fig. 1

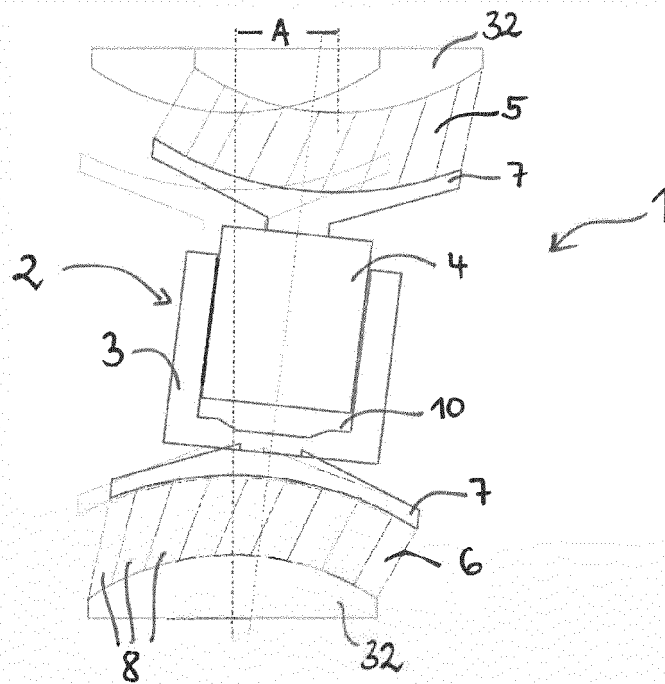
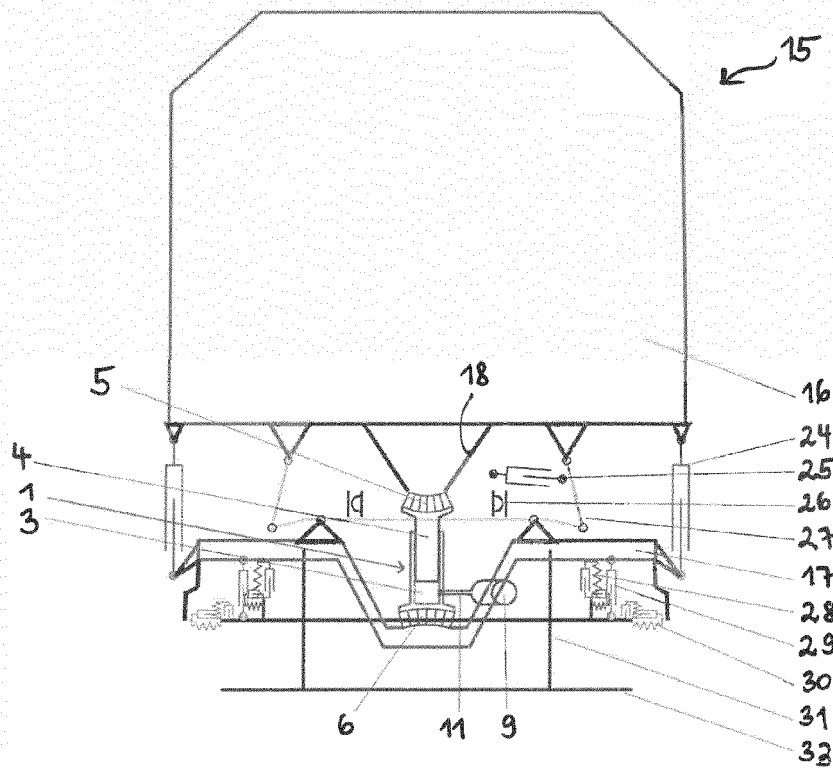
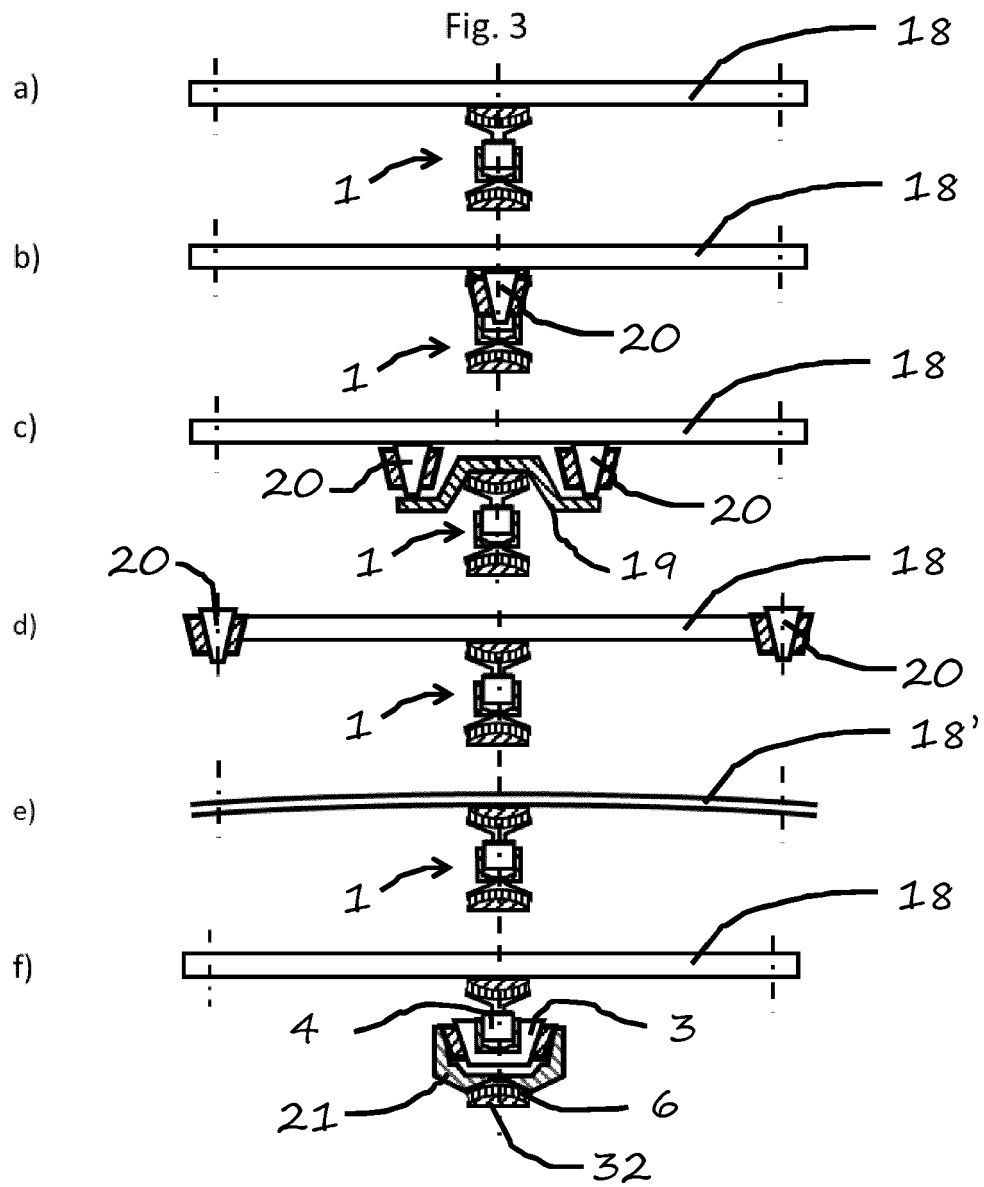


Fig. 2





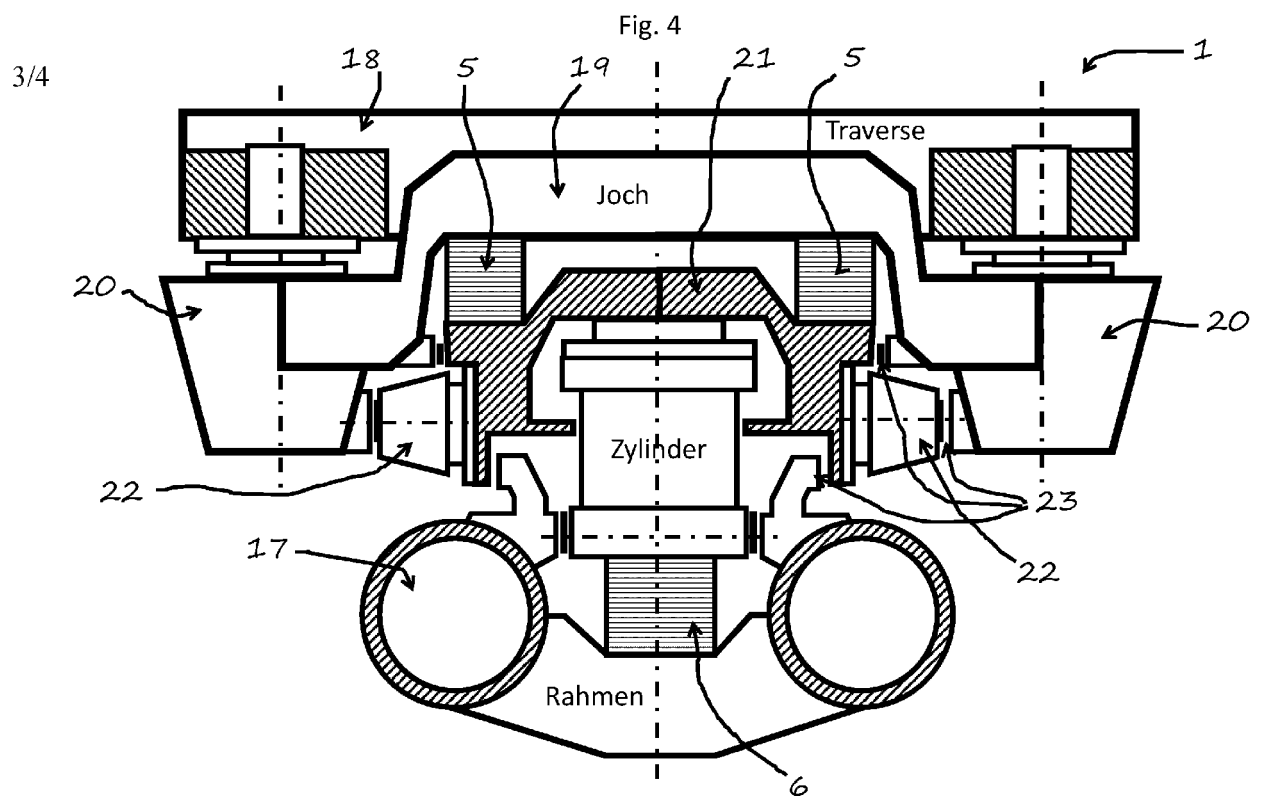
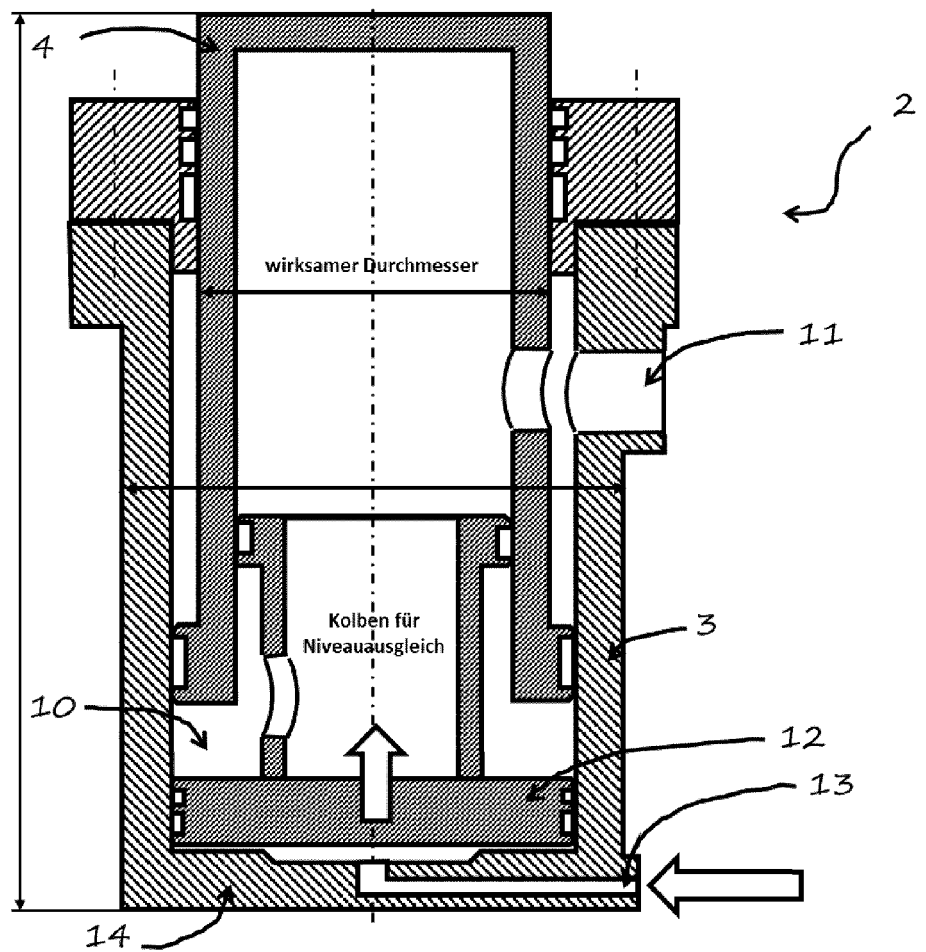


Fig. 5

4/4





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 21 16 7034

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2 917 321 A (THOMAS FENNELL ALFRED) 15. Dezember 1959 (1959-12-15) * Spalte 2, Zeile 30 - Spalte 3, Zeile 63 * * Abbildungen 4, 5 *	1-19	INV. B61F5/10 B61F5/22
A	DE 103 60 516 C5 (KNORR BREMSE SYSTEME [DE]) 16. Dezember 2010 (2010-12-16) * Absätze [0035] - [0042] *	1-19	
A	EP 0 690 802 B1 (KNORR BREMSE AG [DE]) 6. November 1996 (1996-11-06) * Spalte 2, Zeile 35 - Spalte 3, Zeile 55; Abbildungen * * Abbildungen *	1-19	
A	US 2003/107161 A1 (TEICHMANN MARTIN [AT] ET AL) 12. Juni 2003 (2003-06-12) * Absätze [0045] - [0080] * * Abbildungen *	1-19	
A	EP 1 391 331 B1 (LIEBHERR AEROSPACE GMBH [DE]) 27. Juni 2007 (2007-06-27) * das ganze Dokument *	1-19	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B61F B61K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>31. August 2021</b>	Prüfer <b>Durrenberger, Xavier</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 16 7034

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

31-08-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2917321	A	15-12-1959	KEINE	
15	DE 10360516	C5	16-12-2010	AT 500202 A2	15-11-2005
				DE 10360516 A1	28-07-2005
				US 2005183627 A1	25-08-2005
20	EP 0690802	B1	06-11-1996	AT 144944 T	15-11-1996
				DE 9304837 U1	27-05-1993
				EP 0690802 A1	10-01-1996
				JP 3393529 B2	07-04-2003
				JP H08508955 A	24-09-1996
				US 5671682 A	30-09-1997
				WO 9422702 A1	13-10-1994
25	US 2003107161	A1	12-06-2003	AT 411349 B	29-12-2003
				DE 10256022 A1	18-06-2003
				FR 2833231 A1	13-06-2003
				US 2003107161 A1	12-06-2003
30	EP 1391331	B1	27-06-2007	DE 10238059 A1	11-03-2004
				EP 1391331 A2	25-02-2004
				ES 2287391 T3	16-12-2007
				US 2005029064 A1	10-02-2005
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- WO 2013189999 A1 [0005]