

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 2069/2004

(22) Anmeldetag: 09.12.2004

(45) Veröffentlicht am: 15.05.2011

(51) Int. Cl. : **B61F 5/14**

(2006.01)

(30) Priorität:  
22.12.2003 DE 10360516 beansprucht.

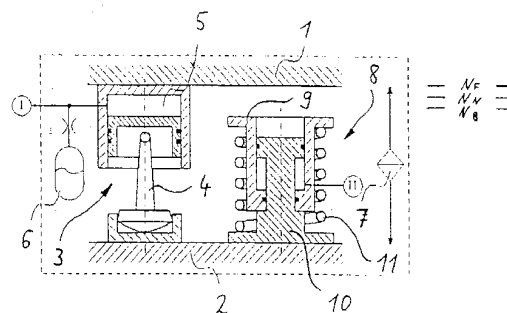
(56) Entgegenhaltungen:  
EP 0690802B1 EP 0663877B1  
US 6637348B1 US 6550394B1  
EP 0866759B1

(73) Patentinhaber:  
KNORR-BREMSE SYSTEME FÜR  
SCHIENENFAHRZEUGE GMBH  
D-80809 MÜNCHEN (DE)

### (54) VORRICHTUNG ZUR SEKUNDÄRFEDERUNG EINES WAGENKASTENS BEI EINEM SCHIENENFAHRZEUG MIT EINEM AKTIVEN FEDERELEMENT

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Sekundärfederung eines Wagenkastens (1) bei einem Schienenfahrzeug, mit einer zwischen dem Wagenkasten (1) und einem darunter angeordneten Drehgestell (2) platzierten hydropneumatischen Federeinheit (3) zur Regelung des Fahrtniveaus (NF) und des Bahnsteigniveaus (NB), wobei mindestens ein zusätzlicher Notfederzylinder (8) ein dazwischenliegendes Notfederniveau (NN) sicherstellt, der einen von einem Zugzylinder (9) umgebenen hydraulischen Kolben (10) umfasst, der mittels einer Druckfeder (11), welche den Zugzylinder (9) koaxial umgibt, ausfahrbar ist.

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die hydropneumatische Federeinheit (3') mittels eines koaxialen oberen Zapfens (12) über eine korrespondierende Ausnehmung seitens des Wagenkastens (1) vertikal geführt ist.



**Fig.1**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Sekundärfederung eines Wagenkastens bei einem Schienenfahrzeug, mit einer zwischen dem Wagenkasten und einem darunter angeordneten Drehgestell platzierten hydropneumatischen Federeinheit zur Regelung des Fahrtniveaus  $N_F$  und des Bahnsteigniveaus  $N_B$ , wobei mindestens ein zusätzlicher Notfederzylinder ein dazwischenliegendes Notfederniveau  $N_N$  sicherstellt, der einen von einem Zugzylinder umgebenen hydraulischen Kolben umfasst, der mittels einer Druckfeder, welche den Zugzylinder coaxial umgibt, ausfahrbar ist.

**[0002]** Neben einer der Komfortsteigerung im Personenverkehr dienenden Sekundärfederung weist ein Schienenfahrzeug gewöhnlich auch eine Primärfederung auf. Die Primärfederung wirkt zwischen den Radachsen des Schienenfahrzeugs und dem Drehgestell und dient vornehmlich der Absorption harter Stöße, welchen das Schienenfahrzeug während der Fahrt aufgrund ungleichmäßiger Schienenführung und dergleichen ausgesetzt ist. Eine Sekundärfederung zwischen einem Wagenkasten und einem spurgebundenen Drehgestell eines Schienenfahrzeuges kommt dagegen insbesondere zur zusätzlichen Schwingungsisolierung des Wagenkastens zum Einsatz, um im Personenverkehr eine besonders komfortable Fahrt mit dem Schienenfahrzeug zu ermöglichen. In vielen Fällen wirkt die Sekundärfederung auch mit einer Wanksteuerung für den Wagenkasten zusammen.

**[0003]** Aus der EP 0 690 802 B1 ist ein nach Art einer hydropneumatischen Federung ausgebildete Sekundärfederung für ein Schienenfahrzeug bekannt. Die Sekundärfederung wird durch ein Hydraulikzylinder erzielt, dessen Druckkammer mit einem hydropneumatischen Druckspeicher in Verbindung steht. Über das Gasvolumen des hydropneumatischen Druckspeichers wird eine vertikale Federwirkung erzielt. Der Hydraulikzylinder ist des Weiteren mit einer Pendelstütze ausgestattet, welche einen Teil der Kolbenstange bildet, die am oberen Ende ein Gelenk aufweist. Bei Querbewegungen schwenkt die Pendelstütze aus, wobei deren Ende auf einer korrespondierenden Fläche abrollt. Da der Radius der Endfläche der Pendelstütze größer ist als der Abstand des Gelenks von dessen Auflagefläche, ergibt sich bei Querbewegungen ein rückstellendes Moment, das in Folge des konstanten Abstandes des Gelenks von der Auflagefläche unabhängig vom Federweg ist.

**[0004]** In der US 6 637 348 B1 ist eine Druckfeder innerhalb eines topfförmig ausgeführten Kolbens untergebracht, was prinzipiell eine platzsparendere Lösung darstellt. Allerdings muss in diesem Fall am Kolben eine Atmungsbohrung vorgesehen werden, da sich der Kolben ansonsten bei einem Defekt an der inneren dynamischen Dichtung mit Hydrauliköl füllen würde. Die Anordnung einer Atmungsbohrung oder einer anderen Öffnung im Bereich des Fahrwerks eines Schienenfahrzeuges bringt jedoch die Problematik mit sich, dass diese Öffnung durch Verschmutzungen verstopfen kann.

**[0005]** Die EP 0 866 759 B1 offenbart eine hydropneumatische Federung zwischen Drehgestell und Wagenkasten mit zwei parallel geschalteten Federsystemen, wobei jedes Federsystem drei parallel angeordnete Federn aufweist. Bei Ausfall einer Feder übernehmen die anderen Federn deren Funktion, sodass eine Notfederung und damit ein Notbetrieb gewährleistet ist, wobei diese zusätzlichen Federn einen technisch höheren Aufwand und zudem deutliche Mehrkosten verursachen.

**[0006]** Die US 6 550 394 B1 offenbart eine Luft- bzw. hydraulische Federung mit einem bei Systemausfall des Hydraulik- bzw. Luftkreises aktiven Notfederzylinder, welcher zur ursprünglichen Position wieder zurückgefahren wird, wenn der Druck des Hydraulik- bzw. Luftkreises wiederhergestellt ist. Dabei ist eine mit einer ersten Versorgungsleitung der Luft- bzw. hydraulischen Federung in Verbindung stehende zweite Versorgungsleitung notwendig, die den Notfederzylinder bei Systemausfall mit Druck beaufschlagt.

**[0007]** Es ist allgemein bekannt, neben einer Luftfederung oder einer hydropneumatischen Federung im einfachsten Fall herkömmliche Stahlfedern für die Sekundärfederung zu verwenden.

**[0008]** Gewöhnlich ist der Wagenkasten über zwei solcher passiver Federelemente gegenüber dem Drehgestell abgefedert, wobei das Drehgestell gewöhnlich ein paar von Radachsen trägt, die den Kontakt zur Schiene herstellen.

**[0009]** Bei der Ausführung einer Sekundärfederung mittels Stahlfedern als passive Federelemente tritt jedoch das Problem auf, dass das Wagenkastenniveau sich beladungsabhängig ändern kann. Unter Wagenkastenniveau wird im Sinne der vorliegenden Patentanmeldung das Höhenniveau des Wagenkastens relativ zum Drehgestell oder zum Erdboden verstanden.

**[0010]** Aus der EP 0 663 877 B1 geht eine Vorrichtung zur Sekundärfederung hervor, die dieses Problem dadurch vermeidet, indem nicht Stahlfedern zur Sekundärfederung verwendet werden; die Sekundärfederung wird vielmehr über eine hydropneumatische Federeinheit realisiert. Die hydropneumatische Federeinheit besteht aus einem Federbein und einem hydropneumatischen Druckspeicher. Diese Baugruppen erfüllen die Funktion der Abfederung des Wagenkastens und ebenso die Funktion der Dämpfung der Federbewegungen. Das Federbein ist am Wagenkasten und am Drehgestell befestigt. Bei einer Federbewegung verdrängt der Kolben im Federbein ein bestimmtes Ölvolumen. Dieses Ölvolumen arbeitet in dem mit dem Federbein verbundenen hydropneumatischen Druckspeicher gegen ein Gaspolster, das durch eine Membran vom Ölvolumen getrennt wird und somit als federndes Element dient. Damit übernimmt die Hydraulikflüssigkeit als Flüssigkeitssäule die Funktion der Kraftübertragung. Die Fahrzeugschwingungen während der Fahrt werden mit Hilfe der in einem Düsenblock untergebrachten Düsen gedämpft. Bei einer Lastzunahme des Wagenkastens wird das Gasvolumen in den hydropneumatischen Speichern komprimiert. Ohne eine Niveauregelung hätte dies ein Absenken des Wagenkastens - wie beim vorstehend beschriebenen passiven Federelement - zur Folge. Um dieses Absenken jedoch zu vermeiden, muss die Verkleinerung des Gasvolumens durch die Einspeisung einer entsprechenden Menge an Hydraulikflüssigkeit kompensiert werden. Hierfür ist die Niveauregelung vorgesehen, welche diesen Ausgleich in Abhängigkeit der über einen Niveausensor gemessenen Distanz zwischen Wagenkasten und Drehgestell vornimmt. Das Ausregeln von Niveauänderungen geschieht bei Stillstand des Fahrzeugs ständig und unter geringer Zeitverzögerung. Während der Fahrt wird das mittlere Fahrzeugniveau ebenfalls ständig überwacht und ausgeglichen.

**[0011]** In bestimmten Einsatzfällen wird vorgegeben, dass der Wagenkasten neben einem angehobenen Fahrtniveau  $N_F$  auch ein darunter liegendes Bahnsteigniveau  $N_B$  einzunehmen hat, welches in einer abgesenkten Stellung des Wagenkastens die Türschwellen der Schienenfahrzeuge mit der Höhe des Bahnsteigs in Übereinstimmung bringt, so dass ein stufenfreies Ein- und Aussteigen möglich ist. Weiterhin ist vorzusehen, dass der Wagenkasten des Schienenfahrzeuges trotz eines solchen abgesenkten Bahnsteigniveaus  $N_B$  auch in der Lage ist, bei Systemausfall in der Haltestelle selbständig oder manuell betrieben in ein darüberliegendes Notfallniveau  $N_N$  zur Wiederaufnahme der Fahrt gebracht werden kann. Darüberhinaus ist ebenso vorzusehen, dass der Wagenkasten des Schienenfahrzeuges bei Systemausfall während der Fahrt aus dem angehobenen Fahrtniveau  $N_F$  nicht unter das Notfallniveau  $N_N$  absinkt.

**[0012]** Dieses zwischen dem abgesenkten Bahnsteigniveau  $N_B$  und dem angehobenen Fahrtniveau  $N_F$  liegende Notfallniveau in  $N_N$  ermöglicht trotz Systemausfall eine zumindest langsame Weiterfahrt des Schienenfahrzeuges.

**[0013]** Bei der bekannten Vorrichtung zur Sekundärfederung mit aktiver Niveauregelung lässt sich ein Notfallniveau  $N_N$  ausgehend von einem Fahrtniveau  $N_F$  jedoch nur dann einstellen, wenn im Versorgungsspeicher noch ein genügender Vorratsdruck herrscht und das zugeordnete Ventil manuell betätigt wird. Somit ist ein Notfallniveau  $N_N$  nicht unter allen Umständen sicherzustellen.

**[0014]** Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Sekundärfederung zu schaffen, mit welcher trotz Systemausfall der Wagenkasten im Stillstand unter allen Umständen aus einem abgesenkten Bahnsteigniveau  $N_B$  ein Notfallniveau  $N_N$  einnehmen kann und der Wagenkasten bei Systemausfall während der Fahrt aus dem angehobenen Fahrtniveau  $N_F$  nicht unter das Notfallniveau  $N_N$  absinkt.

**[0015]** Die Aufgabe wird ausgehend von einer Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 in Verbindung mit dessen kennzeichnenden Merkmalen gelöst. Die nachfolgenden abhängigen Ansprüche geben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung wieder.

**[0016]** Die Erfindung schließt die technische Lehre ein, dass über eine hydropneumatische Federeinheit als aktives Federelement im Normalbetrieb neben dem angehobenen Fahrtniveau  $N_F$  auch ein abgesenktes Bahnsteigniveau  $N_B$  für den Wagenkasten einstellbar ist, wobei zusätzliches mindestens ein Notfederzylinder vorgesehen ist, der bei Systemausfall durch ein dazwischenliegendes Notfederniveau  $N_N$  für einen Notbetrieb sicherstellt. Dabei kann sich zum Einen das Notfederniveau  $N_N$  bei Systemausfall durch ein selbständiges Ausfahren des Notfederzylinders einstellen. Zum Anderen ist es alternativ auch denkbar, dass sich das Notfederniveau  $N_N$  bei Systemausfall über den bereits ausgefahrenen Notfederzylinders einstellt, der insoweit bereits in Bereitstellung steht.

**[0017]** Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung liegt darin, dass die Vorteile einer aktiven Sekundärfederung hinsichtlich der flexiblen Einstellung unterschiedlicher Wagenkastenniveaus verbunden wird mit einer passiv funktionierenden Lösung für einen Notbetrieb, der zumindest eine langsame Weiterfahrt des Schienenfahrzeuges ermöglicht. Im Prinzip wird die Notfederung selbsttätig bei absinkendem Systemdruck aktiviert. Im Stillstand, d.h. im Bereich der Haltestelle bewirkt dies, dass der Wagenkasten aus dem abgesenkten Bahnsteigniveau  $N_B$  in ein höheres Notfederniveau  $N_N$  gelangen kann.

**[0018]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante besteht der Notfederzylinder aus einem hydraulischen Zugzylinder, dessen Kolben mittels einer Druckfeder ausfahrbar ist. Es wird die von der Druckfeder im gespannten Zustand auf den Kolben wirkende Kraft durch eine rückwärtige Druckmittelbeaufschlagung des Kolbens gespeichert. Sinkt dieser rückwärtige Druck ab, dann vollführt der Kolben des Zugzylinders die Ausfahrbewegung aufgrund der nun überwiegenden Federkraft.

**[0019]** Eine besonders platzsparende Anordnung ergibt sich dadurch, dass die Druckfeder nach Art einer Schraubenfeder aus Stahl gefertigt ist, die den Zugzylinder coaxial umgibt. Durch diese nach außen hin freiliegende Anordnung der Druckfeder kann die aufbringbare Federkraft wegen des großen Durchmessers maximiert werden. Gleichzeitig werden die sich relativ zueinander bewegenden Bauteile des Zugzylinders durch die sie umgebende Druckfeder geschützt.

**[0020]** Der Notfederzylinder kann zur hydropneumatischen Federeinheit kraftflussmäßig parallel oder in Reihe geschaltet sein, um die erfindungsgemäße Wirkung zu erzielen.

**[0021]** Im Falle einer Parallelschaltung kann der Notfederzylinder örtlich neben der hydropneumatischen Federeinheit zwischen dem Wagenkasten und dem Drehgestell wirkend angeordnet werden. Diese Nebeneinanderanordnung hat den Vorteil, dass bei bestehenden Sekundärfederungen mit einer hydropneumatischen Federeinheit als aktives Federelement durch Hinzufügung des Notfederzylinders auf einfache Weise eine Nachrüstung erfolgen kann, um bei den betreffenden Schienenfahrzeugen einen Notbetrieb zu ermöglichen.

**[0022]** Alternativ hierzu ist es auch denkbar, die erfindungsgemäße Lösung konstruktiv derart umzusetzen, dass der Notfederzylinder die hydropneumatische Federeinheit coaxial umgibt und während des Normalbetriebes außer Eingriff steht, wobei im Notbetrieb der Notfederzylinder zum Einsatz kommt. Diese Ausführungsform einer Parallelschaltung stellt eine besonders platzsparende Lösung dar, da wenig Bauraum zur Installation der erfindungsgemäßen Sekundärfederung erforderlich ist. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass auch im Notfallbetrieb Teile der hydropneumatischen Federeinheit an der Kraftübertragung beteiligt bleiben, d.h. gegenüber der vorstehend erläuterten Ausführungsform nicht völlig ungenutzt bleiben.

**[0023]** Eine diese letztgenannte Ausführungsform weiter verbessernde Maßnahme besteht darin, dass für den Notbetrieb die hydropneumatische Federeinheit mittels eines coaxialen oberen Zapfens über eine korrespondierende Ausnehmung seitens des Wagenkastens vertikal geführt ist. Natürlich ist es auch denkbar, die Führungselemente auch umgekehrt anzuordnen, so dass ein Zapfen seitens des Wagenkastens angeordnet ist, der in einer korrespondierenden

Ausnehmung seitens der hydropneumatischen Federeinheit vertikal geführt ist oder dergleichen.

**[0024]** Eine kraftflussmäßige Reihenschaltung von Notfederzylinder und hydropneumatischer Federeinheit wird vorzugsweise dadurch realisiert, indem beide Baueinheiten im Kraftfluss nacheinander angeordnet sind und somit gleichzeitig wirken, wobei zum Erreichen des abgesenkten Bahnsteigniveaus  $N_B$  für den Wagenkasten eine zusätzliche Beaufschlagung des Zugzylinders erfolgt, um die Druckfeder zusammenzudrücken. Bei dieser Ausführungsform wird im Normalbetrieb unterschieden zwischen dem Betrieb während der Fahrt und dem Betrieb im Stillstand, d.h. am Bahnsteig. Während der Fahrt wirkt die hydropneumatische Federeinheit mit der Stahlfeder des Zugzylinders in Reihe, d.h. der Zugzylinder ist drucklos und die Stahlfeder kann oszillieren. Am Bahnsteig wird durch Beaufschlagung des Zugzylinders dagegen die Stahlfeder zusammengedrückt, um ein Absenken des Schienenfahrzeuges auf Bahnsteigniveau  $N_B$  zu realisieren. Fällt nun die hydropneumatische Federeinheit aus (Systemausfall) übernimmt die Stahlfeder die Sekundärfederung. Der Kraftfluss entsteht durch den direkten Kontakt von Kolben und Zylinder der hydropneumatischen Federeinheit in der Endanschlagstellung, wodurch sich auch die Federsteifigkeit bei entsprechender Auslegung erhöht. Vorteil dieser Lösung ist, dass die Querfederung durch die Reihenanordnung erhalten bleibt. Gegenüber den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen ist hier die Stahlfeder der Notfederung immer richtig positioniert, so dass im Bezug hierauf keine Übernahmeproblematik besteht.

**[0025]** Vorzugsweise folgt das selbständige Ausfahren des Kolbens des Notfederzylinders in Folge Druckabfall. Alternativ hierzu ist es auch denkbar, dass der Kolben des Notfederzylinders im Normalbetrieb außer Eingriff stehend ausgefahren bleibt, wobei die hydropneumatische Federeinheit das Fahrtniveau  $N_F$  sicherstellt, und dass der Kolben nach Aktivieren von Entriegelungsmitteln innerhalb eines ihn umgebenden topfförmigen Zylindergehäuses zumindest teilweise versenkbar ist. Hierdurch wird bewirkt, dass auch das abgesenkte Bahnsteigniveau  $N_B$  erreichbar ist. Im Falle eines Systemausfalls während der Fahrt stellen die normal-geschlossenen Entriegelungsmittel die ausgefahrene Stellung des Kolbens des Notfederzylinders sicher, so dass das Notfallniveau  $N_N$  über den Notfederzylinder gewährleistet ist. Bei einem Systemausfall in der Haltestelle, d.h. im Stillstand, muss über einen weiteren Kreis Druck aufgebracht werden. Dies kann auch über eine Handbetätigung oder über das in einem Zusatzspeicher bevorratete Druckmedium erreicht werden.

**[0026]** Bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform sollte der Kolben des Notfederzylinders aus mindestens einer entgegen einer Federkraft teleskopartig in den Kolben verschiebbaren Kolbenhülse bestehen, um das Einfedern über den erforderlichen Federweg zu gewährleisten. Eine hohe Federkraft kann dadurch erzeugt werden, dass ein Elastomerelement von einer Schraubenfeder aus Federstahl coaxial umgeben ist. Mit dieser Ausführungsform sind besonders hohe Federkräfte für eine Sekundärfederung realisierbar, so dass ggf. auf eine Mehrfachanordnung von Notfederzylindern zur Sekundärfederung zur Gewährleistung des Notfallbetriebs verzichtet werden kann.

**[0027]** Unter Umständen ist es möglich, bei dieser Ausführungsform auch auf die hydropneumatische Federeinheit gänzlich zu verzichten; der Notfederzylinder dieser Ausführungsform kann über die Druckmittelbeaufschlagung der Druckkammer nämlich auch direkt zur Niveauregelung benutzt werden. Es handelt sich hierbei dann um eine Art höhenverstellbare Notfeder, die in der ausgefahrenen Stellung des Kolbens verriegelt ist und insoweit sowohl die Funktion der Sekundärfeder im Normalbetrieb als auch der Notfeder im Notbetrieb übernimmt.

**[0028]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Sekundärfederung mit einer hydropneumatischen Federeinheit sowie einem druckmittelbeaufschlagbaren Notfederzylinder kann über einen einzigen Hydraulikkreis oder über zwei getrennte Hydraulikkreise betrieben werden. Im Falle eines einzigen Hydraulikkreises ist sowohl die hydropneumatische Federeinheit als auch der Notfederzylinder mit Druckmittel hieraus versorgbar, wobei allerdings der minimale dynamische Druck in einem Hydrospeicher derart ausreichend zu bemessen ist, dass die Druckfeder des Notfederzylinders zusammengedrückt haltbar ist. Im Falle zweier Hydraulikkreise ist dagegen

ein Hydraulikkreis der hydropneumatischen Federeinheit und der andere Hydraulikkreis dem Notfederzylinder zugeordnet. Der Vorteil zweier Hydraulikkreise liegt insbesondere darin, dass für beide Kreise auch verschiedene Betriebsdrücke vorgesehen werden können, was konstruktive Freiheiten hinsichtlich der Bemessung und Dimensionierung der Druckmittelaggregate schafft.

**[0029]** Vorzugsweise sollte die hydropneumatische Federeinheit eine Pendelstütze umfassen, so dass Querbewegungen zwischen dem Wagenkasten und dem Drehgestell möglich sind und Rückstellkräfte zur Zentrierung des Wagenkastens aufgebracht werden.

**[0030]** Um eine aktive Niveauregelung zwischen dem angehobenen Fahrtniveau  $N_F$  und dem abgesenkten Bahnsteigniveau  $N_B$  zu realisieren, ist zusätzlich ein Niveausensor zur Messung des aktuellen Abstandes zwischen dem Wagenkasten und dem Drehgestell vorgesehen, welcher als Ist-Wertgeber fungiert und die elektrischen Messsignale zu einer elektronischen Steuereinheit weiterleitet, die eine Regeleinheit umfasst, welche entsprechende Stellsignale zur Ventilansteuerung der Hydraulikkreise ausgehend von vorgegebenen Sollwerten erzeugt, so dass das gewünschte Wagenkastenniveau hierüber einstellbar ist. Dies erfolgt normalerweise über die hydropneumatische Federeinheit.

**[0031]** Weitere die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit der Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung näher dargestellt.

**[0032]** Es zeigt:

**[0033]** Fig. 1 eine Schnittdarstellung einer Vorrichtung zur Sekundärfederung eines Wagenkastens mit einem örtlich neben einer hydropneumatischen Federeinheit angeordneten Notfederzylinder während der Fahrt,

**[0034]** Fig. 1a die Vorrichtung nach Fig. 1 mit in Bereitstellung ausgefahrenem Kolben,

**[0035]** Fig. 2 eine Schnittdarstellung der Vorrichtung gemäß Fig. 1 während des Notbetriebs,

**[0036]** Fig. 3 eine Schnittdarstellung einer weiteren Ausführungsform einer Vorrichtung zur Sekundärfederung eines Wagenkastens mit koaxialer Anordnung von hydropneumatischer Federeinheit und Notfederzylinder während der Fahrt,

**[0037]** Fig. 4 eine Schnittdarstellung einer Vorrichtung nach Fig. 3 während des Notbetriebs,

**[0038]** Fig. 5 eine Schnittdarstellung einer weiteren Ausführungsform einer Vorrichtung zur Sekundärfederung eines Wagenkastens in Reihenschaltung von hydropneumatischer Federeinheit und Notfederzylinder während der Fahrt,

**[0039]** Fig. 6 eine Schnittdarstellung einer weiteren Ausführungsform einer Sekundärfederung für einen Wagenkasten mit hydropneumatischer Federeinheit und einem verriegelbaren Notfederzylinder während der Fahrt,

**[0040]** Fig. 7 eine Schnittdarstellung der Vorrichtung gemäß Fig. 6 während des Aufenthalts am Bahnsteig, und

**[0041]** Fig. 8 eine Schnittdarstellung der Vorrichtung gemäß Fig. 6 während des Notbetriebs.

**[0042]** Fig. 9 eine koaxial integrierte Variante zur Ausführungsform nach Fig. 1.

**[0043]** Im Hinblick auf Fig. 1 ist zwischen einem oberen Wagenkasten 1 - eines nicht weiter dargestellten - Schienenfahrzeuges und einem unteren Drehgestell 2 eine hydropneumatische Federeinheit 3 als aktives Federelement angeordnet. Die hydropneumatische Federeinheit 3 gewährleistet während der Fahrt des Schienenfahrzeuges ein angehobenes Fahrtniveau  $N_F$  für den Wagenkasten 1, so dass dieser von fahrbedingt störenden Schwingungen weitgehend unbeeinflusst bleibt. Die hydropneumatische Federeinheit 3 übernimmt über eine untere Pendelstütze 4 gleichzeitig auch eine Querführung des Wagenkastens 1. Ein Druckraum 5 der hydropneumatischen Federeinheit 3 wird über einen Hydraulikkreis I beaufschlagt. Parallel hierzu ist ein Hydrospeicher 6 angeschlossen, dessen integriertes Gasvolumen die Federeigenschaft der hydropneumatischen Federeinheit 3 gewährleistet. Durch Beaufschlagung des

Druckraumes 5 ist der Abstand zwischen dem Wagenkasten 1 und dem Drehgestell 2 variierbar. Zum Regeln dieses Wagenkastenniveaus ist ein Niveausensor 7 für die Messung des Abstandes zwischen dem Wagenkasten 1 und dem Drehgestell 2 vorgesehen. Der Niveausensor 7 fungiert als Ist-Wertgeber einer in eine - hier nicht weiter dargestellten - elektronischen Steuereinheit integrierten Niveauregelung zur Einstellung des gewünschten Wagenkastenniveaus.

**[0044]** Hierüber wird der Wagenkasten 1 während der normalen Fahrt des Schienenfahrzeuges auf ein oberes Fahrtniveau  $N_F$  angehoben. In dieser Position ist der maximale Federweg für eine maximale Komfortabilität sichergestellt. Während des Aufenthalts des Schienenfahrzeuges am Bahnsteig wird der Wagenkasten 1 auf ein unteres Bahnsteigniveau  $N_B$  abgesenkt. Auf diesem Bahnsteigniveau  $N_B$  können die Fahrgäste des Schienenfahrzeuges bequem, ohne Überschreiten einer Stufe, einen relativ niedrigeren Bahnsteig bequem betreten.

**[0045]** Zusätzlich zu der hydropneumatischen Federeinheit 3 ist örtlich daneben ein Notfederzylinder 8 vorgesehen. Der Notfederzylinder 8 tritt nur bei Systemausfall - d.h. bei Unterschreiten eines Mindestdrucks im Hydraulikkreis I - in Aktion und stellt in diesem Fall durch selbstständiges Ausfahren eines Kolbens 9 einen Notbetrieb für das Schienenfahrzeug sicher, in welchem das Schienenfahrzeug zumindest mit langsamer Fahrt noch bewegt werden kann. Im Notfallbetrieb wird durch den Notfederzylinder 8 ein Notfederniveau  $N_N$  gehalten, welches zwischen dem angehobenen Fahrtniveau  $N_F$  und dem abgesenkten Bahnsteigniveau  $N_B$  liegt.

**[0046]** Der Notfederzylinder 8 besteht in dieser Ausführungsform aus einem hydraulischen Zugzylinder 9, dessen Kolben 9 mittels einer Druckfeder 11 ausfahrbar ist. Die Druckfeder 11 ist hier nach Art einer Schraubfeder aus Stahl ausgebildet und umgibt den Zugzylinder 9 koaxial.

**[0047]** In dieser Ausführungsform ist also der Notfederzylinder 8 kraftflussmäßig zur hydropneumatischen Federeinheit 3 parallel geschaltet. In der gezeigten Stellung des Kolbens 9 des Notfederzylinders 8 befindet sich die Sekundärfederung im Normalbetrieb während der Fahrt. Dies bedeutet, dass der Zugzylinder 9 vom Hydraulikkreis II druckbeaufschlagt ist, so dass die Druckfeder 11 zusammengepresst ist und der Notfederzylinder 8 insoweit nicht in Aktion tritt.

**[0048]** In der Abwandlung nach Fig. 1 a ist vorgesehen, dass sich das Notfederniveau  $N_N$  bei Systemausfall über den bereits ausgefahrenen Notfederzylinder 8 einstellt.

**[0049]** Ein Systemausfall bewirkt gemäß Fig.2 einen Druckabfall in den Hydraulikkreisen I und II, so dass zum Einen die hydropneumatische Federeinheit 3 ihre Funktion der Sekundärfederung nicht weiter wahrnehmen kann; zum Anderen erfolgt in Folge des Druckabfalls im Zugzylinder 9 ein selbstständiges Ausfahren des Kolbens 9, der nun mit dem Wagenkasten 1 in Kontakt tritt und die Sekundärfederung im Sinne des Notbetriebs übernimmt.

**[0050]** In der weiteren Ausführungsform gemäß Fig.3 umgibt der Notfederzylinder 8' die hydropneumatische Federeinheit 3', so dass sich eine insgesamt kompakte Bauform ergibt. In der gezeigten Stellung im Normalbetrieb, d.h. also während der Fahrt, ist die Druckfeder 11' in Folge der Druckmittelbeaufschlagung durch den Hydraulikkreis II gespannt und steht somit außer Kontakt mit dem Wagenkasten 1. Über den Hydraulikkreis I in Verbindung mit dem Hydrspeicher 6' erfolgt die Höheneinstellung des Wagenkastenniveaus, wie zur vorstehenden Ausführungsform beschrieben.

**[0051]** Im Notbetrieb kommt gemäß Fig.4 der Kolben 9' des Zugzylinders 9 am Wagenkasten 1 zur Anlage, da die Hydraulikkreise I und II an Druck verlieren. In Folge dessen entspannt sich die Druckfeder 11', welche nun die Sekundärfederung im Notbetrieb übernimmt. Zur Führung der hydropneumatischen Federeinheit 3' im Notbetrieb ist diese mit einem oberen Zapfen 12 versehen, der innerhalb einer korrespondierenden Ausnehmung seitens des Wagenkastens 1 vertikal geführt ist. Durch die hier konzentrische Anordnung von hydropneumatischer Federeinheit 3' und Notfederzylinder 8' bleibt die Querfederung und die Abstützung über die Pendelstütze 4' erhalten.

**[0052]** Die Ausführungsform gemäß Fig. 5 stellt eine kraftflussmäßige Reihenschaltung zwischen Notfederzylinder 8'' und hydropneumatischer Federeinheit 3'' dar, welche ebenfalls kon-

zentrisch zueinander angeordnet sind. Sowohl im Normalbetrieb als auch im Notbetrieb wirken hier hydropneumatische Federeinheit 3" und Notfederzylinder 8" gleichzeitig im Kraftfluss zwischen Wagenkasten 1 und Drehgestell 2. Zum Erreichen des abgesenkten Bahnsteigniveaus  $N_B$  für den Wagenkasten 1 erfolgt eine gegenüber dem Normalbetrieb zusätzliche Beaufschlagung des Zugzylinders 9" über den Hydraulikkreis II, um die Druckfeder 11" zusammenzudrücken. Im Notbetrieb fällt die hydropneumatische Federeinheit 3" aus, so dass die nun ausgefahrene Druckfeder 11" die Sekundärfederung übernimmt. Die Querfederung bleibt auch hier durch die in den Kraftfluss eingebundene Pendelstütze 4" erhalten. Im Normalbetrieb wird über den Hydraulikkreis I das angehobene Fahrtniveau  $N_F$  sowie das abgesenkte Bahnsteigniveau  $N_B$  - wie vorstehend beschrieben - geregelt.

**[0053]** In der weiteren Ausführungsform gemäß Fig.6 steht ersichtlicherweise im gezeigten Normalbetrieb ein neben der hydropneumatischen Federeinheit 3"" angeordneter Notfederzylinder 8"" außer Eingriff. Der Kolben dieses Notfederzylinders 8"" ist jedoch voll ausgefahren. Über die hydropneumatische Federeinheit 3"" wird das angehobene Fahrtniveau  $N_F$  sowie das abgesenkte Bahnsteigniveau  $N_B$  sichergestellt.

**[0054]** Zum Einnehmen des abgesenkten Bahnsteigniveaus  $N_B$  ist der Kolben 9"" nach Aktivieren von Entriegelungsmitteln 13, die hier nach Art eines Kugelsperremechanismus ausgebildet sind, innerhalb eines topfförmigen Zylindergehäuses 14 versenkbar, wie Fig. 7 zeigt.

**[0055]** Im Falle eines Systemausfalls, also im Notbetrieb, stellen die normal-geschlossenen Entriegelungsmittel 13, welche über den Hydraulikkreis II entriegelbar sind, die ausgefahrene Stellung des Kolbens 9"" sicher, wie aus der Fig.8 hervorgeht. Die Sekundärfederung wird nun über eine im Kolben 9"" integrierte Federanordnung gewährleistet, die aus einem Elastomerelement 15 sowie einer das Elastomerelement 15 umgebenden Druckfeder 17 nach Art einer Schraubenfeder gebildet ist. Die Federwirkung wird über eine Kolbenhülse 16 erzielt, die relativ zum Kolben 9"" entsprechend des Federwegs ein- und ausfahrbar ist und am unteren Drehgestell 2 zur Anlage kommt. Der Kolben 9"" ist über eine mit dem topfförmigen Zylindergehäuse 14 zusammenwirkenden Druckfeder 19, der Gewichtskraft sowie zusätzlich über eine Druckmittelbeaufschlagung der im Zylindergehäuse 14 ausgebildeten Druckkammer 18 in die ausgefahrene Stellung überführbar, in welcher der Notfederzylinder 8"" in seiner ausgefahrenen Position verriegelt ist.

**[0056]** Die Ausführungsform nach Fig.9 stellt die koaxial integrierte Variante zur Ausführungsform nach Fig. 1 dar. Gezeigt ist die Vorrichtung im Normalbetrieb an der Haltestelle (Bahnsteig). Zum Absenken des Wagenkastens 1 auf Bahnsteigniveau wird Kreis II mit Druckluft beaufschlagt, so dass die als Notfeder fungierende Druckfeder 11"" zusammengedrückt wird. Gleichzeitig wird im hydropneumatischen Kreis I Öl abgelassen, um den Wagenkasten 1 zu senken. Nachdem die Beladung des Wagenkastens 1 an der Haltestelle abgeschlossen ist, wird im Kreis I Öl eingelassen und im Kreis II der Druck abgesenkt, so dass sich der Wagenkasten 1 auf Fahrtniveau anhebt. Der durch einen Absatz im Innenraum gebildete feste Anschlag 20 steht nun bereit die Notfederfunktion zu übernehmen. Fällt nämlich der hydropneumatische Kreis I aus, senkt sich der Wagenkasten 1 auf den Anschlag 20 ab, so dass die Druckfeder 11"" die Notfederung übernimmt.

**[0057]** Im Normalbetrieb während der Fahrt ist der Kreis II drucklos. Die Sekundärfederung erfolgt über den hydropneumatischen Kreis I. Je nach Einstellung der Drücke kann erreicht werden, dass die Druckfeder 11"" stillsteht oder sich an der Federung im Normalbetrieb beteiligt.

**[0058]** Die vorliegende Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht allein auf die vorstehend beschriebenen vier konkreten Ausführungsformen. Es sind vielmehr auch Abwandlungen hiervon denkbar, welche von der Lehre der nachfolgenden Ansprüche Gebrauch machen. So ist es auch möglich, neben einer bevorzugten separaten Druckmittelbeaufschlagung von hydropneumatischer Federeinheit und Notfederzylinder über eigene Hydraulikkreise auch einen einzigen Hydraulikkreis zu verwenden, wobei die Ventilbeschaltung allerdings entsprechend anzupassen ist. Zur Sicherstellung eines möglichst weichen Übergangs von Normalbetrieb auf Notbetrieb sieht die erfindungsgemäße Lösung vor, dass die Drucksteuerung des Hydraulikkrei-



ses II über die Niveauerkennung des Sensors oder Auswertung von Druckgradientenverläufen ausgewertet wird und zeitlich entsprechend gesteuert wird.

## BEZUGSZEICHEN

- |    |                                |
|----|--------------------------------|
| 1  | Wagenkasten                    |
| 2  | Drehgestell                    |
| 3  | Hydropneumatische Federeinheit |
| 4  | Pendelstütze                   |
| 5  | Druckraum                      |
| 6  | Hydrospeicher                  |
| 7  | Niveausensor                   |
| 8  | Notfederzylinder               |
| 9  | Zugzylinder                    |
| 10 | Kolben                         |
| 11 | Druckfeder                     |
| 12 | Zapfen                         |
| 13 | Entriegelungsmittel            |
| 14 | Zylindergehäuse                |
| 15 | Elastomerelement               |
| 16 | Kolbenhülse                    |
| 17 | Druckfeder                     |
| 18 | Druckraum                      |
| 19 | Druckfeder                     |
| 20 | Anschlag                       |

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Sekundärfederung eines Wagenkastens (1) bei einem Schienenfahrzeug, mit einer zwischen dem Wagenkasten (1) und einem darunter angeordneten Drehgestell (2) platzierten hydropneumatischen Federeinheit (3) zur Regelung des Fahrtniveaus ( $N_F$ ) und des Bahnsteigniveaus ( $N_B$ ), wobei mindestens ein zusätzlicher Notfederzylinder (8) ein dazwischenliegendes Notfederniveau ( $N_N$ ) sicherstellt, der einen von einem Zugzylinder (9) umgebenen hydraulischen Kolben (10) umfasst, der mittels einer Druckfeder (11), welche den Zugzylinder (9) coaxial umgibt, ausfahrbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die hydropneumatische Federeinheit (3') mittels eines coaxialen oberen Zapfens (12) über eine korrespondierende Ausnehmung seitens des Wagenkastens (1) vertikal geführt ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei Hydraulikkreise (I, II) vorgesehen sind, wobei ein Hydraulikkreis (I) die hydropneumatische Federeinheit (3') und der andere Hydraulikkreis (II) den Notfederzylinder (8') mit Druckmittel versorgt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kolben (10'') mindestens eine entgegen einer Federkraft teleskopartig verschiebbare Kolbenhülse (16) umfasst.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Federkraft durch eine coaxiale Anordnung eines von einer Druckfeder (17) umgebenen Elastomerelements (15) erzeugt wird.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kolben (10'') über eine mit dem topfförmigen Zylindergehäuse (14) zusammenwirkenden Druckfeder (19), der Gewichtskraft und zusätzlich über eine Druckmittelbeaufschlagung einer Druckkammer (18) des Zylindergehäuses (14) in die ausgefahrene Stellung überführbar ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die hydropneumatische Federeinheit (3) eine Pendelstütze (4) zwischen dem Wagenkasten (1) und dem Drehgestell (2) umfasst.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Niveausensor (7) zwischen dem Wagenkasten (1) und dem Drehgestell (2) vorgesehen ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung mindestens ein Hydrogerät mit einem Hydrospeicher (6) umfasst.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hydraulikkreis (I) einen Drucksensor umfasst.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hydraulikkreis (II) einen Drucksensor umfasst.

**Hierzu 5 Blatt Zeichnungen**

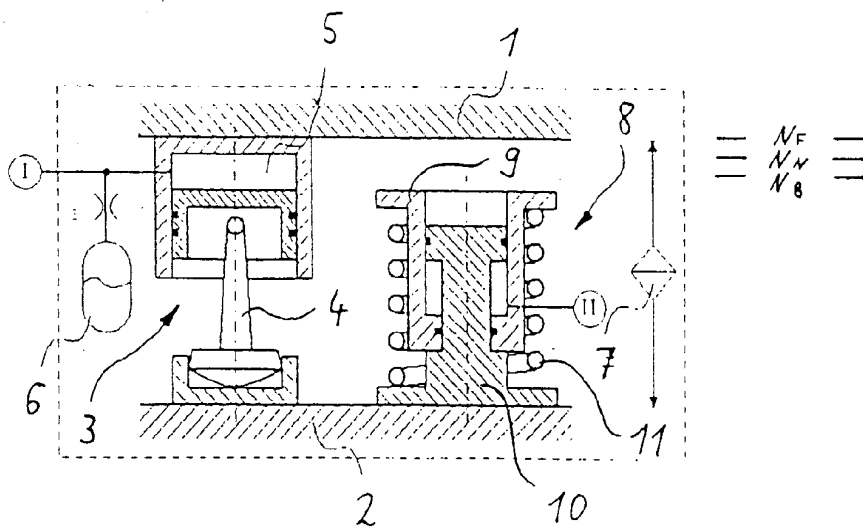


Fig.1

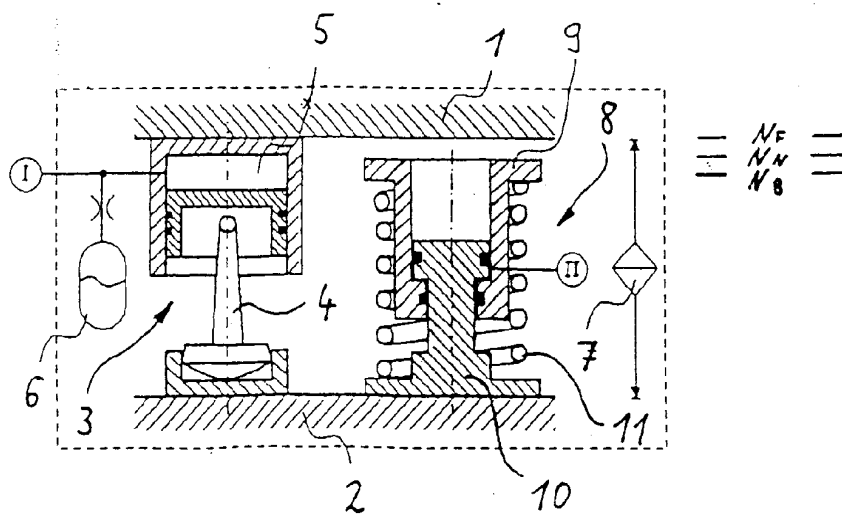


Fig.1a

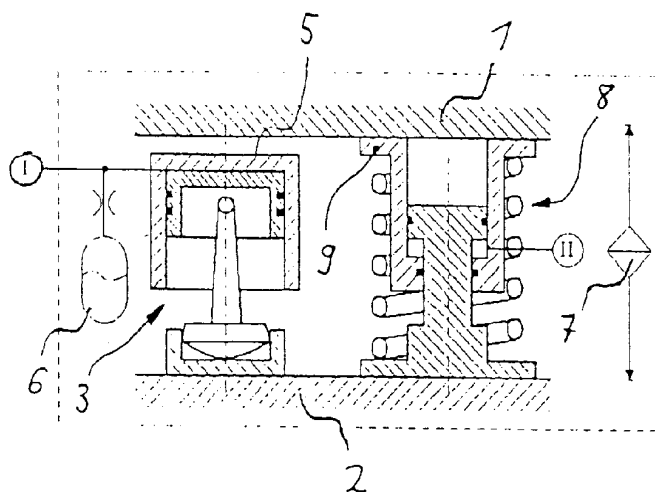


Fig. 2

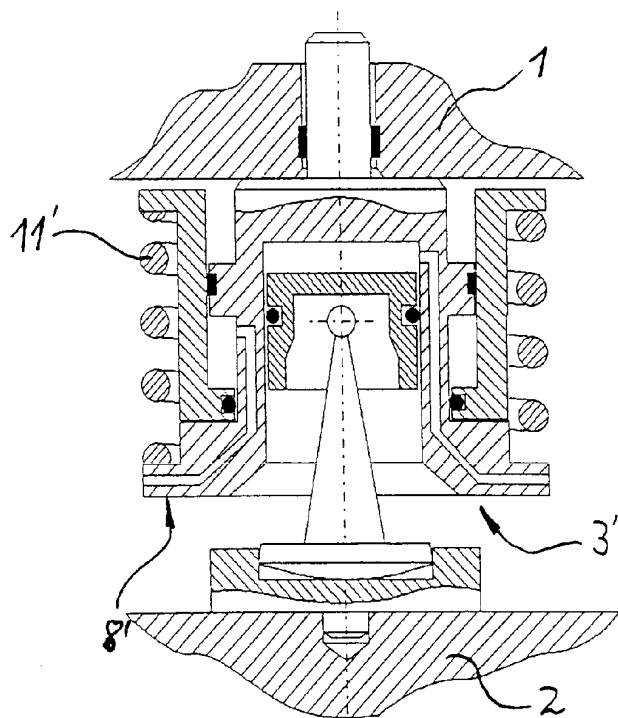


Fig. 3

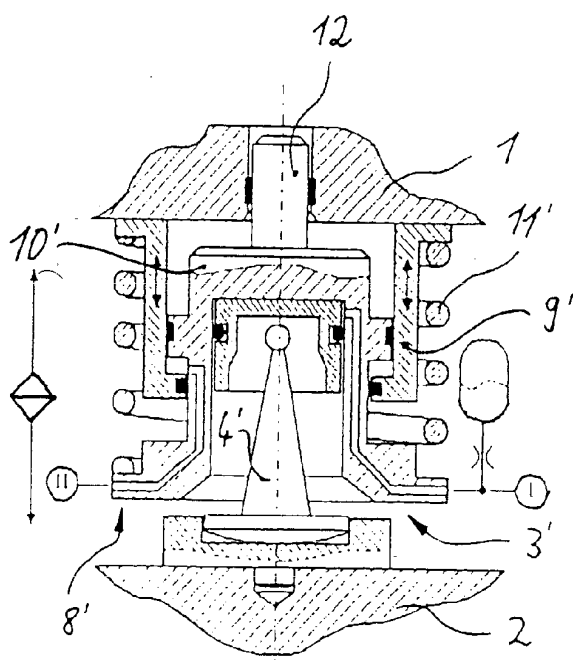


Fig. 4

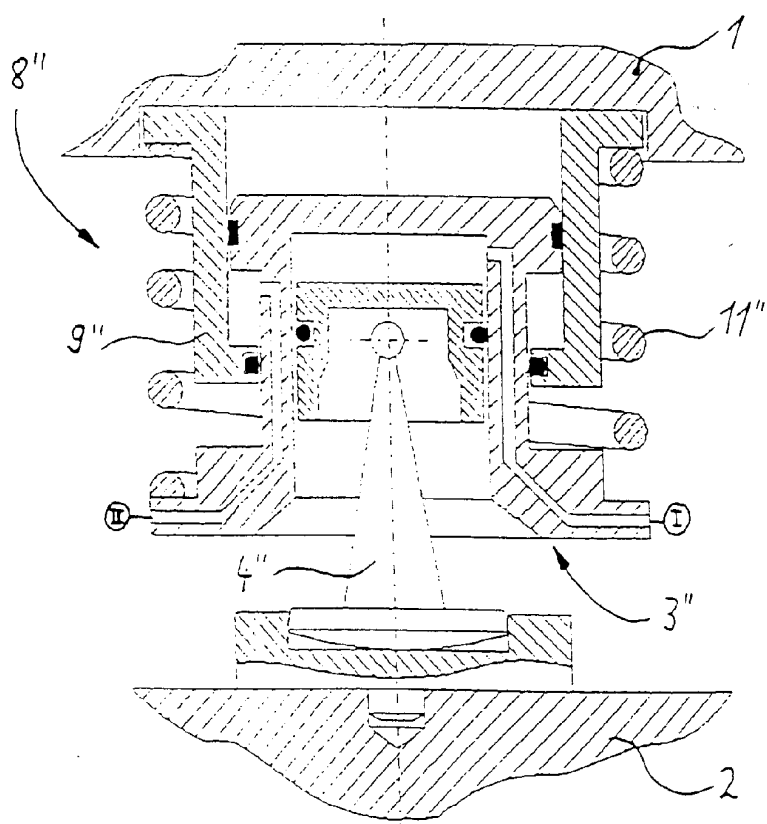


Fig. 5

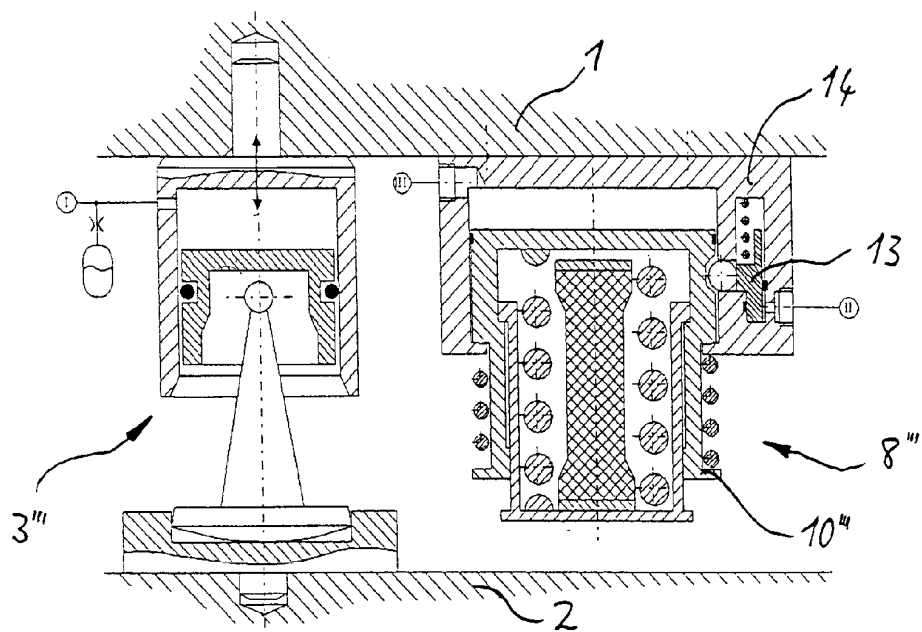


Fig.6

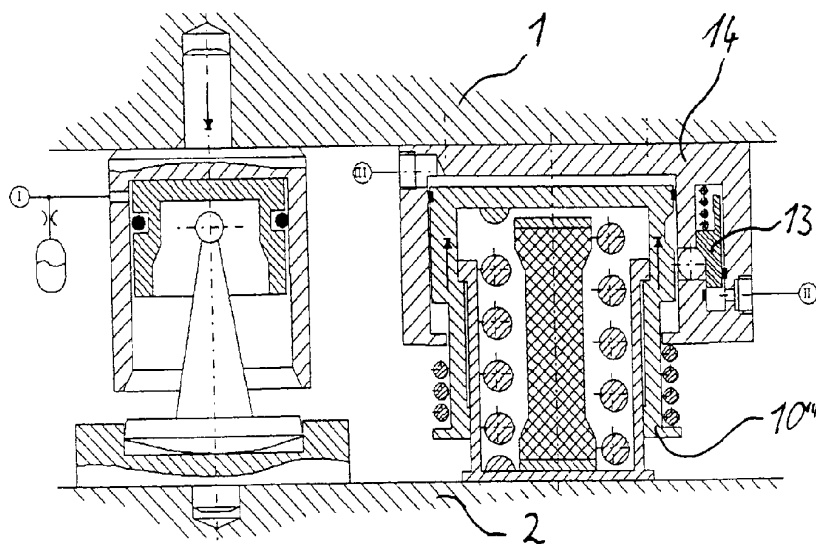


Fig.7

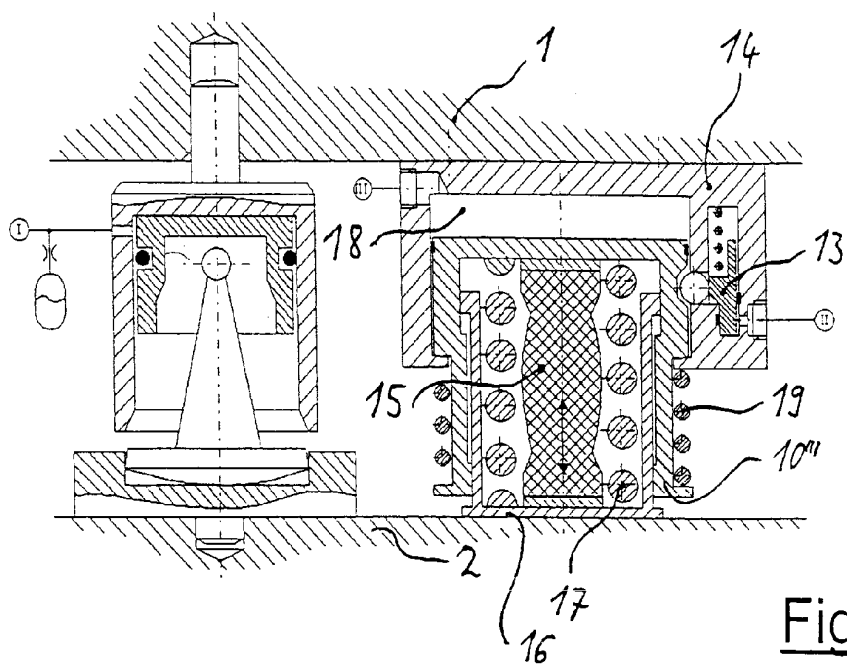


Fig. 8

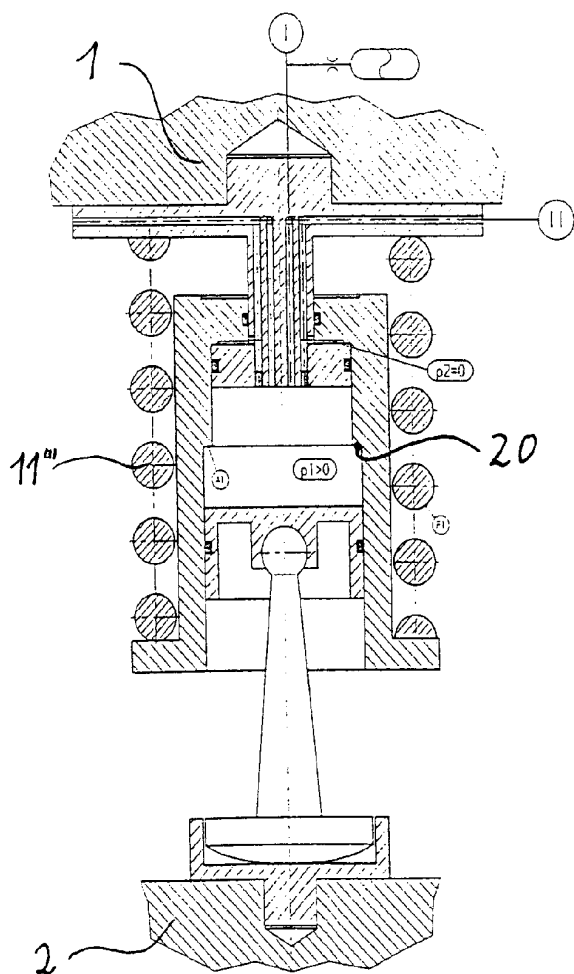


Fig. 9