



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 689 047 A5

51 Int. Cl.⁶: B 60 G 017/00
B 61 F 005/22

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 03716/91

22 Anmeldungsdatum: 16.12.1991

30 Priorität: 14.12.1990 DE A4040047

24 Patent erteilt: 31.08.1998

45 Patentschrift
veröffentlicht: 31.08.1998

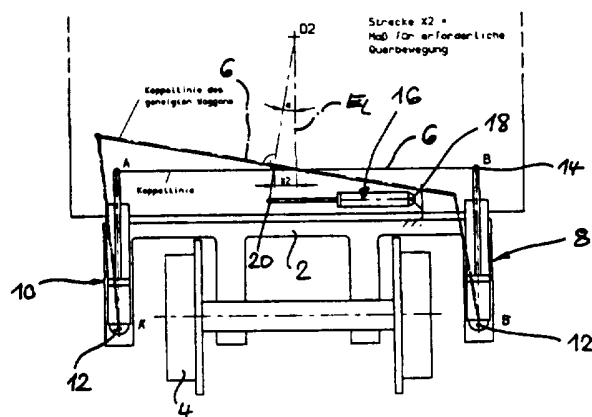
73 Inhaber:
SGP Verkehrstechnik Gesellschaft m.b.H.,
Brehmstrasse 16, Wien (AT)
Mannesmann Rexroth AG, Jahnstrasse 3-5,
97816 Lohr am Main (DE)

72 Erfinder:
Schäfer, Wolfgang, Triefenstein (DE)
Stribersky, Anton, Dr., Wien (AT)

74 Vertreter:
Bovard AG, Optingenstrasse 16, 3000 Bern 25 (CH)

54 Wagenkasten-Neigungseinrichtung.

57 Eine Wagenkasten-Neigungseinrichtung, wie sie insbesondere für schienengebundene Fahrzeuge Anwendung finden kann, ist mit einer hydraulischen Kolben-Zylinderanordnung (8, 10) zu beiden Seiten der Wagenkasten-Längsachse ausgestattet, über die in Verbindung mit einem Quer-Hydrozylinder (16) die Neigung des Wagenkastens (6) bezüglich eines Fahrwerks bzw. Drehgestells (2) steuerbar ist. Die Abstützung des Wagenkastens (6) auf einem Fahrwerk oder Drehgestell (2) erfolgt über die im wesentlichen vertikal ausgerichteten hydraulischen Kolben-Zylinderanordnungen (8, 10). Auf diese Weise gelingt es, die Neigung des Wagenkastens (6) um einen wählbaren virtuellen Drehpunkt (D2) gezielt beispielsweise kurvenge-schwindigkeitsabhängig zu steuern bzw. zu regeln, ohne dabei den Nachteil in Kauf zu nehmen, dass die Platzaufteilung im Inneren des Wagenkastens (6) in irgendeiner Weise beeinträchtigt wird.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Wagenkasten-Neigungseinrichtung gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, wie sie beispielsweise für Waggon von Eisenbahnzügen Anwendung finden kann. Dabei handelt es sich um ein sogenanntes aktives Beeinflussen der Neigung des Waggons bzw. des Wagenkastens in Bezug zum Fahrwerk bzw. Drehgestell, um den Insassen eines Personenzugs bei Kurvenfahrt ein verbessertes Fahrgefühl zu vermitteln. Hierbei wird der Wagenkasten unter Zuhilfenahme einer aktiven Wagenkasten-Neigungseinrichtung in Abhängigkeit vom Krümmungsradius der Kurve und der Fahrgeschwindigkeit derart geneigt, dass auf den Fahrgast möglichst wenig Seitenkräfte einwirken. Der Wagenkasten «legt» sich somit bei schneller Fahrt in die Kurve, so dass der Fahrkomfort trotz quadratisch mit der Geschwindigkeit steigender Zentrifugalkraft auf einem Niveau gehalten werden kann, der demjenigen bei langsamer Fahrt entspricht. Das Fahrwerk muss dabei nach wie vor die Seitenkräfte aufnehmen. Diese werden jedoch durch eine Begrenzung der Fahrzeugmassen in Grenzen gehalten.

Aus der Zeitschrift «Eisenbahnkurier», Ausgabe 7/90, Seiten 46 ff. ist ein Wagenkasten-Neigungssystem mit seiner Funktion im vorstehend beschriebenen Sinn beschrieben. Das Prinzip dieses Wagenkasten-Neigungssystems besteht darin, einen Wagenkasten zu beiden Seiten der Waggonlängsachse über eine Kolben-Zylinderanordnung auf einem jochartigen Koppelteil abzustützen, das seinerseits über zwei schräg von oben nach unten verlaufende Koppelglieder am Drehgestell angelenkt ist. Die Ausrichtung des Wagenkastens in seitlicher Richtung erfolgt durch ein Paar quer zur Fahrtrichtung angeordneter weiterer Kolben-Zylinderanordnungen, die auf diese Weise stabilisierend wirken.

Mit diesem Wagenkasten-Neigungssystem lässt sich zwar der mechanisch fixierte Drehpunkt der Wagenkasten-Neigung kontrollieren, dies geht jedoch in erheblichem Masse zu Lasten des im Waggon zur Verfügung stehenden Fahrgastraums.

Aus der DE 3 711 907 A1 ist ein Wagenkasten-Neigungssystem gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bekannt, mit dem eine gleisbogenabhängige Wagenkasten-Neigungssteuerung für Luftfeder-Drehgestelle realisierbar ist. Dabei erfolgt die Abstützung des Wagenkastens neben dem im wesentlichen vertikal ausgerichteten hydraulischen Stellelementen bzw. Hydro-Zylinderanordnungen mit zugeordneter Luftfederung als Sekundärfederung unter Zuhilfenahme einer Wippe, die mit dem Fahrwerk bzw. mit dem Drehgestell über eine Quer-Zylinderanordnung verbunden ist. Die Wippe ist vorgesehen, um die Felgen der Sekundärfederung zu stabilisieren.

Die Möglichkeiten zur Beeinflussung und exakten Festlegung des momentanen Wagenkasten-Drehpunkts sind konzeptbedingt eingeschränkt. Im einzelnen ist eine Trennung zwischen der Neigungseinstellung der Wippe und der Luftfederungseinrichtung (Sekundärfederung) vorzunehmen, was nicht nur mit einem erhöhten Platzbedarf einhergeht,

sondern eine bewegliche Lagerung des Wagenkastens bezüglich der Wippe in vertikaler Richtung, Querrichtung und Neigungsrichtung erfordert. Das bekannte Wagenkasten-Neigungssystem lässt damit in begrenztem Umfang eine Einstellung der Wagenkasten-Neigung zu, gleichzeitig ist jedoch durch gesonderte Anschläge dafür zu sorgen, dass die Querbewegungen nicht unkontrolliert gross werden, worunter wiederum der Fahrkomfort leidet, da sich die Härte der Abfederung bei Querbewegungen des Wagenkastens plötzlich ändern kann. Darüber hinaus ist es im bekannten Fall schwierig, selbst für den Fall, dass in den Zylindern Weggeber angeordnet sind, aufgrund der Überlagerung der Sekundärfederung den Wagenkasten lagemässig einzuregeln. Es ist bestenfalls möglich, eine Lageregelung der Wippe vorzunehmen, die jedoch vom Drehgestell durch die Sekundärfederung weitgehend entkoppelt ist.

Es ist Aufgabe der Erfindung, die Wagenkasten-Neigungseinrichtung gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 derart weiterzubilden, dass der Fahrkomfort verbessert wird, indem der virtuelle Drehpunkt des Fahrzeugs möglichst exakt eingestellt wird und undefinierte Bewegungen des Wagenkastens weitgehend ausgeschlossen werden.

Diese Aufgabe wird durch eine Wagenkasten-Neigungseinrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Besondere Ausführungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen umschrieben.

Nachstehend werden anhand schematischer Zeichnungen mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Aufriss zur Darstellung der Komponenten der Wagenkasten-Neigungseinrichtung mit Quer-Hydrozylinder zur Einstellung des virtuellen Drehpunktes;

Fig. 2 eine der Fig. 1 ähnliche Darstellung zur Verdeutlichung der Abweichung vom virtuellen Drehpunkt bei gleicher jedoch gegensinniger Hubveränderung der vertikalen hydraulischen Stellelementen in Form von Hydrozylindern; und

Fig. 3 ein Blockschaltbild zur Darstellung der wesentlichen hydraulischen Komponenten des Steuerkreises für die Wagenkasten-Neigungseinrichtung.

In Fig. 1 ist mit dem Bezugszeichen 2 ein Drehgestell eines Eisenbahnfahrzeugs bezeichnet, das mit Rädern 4 auf nicht näher dargestellten Schienen läuft. Mit dem Bezugszeichen 6 ist schematisiert der Wagenkasten bezeichnet, der über eine Hydraulik-Kolben-Zylinderanordnung in Verbindung mit einer nicht näher dargestellten Feder-Dämpfungsanordnung auf dem Drehgestell 2 abgestützt ist.

Auf jeder Seite einer Längs-Mittelebene E_L ist zwischen dem Drehgestell 2 und dem Wagenkasten 6 ein vertikales hydraulisches Stellelement in Form einer Hydraulik-Kolben-Zylinderanordnung 8 bzw. 10 vorgesehen, die nachfolgend kurz als vertikaler Hydrozylinder bezeichnet werden sollen. Die vertikalen Hydrozylinder 8, 10 sind symmetrisch zur Längs-Mittelebene E_L angeordnet.

Jeder vertikale Hydrozylinder 8, 10 weist einen unteren Gelenkpunkt 12 zur Ankopplung an das Drehgestell bzw. an einen drehgestellfesten Punkt eines Feder-Dämpfungssystems und einen oberen Gelenkpunkt 14 zur Anlenkung an den Wagenkasten 6 auf. Es ist jedoch auch möglich, die Feder-Dämpfungsanordnung in die vertikalen Hydrozylinder 8, 10 zu integrieren. Auf diese Weise entsteht ein Viergelenk-Getriebe mit den Gelenkpunkten 12, als Gestell bzw. als gestellfeste Punkte, mit z.B. dem vertikalen Hydrozylinder 10 als Kurbel, mit dem vertikalen Hydrozylinder 8 als Schwinge und mit dem Wagenkasten 6 als Koppel.

In der Fig. 1 ist der Wagenkasten 6 in horizontaler Ausrichtung dargestellt, wobei in diesem Fall beide vertikalen Hydrozylinder 8, 10 um das gleiche Mass ausgefahren sind (Mittelstellung der Zylinder).

Die vertikalen Hydrozylinder 8, 10 sind in einen Hydraulik-Steuer- oder Regelkreis einbezogen, um eine kurvengeschwindigkeitsabhängige Neigung der Koppel bzw. des Wagenkastens 6 einzustellen bzw. zu regeln. Dies soll nachstehend anhand der Fig. 1 erläutert werden.

Es sei angenommen, dass für eine Kurvenfahrt ein virtueller Drehpunkt D2 eingestellt werden soll. In diesem Fall wird der vertikale Hydrozylinder 8 um ein vorbestimmtes Mass eingefahren, der vertikale Hydrozylinder 10 um ein vorbestimmtes Mass ausgefahren und gleichzeitig eine Verschiebung der Koppel 6 um das Mass X2 gemäss Fig. 1 nach links vorgenommen, wodurch die Koppel bzw. der Wagenkasten 6 so eingestellt wird, als sei er um den virtuellen Drehpunkt D2 um den Winkel ALPHA verschwenkt worden. Diese Stellung der Koppel bzw. des Wagenkastens 6 ist durch strichpunktierte Linien in Fig. 1 gezeigt.

Zur Bewirkung der Verschiebewegung des Wagenkastens 6 dient ein im wesentlichen horizontal angeordneter, sogenannter Quer-Hydrozylinder 16, der mit seinem Ende 18 am Drehgestell 2 und mit seinem anderen Ende 20 an dem Wagenkasten 6 angelenkt ist. Der Quer-Hydrozylinder dient darüber hinaus dazu, den Wagenkasten 6 in bezug zum Drehgestell 2 in seitlicher Richtung zu fixieren. Nicht näher dargestellte weitere mechanische Verbindungsglieder übernehmen die Fixierung zwischen Wagenkasten und Drehgestell in Längs- bzw. Fahrtrichtung des Waggons.

Es liegt auf der Hand, dass durch die Verknüpfung von Ein- und Ausfahrbewegung der vertikalen Hydrozylinder 8, 10 mit der Bewegung des zumindest einen Quer-Hydrozylinders 16 ein vorbestimmter virtueller Drehpunkt D2 einstellbar und auch unter Zuhilfenahme geeigneter Regelcharakteristiken regelbar ist. Durch diese Abstimmung, wie sie in idealisierter Form in der Darstellung gemäss Fig. 1 erkennbar ist, lässt sich eine ideale Drehpunktregelung realisieren, bei der die Einfahrstrecke des einen vertikalen Hydrozylinders 8 regelmässig ungleich der Ausfahrt des anderen Hydrozylinders 10 ist.

Eine etwas vereinfachte Form der Neigungsverstellung soll anhand der Fig. 2 näher erläutert werden. Auch bei dieser Darstellung sind diejenigen Bauteile, die den Komponenten der zuvor beschrie-

benen Ausführungsbeispiele entsprechen, wiederum mit identischen Bezugszeichen gekennzeichnet. Der Einfachheit halber ist in dieser Darstellung der Quer-Hydrozylinder 16 nicht näher dargestellt.

Man erkennt aus der Darstellung gemäss Fig. 2, dass bei dieser Art der Neigungsverstellung der Hub im Bereich des vertikalen Hydrozylinders 8 genauso gross gehalten ist, allerdings mit negativem Vorzeichen, wie der Hub im Bereich des vertikalen Hydrozylinders 10. Mit den Kreisbögen K8 bzw. K10 ist angedeutet, auf welchen Ortskurven die Gelenke 14 der Getriebelenker des Viergelenk-Getriebes quer bewegt werden, um mit dem Punkt D die Längs-Mittelebene E_L einzuhalten.

Diese geometrischen Randbedingungen führen dazu, dass sich mit einer derartigen symmetrischen Ansteuerung der beiden vertikalen Hydrozylinder 8, 10 eine geringfügige Absenkung des Koppelpunktes im Bereich des Drehpunktes D einstellen wird, was allerdings dadurch kompensiert werden kann, dass von aussen, d.h. extern, eine gezielte Beeinflussung der Strömungsmittelzufuhr bzw. des Strömungsmittelablaufs aus den Arbeitskammern der vertikalen Hydrozylinder 8 bzw. 10 vorgenommen wird, was beispielsweise durch eine geeignete Ventilordnung unter Verwendung von 2/2-Wege-Sitzventilen bewerkstelligt werden kann. Mit einem in Fig. 2 nicht näher dargestellten Quer-Hydrozylinder erfolgt wiederum die Einstellung des Drehpunktes über die Querbewegung des Viergelenk-Getriebes.

Nachstehend wird anhand der Fig. 3 eine Ausführungsform der hydraulischen Verschaltung der vorstehend beschriebenen Wagenkasten-Neigungseinrichtung näher erläutert. Hierbei sind wiederum diejenigen Bauteile, die vorstehend bereits beschrieben worden sind, mit identischen Bezugszeichen bezeichnet.

Man erkennt in Fig. 3 die beiden vertikalen Hydrozylinder 8, 10, denen jeweils eine Strömungsmittel-Versorgungsleitung 30, 32 zugeordnet ist. Diese Leitung führt jeweils über ein entsperbares Rückschlagventil 34, 36 und mündet in eine der Kammern 38 bzw. 40 eines zentralen Verschiebezylinders 42, der über einen Anlenkzylinder 44 angesteuert ist. Über den Anlenkzylinder 44 erfolgt eine geregelte Ansteuerung des Verschiebezylinders 42 derart, dass eine den jeweiligen Waggonverstellgeschwindigkeiten entsprechende Verschiebegeschwindigkeit der vertikalen Hydrozylinder 8, 10 im Bereich des Verschiebezylinders 42 eingestellt wird. Zu diesem Zweck ist der Anlenkzylinder 44 mit einem Wegaufnahmesystem 46 ausgestattet, wobei die Ansteuerung des Anlenkzylinders 44 über eine nicht näher zu beschreibende Steuerschaltung 48 erfolgt. Zur Ansteuerung des mit 94 bezeichneten Quer-Hydrozylinders ist zu bemerken, dass vorzugsweise eine Abstimmung der Strömungsmittelmenge auf die Regelung bzw. Steuerung der Strömungsmittelversorgung für die vertikalen Hydrozylinder 8, 10 stattfindet. Zu diesem Zweck ist der Quer-Hydrozylinder 94 mit einem Wegaufnahmesystem 92 ausgestattet, wobei die Ansteuerung des Quer-Hydrozylinders 94 über eine nicht näher zu beschreibende Steuerschaltung 96 erfolgt.

Wie vorstehend anhand der Fig. 2 erläutert, er-

gibt sich bei gleichen Aus- und Einfahrwegen im Bereich der vertikalen Hydrozylinder 8, 10 eine geringfügige Verlagerung des Koppelpunktes aus der Mitten-Horizontalebene.

Um diese möglicherweise unerwünschte und vom Passagier des Waggons wahrnehmbare Vertikalverschiebung zu kompensieren, ist jedem Leitungszweig 30, 32 ein mit 50 bzw. 52 bezeichnetes 2/2-Wege-Sitzventil mit Stromregelung zugeordnet, wodurch durch vorzugsweise elektrische Ansteuerung des 2/2-Wege-Sitzventils eine Korrektur der Strömungsmittel-Verdrängung im Hinblick auf eine Einhaltung des Koppelpunktes in der zuvor eingenommenen Horizontalebene erfolgt.

Aus Fig. 3 ist ferner erkennbar, dass jeder vertikaler Hydrozylinder 8, 10 mit einem Feder-Dämpfungssystem ausgestattet ist. Das Feder-Dämpfungssystem ist mit den Bezugszeichen 54 bezeichnet, wobei aus Gründen der Vereinfachung der Darstellung mit strichpunktiierten Linien lediglich das Dämpfungssystem 54 angedeutet ist, das dem vertikalen Hydrozylinder 8 zugewiesen ist. Derartige Dämpfungssysteme sind an sich bekannt, so dass hier auf eine detaillierte Beschreibung der Einzelkomponenten verzichtet werden kann.

Zur Lagerregelung im Bereich der vertikalen Hydrozylinder 8, 10 ist nicht nur dem Dämpfungszylinder 22, sondern auch den einzelnen vertikalen Hydrozylindern 8, 10 jeweils ein Wegaufnehmer 58, 60 zugewiesen, der signalmässig mit dem Regelkreis für das Wagenkasten-Neigungssystem gekoppelt ist.

Mit dem Bezugszeichen 62 ist schliesslich noch eine Baugruppe bezeichnet, mit der bei Ausfall der Regelung des Wagenkasten-Neigungssystems sichergestellt werden kann, dass mittels einer mechanisch-hydraulischen Ansteuerung der Wagenkasten in die neutrale bzw. horizontale Mittelstellung zurückgeführt werden kann. Diese Baugruppe 62 weist ein 4/2-Wegeventil 64, ein nachgeschaltetes 4/3-Wegeventil 66 und jeweils einen Stromregler 68 bzw. 70 im Druckzulauf P bzw. auf Tankseite T auf. Das 4/3-Wegeventil 66 wirkt mit einem Anschlag in Form einer Kolben-Zylinderanordnung 72 zusammen, deren Gehäuse in einer mit 74 bezeichneten Kulisse geführt ist, wobei die Kulisse 74 in Abhängigkeit von der Neigung des Wagenkastens relativ zur Kolben-Zylinderanordnung 72 verschoben wird. Hierdurch ergibt sich folgende Wirkungsweise:

Bei Ausfall der Regelung schaltet das Ventil 64 in die in Fig. 3 nicht dargestellte Schaltstellung durch, wodurch der Anschluss P mit dem Anschluss A verbunden wird. Hierdurch wird die Steuerseite 76 des Kolbenschiebers des 4/3-Wegeventils 66 mit Druck beaufschlagt und kann in Abhängigkeit von der Stellung eines Kolbens 78 der Kolben-Zylinderanordnung 72 derart verschoben werden, dass der Wagenkasten die Neutralstellung einnimmt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei Durchschalten des Ventils 64 gleichzeitig der Arbeitsraum der Kolben-Zylinderanordnung 72 mit Druckmittel versorgt wird und ein Ausfahren des Kolbens 78 erfolgt. Je nachdem, in welchem Bereich der Kulisse 74 sich die Kolben-Zylinderanordnung 72 bewegt, wird der Anschlagpunkt des Kol-

bens 78 ebenfalls entsprechend der Form der Kulisse 74 mitverschoben, wodurch die Schaltstellungen des 4/3-Wegeventils 66 dem jeweiligen Neigungs-Zustand des Wagenkastens angepasst werden. Diese mit dem Bezugszeichen 62 bezeichnete Baugruppe ist in ähnlicher Ausführung auch für den Quer-Hydrozylinder 94 bei Ausfall der Regelung anwendbar.

Selbstverständlich ist die vorstehend beschriebene aktive Wagenkasten-Neigungseinrichtung nicht auf das konkrete vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. So ist es beispielsweise möglich, im Bereich der vertikalen Hydrozylinder 8, 10 auch mit unregelmässigen Dämpfungsanordnungen zu arbeiten. Im übrigen ist das vorstehend beschriebene mechanisch-hydraulische Notkonzept auch auf andere Weise zu verwirklichen, beispielsweise dadurch, dass der zentrale Verschiebezylinder 42 anderweitig überbrückt wird für einen Strömungsmittelausgleich zwischen den vertikalen Hydrozylindern 8, 10 gesorgt wird. Gleichwohl ist zu betonen, dass die Baugruppe 62 insofern eine besonders vereinfachte Realisierung der Rückführung des Wagenkastens ermöglicht, als das 4/3-Wegeventil 66 im Zusammenwirken mit den Strömungsventilen 80, 82 dazu herangezogen wird, den Strömungsmittelausgleich in möglichst kurzer Zeit zu bewerkstelligen. Schliesslich können auch andere Strömungsmittel eingesetzt werden.

Die Erfindung schafft somit eine aktive Wagenkasten-Neigungseinrichtung, wie sie insbesondere für schienengebundene Fahrzeuge Anwendung finden kann, mit dem besonderen Vorteil der Abstützung des Wagenkastens am Fahrgestell über im wesentlichen vertikal angeordnete Lenker, die gemäss dem Wesen der Erfindung von angesteuerten Hydro-Zylinderanordnungen gebildet sind. Auf diese Weise gelingt es, die Neigung des Wagenkastens gezielt beispielsweise kurvengeschwindigkeitsabhängig zu steuern bzw. zu regeln und dadurch einen wählbaren, virtuellen Drehpunkt einzustellen, ohne dabei den Nachteil in Kauf zu nehmen, dass die Platzaufteilung im Inneren des Wagenkastens in irgendeiner Weise beeinträchtigt wird.

Patentansprüche

1. Wagenkasten-Neigungseinrichtung, bei der die Abstützung des Wagenkastens (6) auf mindestens einem Fahrwerk oder Drehgestell (2) über im wesentlichen vertikal ausgerichtete hydraulische Kolben-Zylinderanordnungen (8; 10), welche zu beiden Seiten der Wagenkasten-Längsachse am Fahrwerk oder Drehgestell (2) angelenkt sind, und über mindestens einen Quer-Hydrozylinder (16) erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass die vertikalen hydraulischen Kolben-Zylinderanordnungen (8; 10) zur Neigung des Wagenkastens direkt an je einem oberen Gelenkpunkt (14) am Wagenkasten (6) angelenkt sind, so dass der Wagenkasten die Koppel einer Viergelenk-Getriebe-Anordnung bildet, und dass am Wagenkasten (6) dem bzw. jedem Fahrwerk oder Drehgestell (2) zugeordnet, zumindest ein genannter dort angelenkter und mit seinem anderen Ende gelenkig am Wagenkasten (6) festgelegter, separat

ansteuerbarer Quer-Hydrozylinder (16) angeordnet ist, um den virtuellen Drehpunkt (D2) des Wagenkastens (6) aus Signalen festzulegen, die von einer Sensoranordnung (58, 60, 90, 46, 92) abgeleitet werden.

2. Wagenkasten-Neigungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoranordnung Wegaufnehmer (58, 60, 90, 92) an den vertikalen hydraulischen Kolben-Zylinderanordnungen (8, 10) und am Quer-Hydrozylinder (16) aufweist.

3. Wagenkasten-Neigungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Signale die Längen der hydraulischen Kolben-Zylinderanordnungen (8, 10) und des Quer-Hydrozylinders (16) bestimmbar sind.

4. Wagenkasten-Neigungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass jeder vertikalen hydraulischen Kolben-Zylinderanordnung (8; 10) und dem Quer-Hydrozylinder (16) als Sensoren Wegaufnehmer (58, 60, 92) zugeordnet sind, deren Signale einem Neigungswinkel-Regelkreis zugeführt werden.

5. Wagenkasten-Neigungseinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass allen an der Einstellung der Neigung und gegebenenfalls Dämpfung der Bewegung des Wagenkastens (6) beteiligten Hydrozylindern, nämlich den vertikalen hydraulischen Kolben-Zylinderanordnungen (8, 10), dem Quer-Hydrozylinder (16), einem Dämpfungszylinder (22) und einem Verschiebezylinder (42) Wegaufnehmer (58, 60, 46, 90, 92) zugewiesen sind.

6. Wagenkasten-Neigungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass jede vertikale hydraulische Kolben-Zylinderanordnung (8, 10) ein Feder-Dämpfungssystem (22, 54) umfasst.

7. Wagenkasten-Neigungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerung des Quer-Hydrozylinders (16) in Abhängigkeit von der Ein- und Ausfahrbewegung der hydraulischen Kolben-Zylinderanordnungen (8, 10) erfolgt, um den virtuellen Drehpunkt (D2) des Wagenkastens (6) einzustellen.

8. Wagenkasten-Neigungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerung der die Neigung des Wagenkastens (6) bestimmenden hydraulischen Kolben-Zylinderanordnungen (8, 10) mittels eines zentralen Verschiebezylinders (42) erfolgt.

9. Wagenkasten-Neigungseinrichtung nach den Ansprüchen 6 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Feder-Dämpfungssystem (22, 54) ein Wegaufnehmer (90) zugeordnet ist.

10. Wagenkasten-Neigungseinrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des zentralen Verschiebezylinders (42) eine Verschiebung des Strömungsmittels aus der einen (8) in die andere Kolben-Zylinderanordnung (10) bezüglich der Wagenkasten-Längsachse erfolgt.

11. Wagenkasten-Neigungseinrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegung des zentralen Verschiebezylinders (42) von einem Anlenkzylinder (44) gesteuert ist, der über

ein Regelventil mit nachgeschaltetem Sperrventil angesteuert ist.

12. Wagenkasten-Neigungseinrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass dem zentralen Verschiebezylinder (42) eine 2/2-Wege-Sitzventilanordnung (50, 52) mit Stromregelung zugeordnet ist, mit der eine Nachregelung der vertikalen Lage des Wagenkastens in Abhängigkeit von der Abweichung des Momentan-Drehpunkts des Wagenkastens (6) vom Soll-Drehpunkt erzielbar ist.

13. Wagenkasten-Neigungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch einen mechanisch-hydraulischen Steuerkreis (62), mit dem bei Ausfall der Neigungsregelung eine Rückführung des Wagenkastens (6) in die nivellierte Mittelstellung erfolgt.

14. Wagenkasten-Neigungseinrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der mechanisch-hydraulische Steuerkreis ein elektrisch schaltbares Wegeventil (64) aufweist, über das ein neigungsabhängig angeordneter Kolbenanschlag ansteuerbar ist, mit dem bei Durchschalten des Wegeventils (64) die Schaltstellung eines weiteren Wegeventils (66) verstellbar ist, um in Abhängigkeit von der momentanen Neigung des Wagenkastens (6) eine Rückführung in die Neutrallage einzuleiten.

15. Wagenkasten-Neigungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Wagenkasten (6) in Längsrichtung mittels einer Lenkeranordnung 10 am Fahrwerk (2) abgestützt ist.

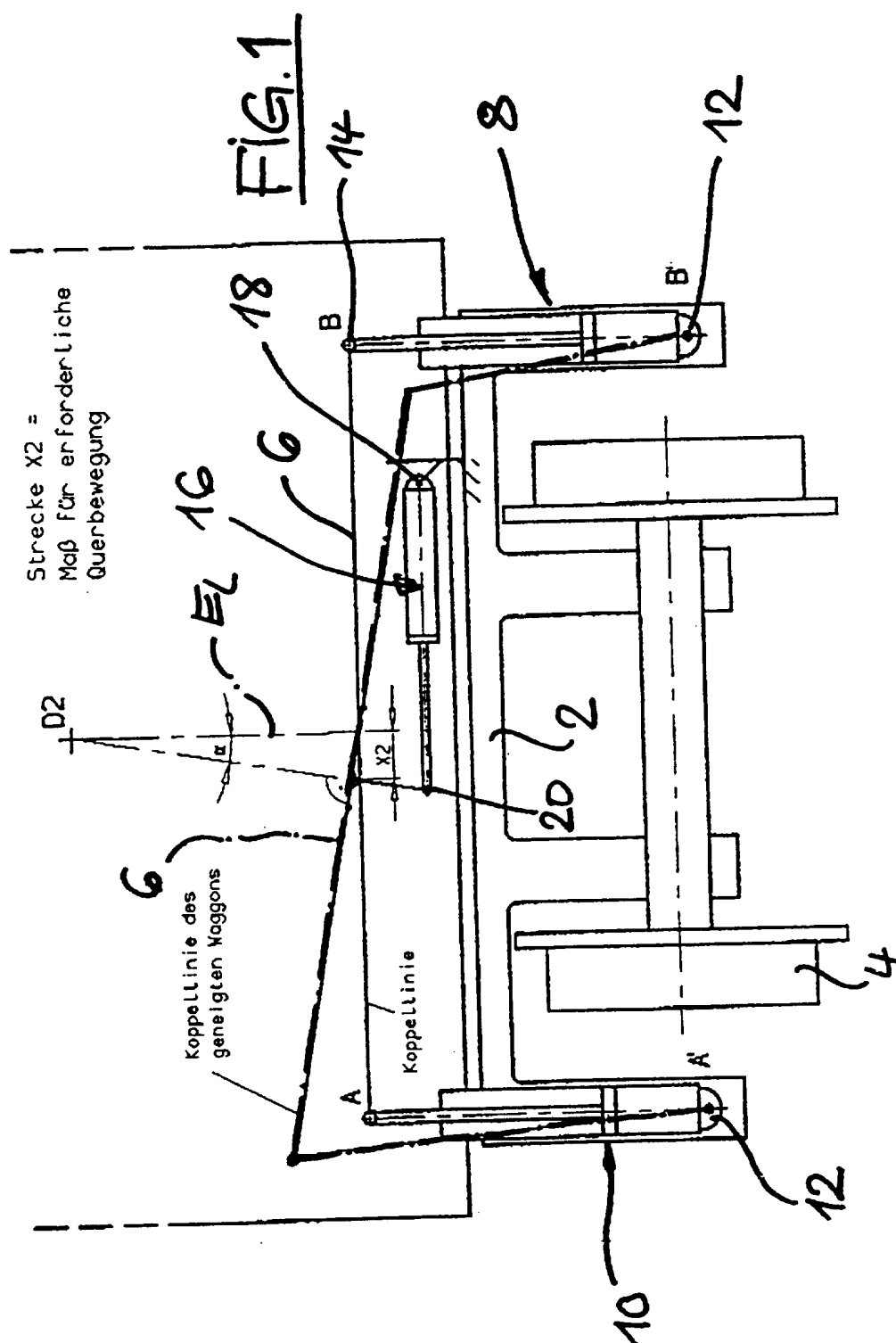


FIG. 2

