



(11) **EP 3 967 568 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.03.2022 Patentblatt 2022/11

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B61F 5/38^(2006.01) F15B 13/02^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21193267.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B61F 5/386; F15B 13/02

(22) Anmeldetag: **26.08.2021**

(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: **HOFMANN, Ernst**
1220 Wien (AT)

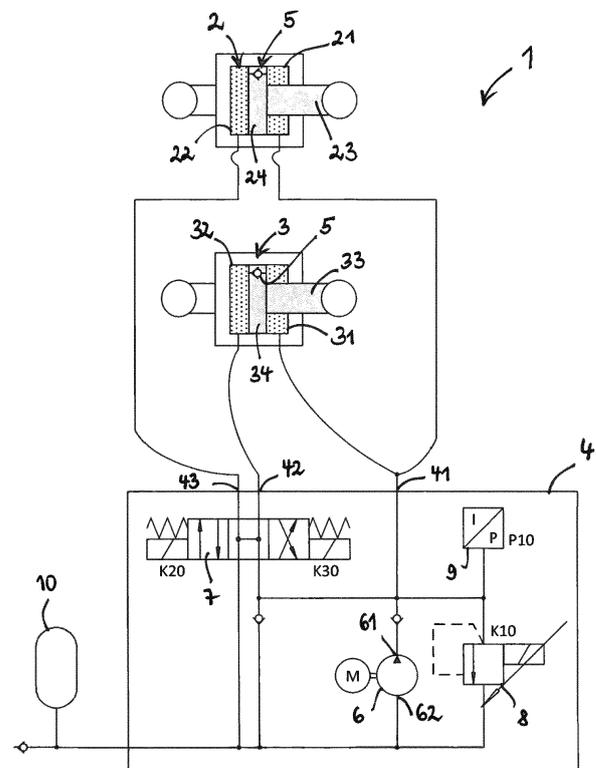
(74) Vertreter: **Laufhütte, Dieter**
Lorenz Seidler Gossel
Rechtsanwälte Patentanwälte
Partnerschaft mbB
Widenmayerstraße 23
80538 München (DE)

(30) Priorität: **10.09.2020 DE 102020123592**

(54) **AKTIVE RADSATZSTEUERUNG FÜR EIN SCHIENENFAHRZEUG**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine aktive Radsatzsteuerung (1) für ein Schienenfahrzeug, umfassend: einen Radsatz mit einem Räderpaar zum Abrollen auf einer jeweiligen Schiene eines Schienenpaares, einen ersten in seiner Länge variierbaren hydraulisch betätigten Differentialzylinder (2) zum Verschieben eines ersten Rades des Räderpaares relativ zum Fahrwerksrahmen, einen zweiten in seiner Länge variierbaren hydraulisch betätigten Differentialzylinder (3) zum Verschieben eines zweiten Rades des Räderpaares relativ zum Fahrwerksrahmen, und eine Versorgungseinheit (4) zum Bereitstellen von unter Druck stehendem Fluid für den ersten Zylinder (2) und den zweiten Zylinder (3). Die Radsatzsteuerung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Ringkammer (21) des ersten Zylinders und die Ringkammer (31) des zweiten Zylinders mit einem gemeinsamen Hochdruckausgang (41) der Versorgungseinheit fluidisch verbunden sind, und die Kolbenkammer (22) des ersten Zylinders mit einem ersten Steuerausgang (43) und die Kolbenkammer (23) des zweiten Zylinders mit einem zweiten Steuerausgang (42) der Versorgungseinheit fluidisch verbunden sind.

Fig. 1



EP 3 967 568 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine aktive Radsatzsteuerung für ein Schienenfahrzeug.

[0002] Eine aktive Radsatzsteuerung für ein Schienenfahrzeug trägt maßgeblich zu einer Verbesserung der Sicherheit eines Schienenfahrzeugs bei. Durch das gezielte Stellen von Rädern oder Radsätzen durch ein aktives Verdrehen um deren Hochachsen, werden auf effektive Art und Weise instabile Fahrzustände verhindert. Zudem wird dadurch der Fahrkomfort durch das Verringern von störenden Schwingungen erhöht und gleichzeitig ein Verschleiß von Rädern und Schienen verringert.

[0003] Eine passive Radsatzsteuerung hingegen liegt dann vor, wenn bei einer durch das Schienenpaar vorgegebenen Bogenfahrt die Räder des Radsatzes nicht aktiv entsprechend eingeschlagen werden, sondern durch die von den Schienen auf die Räder übertragene Kraft verstellt werden. Dadurch kommt es oft zu unangenehmen Schwingungsbewegungen, die auch für eine sehr starke Materialabnutzung an den Rädern und den Schienen verantwortlich sind.

[0004] In der EP 0 759 390 B1 wird ein Verfahren zur Radsatzführung von Schienenfahrzeugen beschrieben. Über eine in Richtung der Querachse des Fahrwerks verlaufende Koppereinrichtung werden in Fahrtrichtung zueinander beabstandete Radsätze gegensinnig zueinander ausgelenkt und radial zu einem zu durchfahrenden Gleisbogen eingestellt. Es kommt somit zu einem Einlenken der beiden Radsätze, so dass der Gleisbogen ohne die typische Schaukelbewegung einer passiven Radsatzsteuerung durchfahren werden kann.

[0005] In der WO 2017/157740 A1 ist ebenfalls eine aktive Radsatzsteuerung für ein Fahrwerk eines Schienenfahrzeugs offenbart, bei dem die beiden Räder eines Radsatzes über einen jeweiligen Zylinder ausgelenkt werden, damit die Räder um eine gemeinsame vertikal ausgerichtete Drehachse (auch: Hochachse) verdrehbar sind. Dazu ist jedes der beiden Räder eines Räderpaars mit einem Zylinder an das Fahrwerk gekoppelt, der sich bei einem gewünschten Einschlag der Räder zur linken oder rechten Seite nach ein- bzw. ausfährt.

[0006] Durch eine Verbindung der beiden Zylinder über Kreuz an eine gemeinsame Druckversorgungseinheit wird im Stand der Technik typischerweise erreicht, dass die beiden Zylinder mit nur einer einzigen Druckversorgungseinheit versorgt werden können. Eine Verbindung der beiden Zylinder "über Kreuz" würde bedeuten, dass die Versorgung mit Druckflüssigkeit dafür sorgt, dass der erste Zylinder ausfährt und der zweite Zylinder einfährt und vice versa. Dies würde zur erwünschten Drehung des Radsatzes um die Hochachse führen. Damit die Kräfte symmetrisch ausfallen, d.h. dass beide Zylinder die gleichen Kräfte erzeugen, ist ein Paar an Gleichgangzylindern zu wählen. Diese Zylinderbauart erzeugt durch die beidseitig gleich großen Kolbenflächen bei gegebenem Flüssigkeitsdruck eine identische Zug- und Druckkraft.

[0007] Es ist das Ziel der vorliegenden Erfindung eine besonders effiziente, kosten- und ressourcenschonende Ansteuerung für eine aktive Radsatzsteuerung vorzusehen. Dabei soll eine möglichst geringe Anzahl an Komponenten verwendet werden, um so wenig Bauraum wie möglich in Anspruch zu nehmen.

[0008] Dies gelingt mit dem Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 1, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung in den abhängigen Ansprüchen dargelegt sind. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die aktive Radsatzsteuerung für ein Schienenfahrzeug, einen Radsatz mit einem Räderpaar zum Abrollen auf einer jeweiligen Schiene eines Schienenpaares, einen ersten in seiner Länge variierbaren Differentialzylinder zum Verschieben eines ersten Rades des Räderpaars relativ zum Fahrwerksrahmen, einen zweiten in seiner Länge variierbaren Differentialzylinder zum Verschieben eines zweiten Rades des Räderpaars relativ zum Fahrwerksrahmen, und eine Versorgungseinheit zum Bereitstellen von unter Druck stehendem Fluid für den ersten Zylinder und den zweiten Zylinder, umfasst. Ferner ist die erfindungsgemäße Radsatzsteuerung dadurch gekennzeichnet, dass die Ringkammer des ersten Zylinders und die Ringkammer des zweiten Zylinders mit einem gemeinsamen Hochdruckausgang der Versorgungseinheit fluidisch verbunden sind, und die Kolbenkammer des ersten Zylinders mit einem ersten Steuerausgang und die Kolbenkammer des zweiten Zylinders mit einem zweiten Steuerausgang der Versorgungseinheit fluidisch verbunden sind. Dabei kann vorgesehen sein, dass die in ihrer Länge variierbaren Differentialzylinder hydraulisch und/oder elektrisch betätigbar sind.

[0009] Beim erfindungsgemäß verwendeten Differentialzylinder, der kompakter und auch günstiger als ein Gleichgangzylinder ist, fallen die Kräfte bei gegebenem Druck prinzipbedingt nicht mehr symmetrisch aus. Um diesen Nachteil zu beseitigen aber gleichzeitig nicht zwei separate Versorgungseinheiten zu benötigen, wird der Gegenstand des Anspruchs 1 vorgeschlagen, wonach unter anderem die beiden Kolben der beiden Zylinder jeweils einen mit einem Rückschlagventil versehenen Durchlass von der Kolbenkammer hin zur Ringkammer aufweisen. Zudem werden die beiden Ringkammern miteinander fluidisch verbunden und an den Hochdruckausgang der Versorgungseinheit angebunden.

[0010] Die Kolbenkammern der beiden Zylinder werden zum gewünschten gegensinnigen Betätigen der Zylinder nun so verschaltet, dass eine der beiden Kolbenkammern der beiden Zylinder mit einem Hochdruckbereich der Versorgungseinheit in fluidischer Verbindung steht und die verbleibende Kolbenkammer der beiden Zylinder mit einem Niederdruckbereich der Versorgungseinheit in fluidischer Verbindung steht. Damit es bei einem gegebenen Druck zu identischen Zug- und Druckkräften kommt, sind die wirksamen Kolbenflächen entsprechend zu dimensionieren. Die wirksame Kolbenfläche für die Erzeugung einer Zugkraft ist die Fläche der Ringkammer. Die wirksame Fläche für die Erzeugung

einer Druckkraft ist aber nicht die Fläche des Kolbens, sondern lediglich die Fläche der Kolbenstange, da sich durch den beidseitig anliegenden Druck die Kraftanteile aus den beidseitigen Ringflächen gegenseitig aufheben. Von daher ist die Ringfläche und die Kolbenstangenfläche idealerweise im Verhältnis 1:1 zu gestalten. Da Dichtungen nicht beliebig abgestuft verfügbar sind, ist in der Praxis mit geringen Abweichungen vom Idealfall 1:1 zu rechnen.

[0011] Derjenige Zylinder, in dessen beiden Kammern (Kolben- und Ringkammer) Hochdruck anliegt fährt den Kolben aus, da die Kraft von der Kolbenkammerseite her größer als die Kraft von der Kolbenstangenseite ist. Dies deswegen, da die von dem Kolben abgehende Kolbenstange die Fläche zum Angreifen des in der Ringkammer herrschenden Drucks verringert und somit die auf den Kolben erzeugbare Kraft geringer ist.

[0012] Der andere Zylinder, in dessen Kolbenkammer Niederdruck anliegt, fährt den Kolben ein. Die in der Ringkammer anliegende Kraft ist in diesem Fall größer als die Kraft in der Kolbenkammer, in der ja Niederdruck herrscht, so dass es insgesamt zu einer gegenläufigen Bewegung der beiden Zylinder kommt, die das gewünschte Einlenken des Radsatzes bzw. Radpaares bewirkt.

[0013] Nach einer Fortbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass in dem Kolben des ersten Zylinders und in dem Kolben des zweiten Zylinders jeweils ein Rückschlagventil angeordnet ist, das einen Fluiddurchlass von einer Kolbenkammer hin zur Ringkammer zulässt. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die beiden Zylinder nicht aktiv durch die Versorgungseinheit angesteuert werden sondern durch die extern einwirkenden Kräfte vom Radsatz her bewegt werden. Dabei muss das Fluid (bspw. Öl) aus den Kammern einerseits widerstandsarm verdrängt und - bei der Verwendung einer Flüssigkeit wie Öl oder dergleichen - andererseits ohne Kavitation nachgesaugt werden. Die Rückschlagventile in den Zylindern dienen dazu die Fluidmenge zu minimieren, die bei einem Hin- und Herlenken des Radsatzes mit der Versorgungseinheit ausgetauscht werden muss. Bei der Verwendung einer Flüssigkeit, bspw. Öl reduziert das das Kavitationspotential und sorgt auch für einen Fluidumlauf zwischen der Versorgungseinheit und den Zylindern (ohne den Rückschlagventilen würde nur die Ölsäule in den Verbindungsleitungen zu den beiden Zylindern hin- und hergeschoben werden).

[0014] Nach einer optionalen Modifikation der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der erste Steuerausgang und der zweite Steuerausgang der Versorgungseinheit dazu ausgelegt sind, jeweils zwischen einem Hochdruckzustand, einem Niederdruckzustand und/oder einem drucklosen Zustand zu variieren. Die verschiedenen Druckzustände erlauben das Auslenken der Räder sowie eine passive Stellung, bei der in den Zylinderkammern kein Druckunterschied durch die Versorgungseinheit hervorgerufen wird.

[0015] Weiter kann nach der Erfindung vorgesehen

sein, dass eine gegenläufige Betätigung von dem ersten Zylinder und dem zweiten Zylinder dazu ausgelegt ist, eine Drehung des Räderpaars um eine Hochachse, vorzugsweise eine gemeinsame Hochachse zu bewirken. Dadurch wird also das typische Einlenken eines Räderpaars hervorgerufen, das die gewünschte Ausrichtungsveränderung der Räder in Bezug auf eine Gleiskurve ermöglicht. Dies könnte alternativ aber auch per Kreuzverschaltung realisiert werden. Der Unterschied hierbei ist das symmetrische Kräftepaar, das mit der Kreuzverschaltung von Differentialzylindern nicht realisiert werden kann.

[0016] Vorzugsweise weist die Versorgungseinheit eine Pumpe auf, deren Druckseite mit dem Hochdruckausgang fluidisch verbunden ist, wobei vorzugsweise die Saugseite der Pumpe mit einem Niederdruckbereich des Fluids fluidisch verbunden ist.

[0017] Auch kann vorgesehen sein, dass die Versorgungseinheit eine Verbindungsvorrichtung aufweist, die dazu ausgelegt ist, den ersten Steuerausgang und den zweiten Steuerausgang mit Fluid eines entsprechenden Drucks zu versorgen. So kann die Verbindungsvorrichtung sowohl den ersten Steuerausgang wie auch den zweiten Steuerausgang mit der Druckseite und/oder der Saugseite der Pumpe fluidisch verbinden oder auch die beiden Steuerausgänge miteinander kurzschließen.

[0018] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Verbindungsvorrichtung in einem ersten Zustand dazu ausgelegt ist, die Kolbenkammer des ersten Zylinders über den ersten Steuerausgang mit Hochdruck und die Kolbenkammer des zweiten Zylinders über den zweiten Steuerausgang mit Niederdruck zu verbinden, und in einem zweiten Zustand dazu ausgelegt ist, die Kolbenkammer des ersten Zylinders über den ersten Steuerausgang mit Niederdruck und die Kolbenkammer des zweiten Zylinders über den zweiten Steuerausgang mit Hochdruck zu verbinden.

[0019] Dadurch werden die beiden Zylinder jeweils gegensinnig zueinander betätigt, was zu einem Einlenken des Radsatzes führt.

[0020] Weiter kann vorgesehen sein, dass die Verbindungsvorrichtung in einem dritten Zustand dazu ausgelegt ist, die Kolbenkammer des ersten Zylinders und die Kolbenkammer des zweiten Zylinders miteinander fluidisch zu verbinden. Durch das fluidische Kurzschließen der beiden Kolbenkammern der zwei Zylinder wird eine passive Stellung erreicht, bei der die Steifigkeit der Radsatzanbindung nicht durch einen Druckunterschied in den verschiedenen Zylinderkammern beeinflusst wird.

[0021] Nach der Erfindung kann weiter vorgesehen sein, dass die Verbindungsvorrichtung ein Ventil umfasst, das in seiner Ruhestellung die beiden Kolbenkammern miteinander fluidisch verbindet, wobei vorzugsweise das Ventil ein Magnetventil ist, das bevorzugterweise ein 4/3-Wegeventil ist. Dieses Ventil kann bspw. 3 Schaltzustände besitzen, wobei es in der Ruhestellung die beiden Kolbenkammern der zwei Zylinder miteinander fluidisch verbindet. In einer ersten von der Ruhestellung ver-

schiedenen Schaltstellung wird hingegen eine der beiden Kolbenkammern mit Hochdruck (bspw. der Druckseite einer Pumpe der Versorgungseinheit) und die andere Kolbenkammer mit Niederdruck (bspw. der Saugseite einer Pumpe der Versorgungseinheit) verbunden. Durch das gezielte Schalten des Ventils werden die Räder entsprechend eingeschlagen.

[0022] Nach einer weiteren optionalen Fortbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Versorgungseinheit eine Druckregelvorrichtung aufweist, um das Niveau des Hochdrucks zu steuern, wobei vorzugsweise die Druckregelvorrichtung eine Niveauperänderung des Drucks durch Ansteuern von Betriebsparametern der Pumpe und/oder durch ein die Hochdruckseite und die Niederdruckseite verbindendes Druckbegrenzungsventil verwirklicht.

[0023] Durch die Druckregelvorrichtung kann der Absolutwert des von der Versorgungseinheit ausgegebenen Drucks variiert werden. Unterschiedliche Druckwerte bewirken, dass der Radsatz unterschiedlich stark ausgelenkt wird. In der Regel steigt die Gegenkraft mit dem Ausfahren oder dem Einfahren der Zylinder, die für ein weiteres Einlenken überwunden werden muss, so dass der Lenkwinkel anhand der Druckregelvorrichtung einstellbar sein kann. Die Gestaltung einer derartigen Ansteuerung kann nach AT518698A1 Kraftgeregelte Spurführung für ein Schienenfahrzeug erfolgen.

[0024] So kann eine Abweichung vom Geradeauslauf des Radpaares mittels einer Federung oder einer Lagerung widerstandsbehaftet sein, so dass sich mit steigendem Lenkwinkel die Rückstellkraft zum Geradeauslauf erhöht. Das Variieren des zum Auslenken angelegten Drucks, der von der Versorgungseinheit stammt, führt demnach zu unterschiedlichen Lenkwinkeln.

[0025] Nach einer Fortbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Druckregelvorrichtung ferner mit einem Drucksensor in Verbindung steht, um das Druckniveau der Hochdruckseite zu erfassen.

[0026] Weiter kann vorzugsweise vorgesehen sein, dass ferner ein Fluidspeicher vorgesehen ist, der mit einer Niederdruckseite der Versorgungseinrichtung fluidisch verbunden ist. Der Fluidspeicher oder auch Hydro-speicher sorgt für ein gewisses Druckniveau um das Nachsaugen von Fluid zu unterstützen, respektive Kavitation in den Kolbenkammern zu unterdrücken. Bei kurzgeschlossenen Kammern resultiert der Vorspanndruck im Fluidspeicher in einer drückenden parasitären Kraft in beiden Zylindern. Vorzugsweise ist eine entsprechende Gegenkraft durch eine Federung oder Lagerung vorhanden, die eine Verschiebung des Radsatzes begrenzt. Die Höhe dieser Kraft sollte einerseits minimiert werden bzw. sollte die Höhe des Vorspanndrucks derart bemessen sein, dass es unter allen Betriebszuständen zu keinem Abfall des Kolbenkammerdrucks unterhalb des Kavitationsdrucks kommt.

[0027] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Versorgungseinheit eine Hydraulikflüssigkeit als Fluid bereitstellt. So

mit kann auch vorgesehen sein, dass die Zylinder Hydraulikzylinder sind.

[0028] Weiter kann vorgesehen sein, dass parallel zu dem ersten Zylinder ein erstes Elastiklager und parallel zu dem zweiten Zylinder ein zweites Elastiklager vorgesehen ist, vorzugsweise damit eine resultierende Steifigkeit der jeweiligen Anordnung aus Elastiklager und Zylinder der Summe der Steifigkeiten dieser beiden Komponenten entspricht. Das Vorsehen des Elastiklagers ist von Vorteil, da der Zylinder nur eine kleine parasitäre Steifigkeit liefert und für eine Kopplung zwischen Fahrwerksrahmen und Radsatz nur bedingt geeignet ist.

[0029] Die Erfindung betrifft ferner ein Fahrwerk eines Schienenfahrzeugs, das mit einer Radsatzsteuerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche versehen ist, vorzugsweise wobei eine Veränderung der Länge des ersten Differentialzylinders und/oder des zweiten Differentialzylinders eine Stellkraft erzeugt, die parallel bezüglich der Richtung der Fahrwerkslängsachse wirkt.

[0030] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden anhand der nachfolgenden Figurenbeschreibung ersichtlich. Dabei zeigen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen aktiven Radsatzsteuerung in einem passiven Zustand,

Fig. 2: eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen aktiven Radsatzsteuerung in einem ersten aktiven Zustand, und

Fig. 3: eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen aktiven Radsatzsteuerung in einem zweiten aktiven Zustand.

[0031] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen aktiven Radsatzsteuerung in einem passiven Zustand. Man erkennt die beiden Differentialzylinder 2, 3, die zur Auslenkung eines jeweiligen Rades eines Radsatzes verwendet werden. Die beiden Räder eines Radsatzes entsprechen dabei einer Achse eines Fahrzeugs, beispielsweise eines Schienenfahrzeugs und können beidseitig mit jeweils einem weiteren Lager, in Form eines Elastiklagers oder dergleichen, das nicht dargestellt ist, ausgerüstet sein. Wie gezeigt, ist es nun in vorteilhafter Weise umgesetzt, dass die beiden Differentialzylinder 2, 3 mit nur einer einzigen Versorgungseinheit 4, die eine Hydraulikeinheit sein kann, verbunden sind. Die Zylinder 2, 3 sind dabei derart mit einem Fluid zu beaufschlagen, dass eine Drehung des Radsatzes um die Hochachse ausgeführt wird. Im Stand der Technik wurde dabei oftmals vorgeschlagen, die beiden Zylinder 2, 3 über Kreuz zu verbinden. Eine Verbindung über Kreuz bedeutet dabei, dass die Kolbenkammer 22 des ersten Zylinders 2 und die Ringkammer 31 des zweiten Zylinders 3 miteinander fluidisch verbunden und gemeinsam an einen Steuerausgang der Versorgungseinheit 4 angeschlossen werden. Die verbleibenden Kammern

der beiden Zylinder 2, 3 werden ebenfalls fluidisch miteinander verbunden und an einen anderen Steuerausgang der Versorgungseinheit 4 angeschlossen. Würde man nun einen der beiden Steuerausgänge mit Hochdruck versorgen, würde dies zu einem gegensinnigen Bewegen der beiden Zylinder 2, 3 führen. Könnte man das resultierende asymmetrische Kräftepaar nicht akzeptieren, so wäre es notwendig anstelle der dargestellten Differentialzylinder Gleichgangzylinder zu verwenden.

[0032] Mit der in Fig. 1 dargestellten schematischen Darstellung der vorliegenden Erfindung ist es möglich, Differentialzylinder 2, 3 zu verwenden und dennoch lediglich nur eine einzige Versorgungseinheit 4 zu nutzen. Anders als oftmals im Stand der Technik vorgeschlagen, werden die beiden Zylinder 2, 3 nicht mehr über Kreuz geschaltet, sondern es werden die beiden Ringkammern 21, 31 der beiden Zylinder 2, 3 mit dem Hochdruckanschluss 41 der Versorgungseinheit 4 verknüpft. Die verbleibenden Kolbenkammern 22, 32 der beiden Zylinder 2, 3 werden an einen jeweiligen Steuerausgang 42, 43 der Versorgungseinheit 4 angeschlossen.

[0033] Demnach kann die Radsteuerung über drei unterschiedliche Zustände verfügen. Diese sind durch die Stellungen des Ventils 7, welches die unterschiedlichen Drücke der Versorgungseinheit 4 an die beiden Steuerausgänge 42, 43 der Versorgungseinheit 4 schalten kann, einstellbar.

[0034] In einer ersten Stellung des Ventils, die typischerweise die unbetätigte Ruhestellung des Ventils 7 sein kann, ist die Pumpe 6 der Versorgungseinheit 4 nicht aktiv. Weiter sorgt das Ventil 7 in seiner Ruhestellung dafür, dass die Kolbenkammern 22, 32 der Zylinder 2, 3 miteinander kurzgeschlossen sind, diese also eine Fluidverbindung miteinander aufweisen. Demnach liegt in allen Kammern der beiden Zylindern 2, 3 das gleiche Druckniveau an. Steht der Radsatz nun still, führt das Vorhandensein eines mit der Niederdruckseite verbundenen Fluidspeichers 10, der auch ein Hydrospeicher sein kann, dazu, dass eine davon ausgehende Vorspannung, bedingt durch das Differentialzylinderprinzip, eine drückende Kraft in beiden Zylindern ausübt. Ist nämlich ein vom Fluidspeicher ausgehender geringer Druck in den beiden Zylindern 2, 3 vorhanden, führt das Wirkprinzip des Differentialzylinders dazu, dass jeder der beiden Zylinder 2, 3 eine Kraft in seine ausfahrende Richtung ausübt. Um dieser Kraft entgegenzuwirken, kann für jeden der beiden Zylinder 2, 3 ein nicht dargestelltes Elastiklager vorgesehen sein, das jeweils eine entsprechende statische Steifigkeit aufweist, um eine Gegenkraft zu erzeugen. So wird die Verschiebung des Radsatzes durch die drückenden Zylinder, bedingt durch den Druck des Fluidspeichers, begrenzt.

[0035] Bewegt sich nun der Radsatz, wird er also beispielsweise beim Überfahren eines Gleises durch die externen Kräfte in Bewegung versetzt, werden die beiden Zylinder 2, 3 durch die extern vorgegebene Bewegung des Radsatzes mitgeschleppt. Die optional vorgesehe-

nen Elastiklager, die parallel zu den Zylindern 2, 3 verbaut sein können, können dabei mit ihrer dynamischen Steifigkeit die stabile Führung des Radsatzes übernehmen. Betrachtet man nun einen Sinuslauf eines Radsatzes, also das Hin- und Herlenken über den gesamten oder einen großen Teil des Lenkwinkelbereichs, so werden die beiden Zylinder 2, 3 durch den Radsatz wechselseitig ausgezogen und eingefahren. Dabei muss das Fluid, beispielsweise ein Öl, aus den Kammern einerseits widerstandsarm verdrängt und andererseits ohne Kavitation nachgesaugt werden. Um dies zu bewerkstelligen, sind in den jeweiligen Kolben 24, 34 der beiden Zylinder 2, 3 Rückschlagventile 5 vorgesehen, die zu einer Verringerung der Fluid- bzw. Ölmenge beitragen, die für einen solchen Sinuslauf mit der Versorgungseinheit 4 ausgetauscht werden muss. Dies sorgt gleichzeitig für eine Reduktion des Kavitationspotentials und auch für einen Fluidumlauf zwischen der Versorgungseinheit 4 und den Zylindern 2, 3. Ohne ein jeweiliges Rückschlagventil 5 in den Kolben 24, 34 der beiden Zylinder 2, 3 würde beispielsweise nur eine Ölsäule in der Verrohrung bzw. der Verbindung zu den Zylindern 2, 3 hin und hergeschoben werden. Ein Filtervorgang des Öls würde dadurch erheblich erschwert werden.

[0036] Ferner weist die dargestellte Versorgungseinheit 4 einen Drucksensor 9 sowie ein Druckbegrenzungsventil 8 auf, das dazu in der Lage ist, den anliegenden Druck an dem Hochdruckausgang 41 wunschgemäß einzustellen. Für einen bestimmten maximalen Lenkwinkelausschlag ist der auszugebende Druck an dem Hochdruckanschluss 41 selbstverständlich höher als gegenüber einem nicht maximalen Lenkwinkelausschlag. Hierzu wird in Abhängigkeit des gemessenen Druckniveaus das Druckbegrenzungsventil 8 betätigt, welches für eine kurze Zeit die Hochdruckseite und die Niederdruckseite miteinander verbindet. Dadurch kommt es zu einem Erreichen des gewünschten Druckniveaus auf der Hochdruckseite. Dem Fachmann ist klar, dass die Steuerung des Drucks selbstverständlich auch mit einer variabel betreibbaren Pumpe oder mittels anderer Einrichtungen variiert werden kann. Darüber hinaus besitzt die Versorgungseinheit 4 auch eine Pumpe 6, die mit ihrer Druckseite 61 direkt mit dem Hochdruckausgang 41 verbunden ist. Diese feste Verbindung von Druckseite 61 der Pumpe 6 mit dem Hochdruckausgang 41 und demzufolge auch mit den jeweiligen Ringkammern 21, 31 trägt zu dem besonders einfachen und platzsparenden Aufbau der vorliegenden Erfindung bei. Die Saugseite 62 ist dabei mit der Niederdruckseite der Versorgungseinheit 4 verbunden.

[0037] Das dargestellte Ventil 7 ist ein 4/3-Wegeventil, das in seiner Ruhestellung einen Kurzschluss der beiden Kolbenkammern 22, 32 verursacht. Selbstverständlich können die Schaltfunktionen des Ventils auch durch mehrere Ventile oder eine eigene Ventiluntereinheit verwirklicht werden. In den anderen beiden möglichen Stellungen wird jeweils eine der beiden Kolbenkammern 22, 32 mit der Hochdruckseite der Versorgungseinheit 4 und

die andere der beiden Kolbenkammern 22, 32 mit der Niederdruckseite der Versorgungseinheit 4 verbunden, so dass es zu einem entsprechenden Lenkwinkelschlag der beiden Räder, verursacht durch ein entsprechendes Betätigen der Zylinder 2, 3 kommt. Das zur Pumpe parallel geschaltene Rückschlagventil ermöglicht ein besonders widerstandsarmes Nachsaugen von Fluid vom Hydraulikspeicher zur Ringkammer des Zylinders 2.

[0038] Fig. 2 zeigt eine erste aktive Stellung, bei der die Pumpe 6 aktiv ist. Das Ventil 7 ist dabei betätigt, wobei die Kolbenkammer 32 des zweiten Zylinders 3 mit der Hochdruckseite bzw. dem Druckausgang 61 der Pumpe 6 verbunden ist. Die Kolbenkammer 22 des ersten Zylinders 2 ist hingegen mit der Niederdruckseite bzw. der Saugseite 62 der Pumpe 6 verbunden. Durch die Differentialbauweise wird der zweite Zylinder 3 durch Druckbeaufschlagung beider Kammern 31, 32 zum Ausfahren bewegt. Beim ersten Zylinder 2 wird nur die Ringkammer 21 mit Druck beaufschlagt, wohingegen die Kolbenkammer 22 mit dem Niederdruckbereich verbunden ist. In dieser Konfiguration ist das im Kolben 24 angeordnete Rückschlagventil 5 geschlossen, so dass bei einem entsprechenden Hochdruckniveau auf der Kolbenstangenseite eine Einfahrbewegung des Kolbens 23 des ersten Zylinders ausgeführt wird. Der zweite Zylinder, bei dem sowohl in der Kolbenkammer 32 wie auch in der Ringkammer 31 Hochdruck herrscht, schiebt den Kolben 33 nach außen, da die von der Kolbenkammer 32 herrührende Kraft eine größere Fläche zum Ansetzen auf den Kolben besitzt, als dies für die von der Ringkammer 31 herrührende Kraft der Fall ist. Für jenen Fall, dass die extern erzwungene Bewegung der Zylinder einen höheren Fluidbedarf erzeugt als die Pumpe fördern kann, wirkt das zur Pumpe parallel geschaltene Rückschlagventil unterstützend um Fluid vom Hydraulikspeicher in die Kolbenkammer zu fördern.

[0039] Fig. 3 zeigt ein zur Schaltstellung der Fig. 2 inverses Bild, so dass nun die Kolbenkammer 32 des zweiten Zylinders mit Niederdruck verbunden ist und die Kolbenkammer 22 des ersten Zylinders 2 mit Hochdruck verbunden ist. Die Reaktionen der beiden Zylinder 2, 3 sind dabei erneut durch Richtungspfeile angegeben und verhalten sich invers zu dem Verhalten, das bereits im Zusammenhang mit der Fig. 2 beschrieben worden ist. Der erste Zylinder 2 fährt demnach aus, wohingegen der zweite Zylinder 3 sich einzieht.

[0040] Durch die vorliegende Erfindung wird eine Möglichkeit geschaffen, die beiden Zylinder zum Steuern eines Radsatzes mit lediglich einer Versorgungseinheit 4 anzusteuern.

[0041] Dies und die Verwendung kompakter Differentialzylinder ermöglichen eine sehr bauraumschonende Umsetzung der vorliegenden Erfindung.

Patentansprüche

1. Aktive Radsatzsteuerung (1) für ein Schienenfahrzeug, umfassend:

einen Radsatz mit einem Räderpaar zum Abrollen auf einer jeweiligen Schiene eines Schienenpaares,

einen ersten in seiner Länge variierbaren Differentialzylinder (2) zum Verschieben eines ersten Rades des Räderpaares relativ zum Fahrwerksrahmen,

einen zweiten in seiner Länge variierbaren Differentialzylinder (3) zum Verschieben eines zweiten Rades des Räderpaares relativ zum Fahrwerksrahmen, und

eine Versorgungseinheit (4) zum Bereitstellen von unter Druck stehendem Fluid für den ersten Zylinder (2) und den zweiten Zylinder (3),

dadurch gekennzeichnet, dass

die Ringkammer (21) des ersten Zylinders (2) und die Ringkammer (31) des zweiten Zylinders (3) mit einem gemeinsamen Hochdruckausgang (41) der Versorgungseinheit (4) fluidisch verbunden sind, und

die Kolbenkammer (22) des ersten Zylinders (2) mit einem ersten Steuerausgang (42) und die Kolbenkammer (32) des zweiten Zylinders (3) mit einem zweiten Steuerausgang (43) der Versorgungseinheit (4) fluidisch verbunden sind.

2. Radsatzsteuerung (1) nach Anspruch 1, wobei in dem Kolben (24) des ersten Zylinders (2) und in dem Kolben (34) des zweiten Zylinders (3) jeweils ein Rückschlagventil (5) angeordnet ist, das einen Fluiddurchlass von einer Kolbenkammer (22, 32) hin zur Ringkammer (21, 31) zulässt.

3. Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Steuerausgang (42) und der zweite Steuerausgang (43) der Versorgungseinheit (4) dazu ausgelegt sind, jeweils zwischen einem Hochdruckzustand, einem Niederdruckzustand und/oder einem drucklosen Zustand zu variieren.

4. Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine gegenläufige Betätigung von dem ersten Zylinder (2) und dem zweiten Zylinder (3) dazu ausgelegt ist, eine Drehung des Räderpaares um eine Hochachse zu bewirken.

5. Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Versorgungseinheit (4) eine Pumpe (6) aufweist, deren Druckseite (61) mit dem Hochdruckausgang (41) fluidisch verbunden ist, wobei vorzugsweise die Saugseite (62) der Pumpe (6) mit einem Niederdruckbereich des Fluids flu-

idisch verbunden ist.

6. Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Versorgungseinheit (4) eine Verbindungsvorrichtung (7) aufweist, die dazu ausgelegt ist, den ersten Steuerausgang (42) und den zweiten Steuerausgang (43) mit Fluid eines entsprechenden Drucks zu versorgen. 5
7. Radsatzsteuerung (1) nach Anspruch 6, wobei die Verbindungsvorrichtung (7) 10
- in einem ersten Zustand dazu ausgelegt ist, die Kolbenkammer (22) des ersten Zylinders (2) über den ersten Steuerausgang (42) mit Hochdruck und die Kolbenkammer (32) des zweiten Zylinders (3) über den zweiten Steuerausgang (43) mit Niederdruck zu verbinden, und 15
- in einem zweiten Zustand dazu ausgelegt ist, die Kolbenkammer (22) des ersten Zylinders (2) über den ersten Steuerausgang (43) mit Niederdruck und die Kolbenkammer (32) des zweiten Zylinders (3) über den zweiten Steuerausgang mit Hochdruck zu verbinden. 20
8. Radsatzsteuerung (1) nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Verbindungsvorrichtung (7) in einem Zustand dazu ausgelegt ist, die Kolbenkammer (22) des ersten Zylinders (2) und die Kolbenkammer (32) des zweiten Zylinders (3) miteinander fluidisch zu verbinden. 25 30
9. Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 6 - 8, wobei die Verbindungsvorrichtung (7) ein Ventil umfasst, das in seiner Ruhestellung die beiden Kolbenkammern (22, 32) miteinander fluidisch verbindet, wobei vorzugsweise das Ventil ein Magnetventil ist, das bevorzugterweise ein 4/3-Wegeventil ist. 35 40
10. Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Versorgungseinheit (4) eine Druckregelvorrichtung (8) aufweist, um das Niveau des Hochdrucks zu steuern, wobei vorzugsweise die Druckregelvorrichtung (8) eine Niveauveränderung des Drucks durch Ansteuern von Betriebsparametern der Pumpe (6) und/oder durch ein die Hochdruckseite und die Niederdruckseite verbindendes Druckbegrenzungsventil verwirklicht. 45 50
11. Radsatzsteuerung (1) nach Anspruch 10, wobei die Druckregelvorrichtung (8) ferner mit einem Drucksensor (9) in Verbindung steht, um das Druckniveau der Hochdruckseite zu erfassen. 55
12. Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit einem Fluidspeicher (10), der mit einer Niederdruckseite der Versorgungsein-

richtung fluidisch verbunden ist, wobei vorzugsweise der Fluidspeicher (10) ein Hydrospeicher ist.

13. Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Versorgungseinheit (4) eine Hydraulikflüssigkeit als Fluid bereitstellt.
14. Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei parallel zu dem ersten Zylinder (2) ein erstes Elastiklager und parallel zu dem zweiten Zylinder (3) ein zweites Elastiklager vorgesehen ist, vorzugsweise damit eine resultierende Steifigkeit der jeweiligen Anordnung aus Elastiklager und Zylinder (2, 3) der Summe der Steifigkeiten dieser beiden Komponenten entspricht.
15. Fahrwerk eines Schienenfahrzeugs, das mit einer Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche versehen ist, vorzugsweise wobei eine Veränderung der Länge des ersten Differentialzylinders (2) und/oder des zweiten Differentialzylinders (3) eine Stellkraft erzeugt, die parallel bezüglich der Richtung der Fahrwerkslängsachse wirkt.

Fig. 1

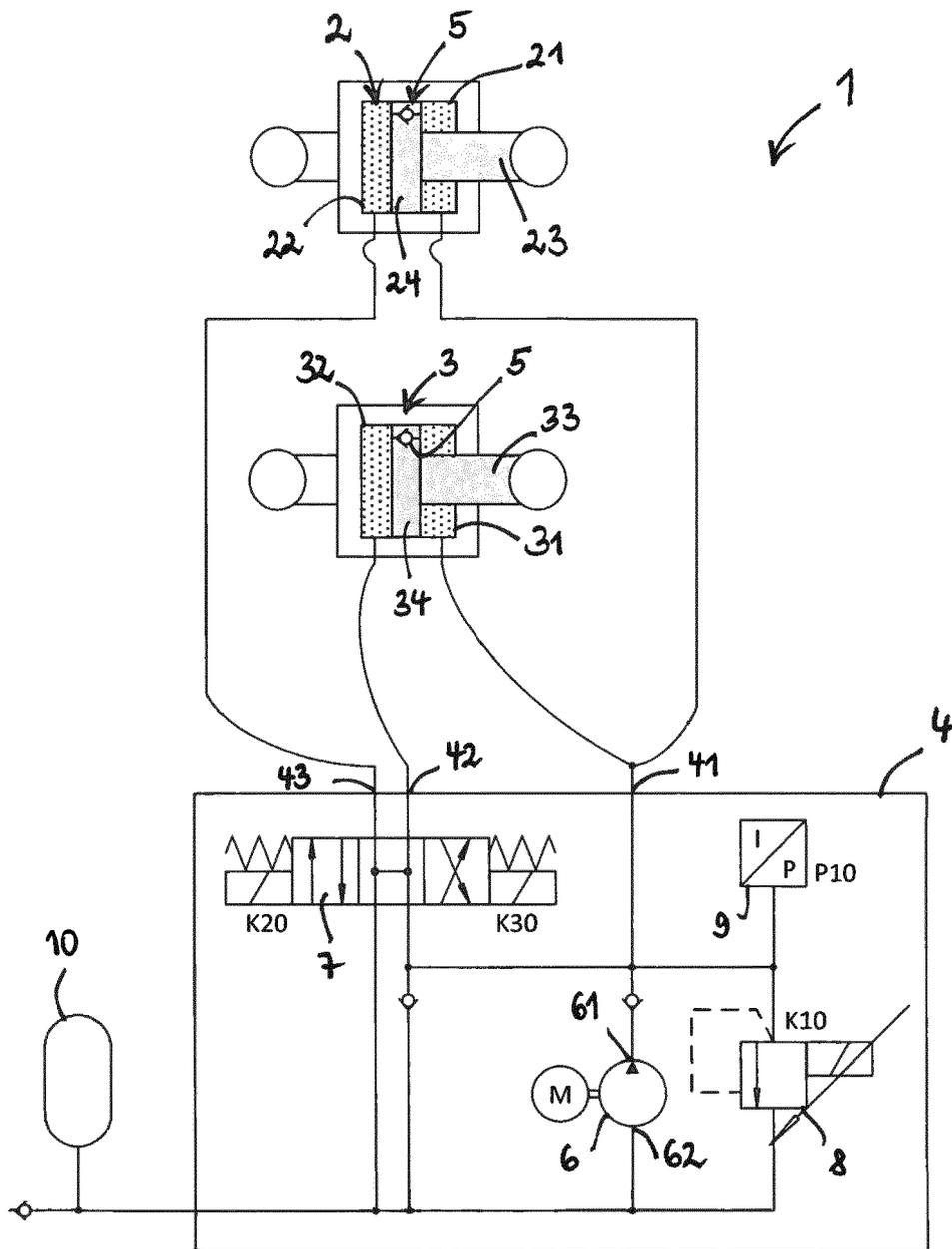


Fig. 2

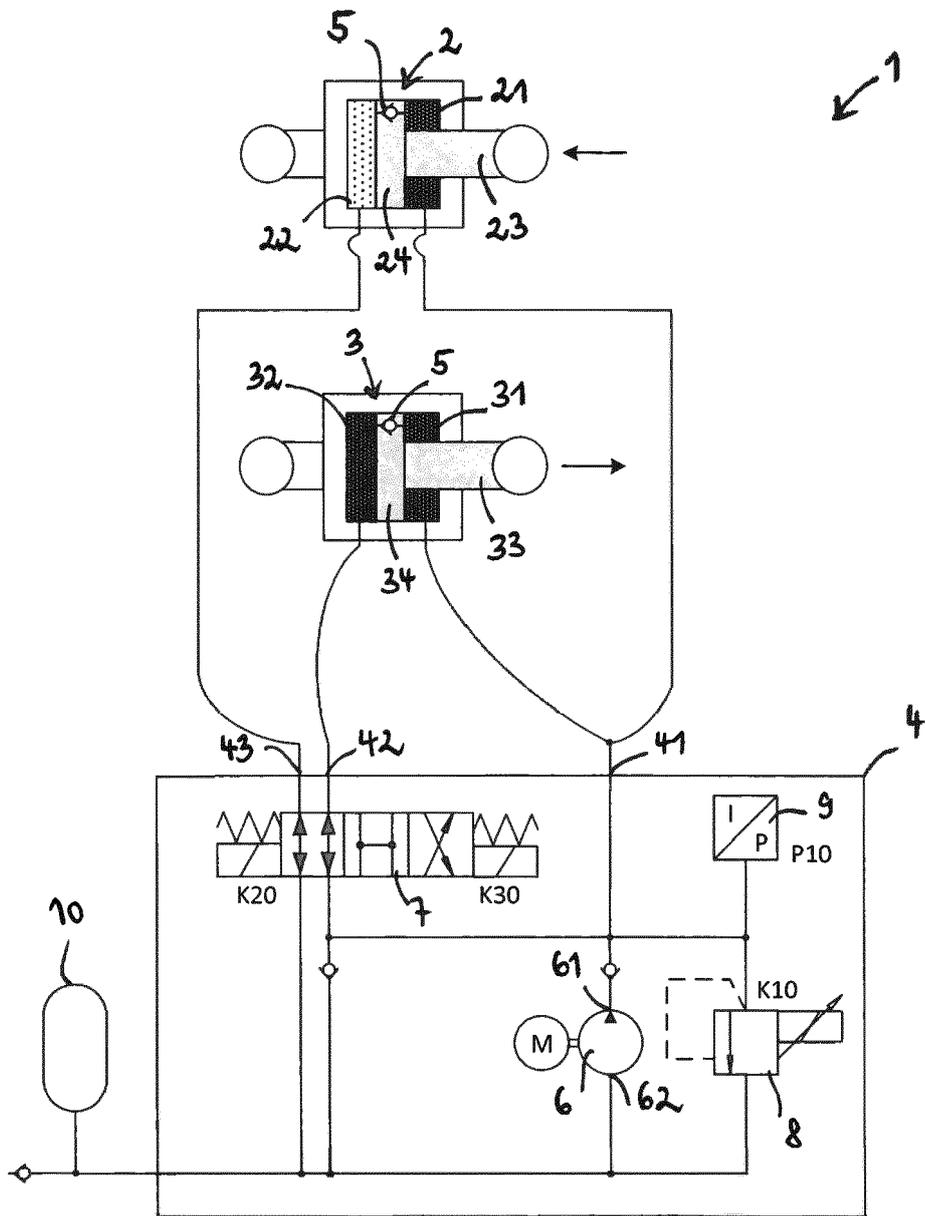
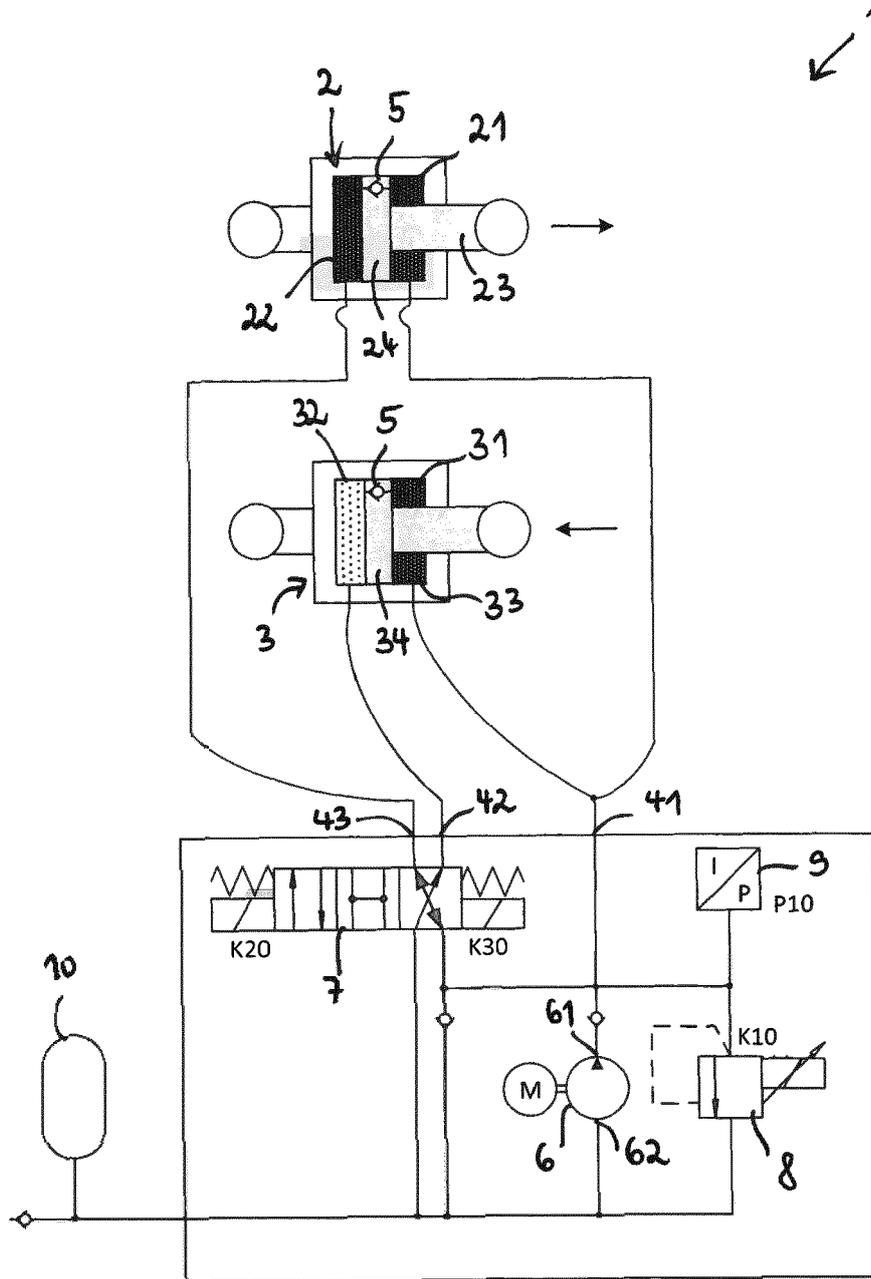


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 21 19 3267

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 0 655 378 A1 (JENBACHER TRANSPORTSYSTEME [AT]) 31. Mai 1995 (1995-05-31) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1-15	INV. B61F5/38 F15B13/02
A	CN 110 836 205 A (CRRC QINGDAO SIFANG ROLLING STOCK RES INST CO LTD) 25. Februar 2020 (2020-02-25) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-15	
A, D	EP 0 759 390 B1 (SCHWEIZERISCHE LOKOMOTIV [CH]) 8. März 2000 (2000-03-08) * Spalte 8, Zeile 34 - Spalte 9, Zeile 40; Abbildung 10 *	1-15	
A, D	WO 2017/157740 A1 (SIEMENS AG ÖSTERREICH [AT]) 21. September 2017 (2017-09-21) * das ganze Dokument *	1-15	
A	EP 2 133 576 A2 (LIEBHERR AEROSPACE GMBH [DE]) 16. Dezember 2009 (2009-12-16) * Absätze [0023], [0038], [0051]; Abbildung 7 *	1-15	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC) B61F F15D F15B
A	US 4 640 198 A (HAEUPL OTMAR [DE]) 3. Februar 1987 (1987-02-03) * das ganze Dokument *	1-15	
A	DE 40 39 540 C1 (BOCHUMER EISENHÜTTE HEINTZMANN) 12. Dezember 1991 (1991-12-12) * Spalte 4, Zeile 53 - Spalte 5, Zeile 65; Abbildung 3 *	1-15	
4 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlussdatum der Recherche 17. Januar 2022	Prüfer Schultze, Yves
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 21 19 3267

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.

17-01-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0655378	A1	31-05-1995	AT 176204 T 15-02-1999
			AT 189883 T 15-03-2000
			AT 407140 B 27-12-2000
			EP 0655378 A1 31-05-1995
			EP 0765791 A1 02-04-1997
			ES 2144479 T3 16-06-2000

CN 110836205	A	25-02-2020	KEINE

EP 0759390	B1	08-03-2000	AT 190278 T 15-03-2000
			EP 0759390 A1 26-02-1997
			ES 2145245 T3 01-07-2000
			FI 963282 A 24-02-1997
			JP H09109885 A 28-04-1997
			NO 316218 B1 29-12-2003
			SI 0759390 T1 31-08-2000
			US 5909711 A 08-06-1999
ZA 967188 B 03-03-1997			

WO 2017157740	A1	21-09-2017	AT 518973 A1 15-02-2018
			CN 209581501 U 05-11-2019
			EP 3390196 A1 24-10-2018
			ES 2861591 T3 06-10-2021
			PL 3390196 T3 05-07-2021
			WO 2017157740 A1 21-09-2017

EP 2133576	A2	16-12-2009	DE 102008027474 A1 10-12-2009
			EP 2133576 A2 16-12-2009
			ES 2636960 T3 10-10-2017

US 4640198	A	03-02-1987	AT 381282 B 25-09-1986
			CH 665395 A5 13-05-1988
			DE 3331559 A1 28-03-1985
			DK 417484 A 02-03-1985
			FR 2551412 A1 08-03-1985
			IT 1175655 B 15-07-1987
			NO 158729 B 18-07-1988
			US 4640198 A 03-02-1987
			ZA 846859 B 26-06-1985

DE 4039540	C1	12-12-1991	KEINE

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

- EP 0759390 B1 **[0004]**
- WO 2017157740 A1 **[0005]**
- AT 518698 A1 **[0023]**