



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**25.01.2017 Patentblatt 2017/04**

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

(21) Anmeldenummer: **16180566.8**

(22) Anmeldetag: **21.07.2016**

(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:  
**MA MD**

- **Bieberschick, Roland**  
**38226 Salzgitter (DE)**
- **Koch, Hartwig**  
**16547 Birkenwerder (DE)**
- **Dunger, Harry**  
**16761 Hennigsdorf (DE)**
- **Donath, Matthias**  
**16727 Velten (DE)**

(30) Priorität: **23.07.2015 DE 102015112012**

(71) Anmelder: **Bombardier Transportation GmbH**  
**10785 Berlin (DE)**

(74) Vertreter: **Zimmermann & Partner**  
**Patentanwälte mbB**  
**Josephspitalstr. 15**  
**80331 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Schlagner, Stefan**  
**13086 Berlin (DE)**

(54) **LUFTFEDERANORDNUNG FÜR SCHIENENFAHRZEUG UND SCHIENENFAHRZEUG MIT LUFTFEDERANORDNUNG**

(57) Es wird eine Luftfederanordnung (100) für eine sekundäre Luftfeder zwischen Wagenkasten und Drehgestell eines Schienenfahrzeugs zur Verfügung gestellt. Die Luftfederanordnung (100) weist eine erste Verbindungsleitung (121) zur Druckluftversorgung einer ersten Luftfeder (131) und eine zweite Verbindungsleitung (122) zur Druckluftversorgung einer zweiten Luftfeder (132) auf. Die Luftfederanordnung (100) weist außerdem einen Druckluftbehälter (110) auf, der ein erstes Zusatzluftvolumen (111) und ein vom ersten getrenntes zweites Zusatzluftvolumen (112) zur Verfügung stellt. Die erste Verbindungsleitung (121) ist dabei mit dem ersten Zusatzluftvolumen (111) und die zweite Verbindungsleitung (122) mit dem zweiten Zusatzluftvolumen (112) verbindbar. Die Luftfederanordnung weist einen ersten Anschluss (141) zum Verbinden der ersten Verbindungsleitung (121) mit dem ersten Zusatzluftvolumen (111) und einen zweiten Anschluss (142) zum Verbinden der zweiten Verbindungsleitung (122) mit dem zweiten Zusatzluftvolumen (112) auf, wobei beide Anschlüsse (141; 142) auf derselben Seite des Druckluftbehälters (110) angeordnet sind. Typischerweise ist der Druckluftbehälter (110) am Wagenkasten oder am Drehgestell eines Schienenfahrzeugs befestigbar.

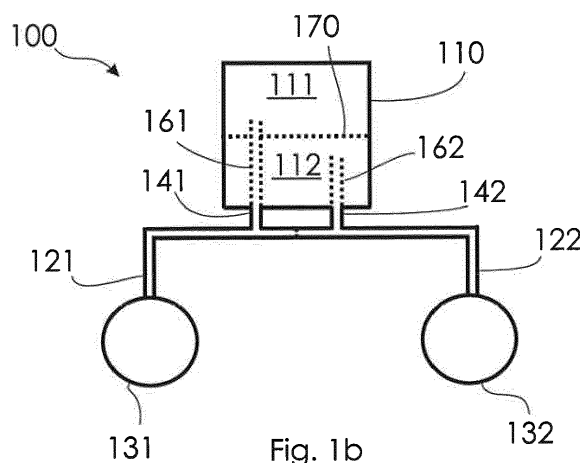


Fig. 1b

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Luftfederanordnung für die Federung eines Schienenfahrzeugs, insbesondere betrifft die Erfindung eine Luftfederanordnung für eine Sekundärfederung zwischen Wagenkasten und Drehgestell eines Schienenfahrzeugs.

### Vorbekannter Stand der Technik

**[0002]** Ein Schienenfahrzeug wird meist auf verschiedene Arten gefedert, um die Sicherheit und den Komfort zu erhöhen. Für einen hohen Komfort und eine damit verbundene hohe Akzeptanz des Schienenverkehrs bei den Fahrgästen und Lokführern werden meist eine Primärfederung und eine Sekundärfederung zur Verfügung gestellt. Die Federung zwischen den Radsätzen und dem Drehgestell wird von der Primärfederung übernommen. Dabei wird die Primärfederung meist durch Blattfedern, aber auch durch Schraubenfedern oder Gummifedern realisiert.

**[0003]** Die Sekundärfederung wird für die Federung zwischen Drehgestell und Wagenkasten verwendet. Dabei kommen auch Schraubenfedern, jedoch zunehmend Luftfedern zum Einsatz. Eine Sekundärfederung für ein Drehgestell kann zum Beispiel zwei Luftfedern umfassen. Im Falle eines Jakobsdrehgestells kann die Sekundärfederung des Jakobsdrehgestells auch vier Luftfedern umfassen.

**[0004]** Die Sekundärfederung weist in der Regel sogenannte Zusatzvolumina auf, welche über Verbindungsleitungen mit den eigentlichen Luftfedervolumen verbunden werden. Bei der Anbindung je eines Zusatzluftvolumens an jeweils eine Luftfeder werden zwei Zusatzluftbehälter und entsprechende Zuleitungen verwendet. Diese Zusatzluftvolumina dienen der Vergrößerung des kompressiblen Luftvolumens der Luftfedern und damit der Erhöhung der Nachgiebigkeit der Luftfeder.

**[0005]** In der EP 0 568 043 B1 wird beispielsweise ein Drehgestell für Schienenfahrzeuge mit Primär- und Sekundärfederung beschrieben. Die Sekundärfederung ist dabei als eine Luftfederung ausgebildet, wobei die Luftfedern als Torusbälge ausgeführt sind, die über Leitungen mit zwei getrennten Zusatzvolumina verbunden sind. Zwischen den Torusbälgen und den Zusatzvolumina sind Dreiwegeventile angeordnet.

**[0006]** Die EP 1 610 995 B1 beschreibt ein Fahrwerk für ein Schienenfahrzeug mit einem Radsatz. Das Schienenfahrzeug weist einen über eine Primärfederung an dem Radsatz abgestützten Fahrwerkrahmen und eine Sekundärfederung zur Abstützung eines Wagenkastens auf dem Fahrwerkrahmen auf. Zusätzlich ist das Schienenfahrzeug mit einer Querfederung ausgestattet, wobei die Querfederung oberhalb der Sekundärfederung und unterhalb des Bodens des Wagenkastens angeordnet ist.

### Nachteile des Standes der Technik

**[0007]** Die obigen Lösungen erfordern eine doppelte Auslegung der Luftfederanordnung hinsichtlich der Zusatzluftvolumina. Dies verursacht jedoch eine erhöhte Masse und einen erhöhten Raumbedarf. Die erhöhte Masse wirkt sich dabei negativ auf die benötigte Energie zum Betreiben des Schienenfahrzeugs aus, während der erhöhte Raumbedarf Schwierigkeiten bei der Unterbringung der Luftfederanordnung oder anderer Komponenten des Schienenfahrzeugs bedeuten kann.

### Problemstellung

**[0008]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Luftfederanordnung für eine Sekundärfederung eines Schienenfahrzeugs zur Verfügung zu stellen, die die Systemmasse und den Bauraumbedarf verringert.

### Erfindungsgemäße Lösung

**[0009]** Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Luftfederanordnung nach Anspruch 1, ein Schienenfahrzeug nach Anspruch 12 und ein Verfahren zur Anbindung von Zusatzluftvolumina an Luftfedern nach Anspruch 14. Weitere Ausführungsformen, Modifikationen und Verbesserungen ergeben sich anhand der folgenden Beschreibung und der beigefügten Ansprüche.

**[0010]** Gemäß einer Ausführungsform wird eine Luftfederanordnung für eine sekundäre Luftfederung zwischen Wagenkasten und Drehgestell eines Schienenfahrzeugs zur Verfügung gestellt. Die Luftfederanordnung umfasst eine erste Verbindungsleitung zum Verbinden eines ersten Zusatzluftvolumens mit einer ersten Luftfeder und eine zweite Verbindungsleitung zum Verbinden eines zweiten Zusatzluftvolumens mit einer zweiten Luftfeder. Die Luftfederanordnung weist außerdem einen Druckluftbehälter auf, der ein erstes Zusatzluftvolumen und ein vom ersten Zusatzluftvolumen getrenntes zweites Zusatzluftvolumen zur Verfügung stellt. Die erste Verbindungsleitung ist dabei mit dem ersten Zusatzluftvolumen und die zweite Verbindungsleitung mit dem zweiten Zusatzluftvolumen verbindbar. Die Luftfederanordnung weist zudem einen ersten Anschluss zum Verbinden der ersten Verbindungsleitung mit dem ersten Zusatzluftvolumen und einen zweiten Anschluss zum Verbinden der zweiten Verbindungsleitung mit dem zweiten Zusatzluftvolumen auf. Beide Anschlüsse sind dabei auf derselben Seite des Druckluftbehälters angeordnet. Typischerweise ist der Druckluftbehälter am Wagenkasten oder am Drehgestell eines Schienenfahrzeugs befestigbar, insbesondere ist der Druckluftbehälter am Wagenkasten oder am Drehgestell austauschbar befestigbar. In einer Ausführungsform sind das erste Zusatzvolumen und das zweite Zusatzvolumen durch eine Trennvorrichtung, insbesondere eine Trennwand, in dem Druckluftbehälter getrennt, wobei beide Anschlüsse auf derselben

Seite der Trennvorrichtung angeordnet sind. Gemäß manchen Ausführungsformen kann dabei "auf derselben Seite der Trennvorrichtung" bedeuten, dass die Anschlüsse die beiden Verbindungsleitungen auf der Seite des ersten Zusatzluftvolumens oder auf der Seite des zweiten Zusatzluftvolumens angeschlossen sind. Die Anschlüsse können dabei im Bereich einer der beiden Stirnseiten des Druckluftbehälters und/oder im Bereich des Mantels des Druckluftbehälters, beispielsweise in Längsrichtung relativ zur Mitte des Druckluftbehälters in Richtung einer der beiden Stirnseiten versetzt, angeordnet sein.

**[0011]** Die Luftfederanordnung gemäß Ausführungsformen der Erfindung erlaubt durch das Verbinden beider Luftfedern mit zwei getrennten Druckluftvolumina eines einzigen Druckluftbehälters eine Reduzierung der Masse der Luftfederanordnung. Anstatt zwei getrennte Druckluftbehälter bereit zu stellen, wird nun ein Druckluftbehälter bereitgestellt. Insbesondere bei einer im Wesentlichen zylindrischen Ausgestaltung des Druckluftbehälters wirkt dabei das Verhältnis von Volumen zu Oberfläche vorteilhaft, insbesondere bei einer größeren Ausgestaltung des Druckluftbehälters im Vergleich zu bisherigen Druckluftbehältern. Eine reduzierte Masse spart dabei nicht nur Materialkosten, sondern auch Energiekosten beim Betrieb des Schienenfahrzeugs.

**[0012]** Ein weiterer Vorteil der hierin beschriebenen Luftfederanordnung besteht in dem verringerten und flexibler gestaltbaren Bauraumbedarf. Der eine Druckluftbehälter, der mit beiden Federn verbunden ist, nimmt weniger Platz ein, als zwei getrennte Behälter. Ein verringerter Bauraumbedarf erlaubt eine günstigere Positionierung des Behälters im Schienenfahrzeug, insbesondere in Bezug auf die Position der Luftfedern. Dies wird auch durch die Anschlüsse der Verbindungsleitungen an derselben Seite begünstigt. Mit der erfindungsgemäßen Lösung ist es nicht mehr notwendig, auf den Druckluftbehälter von zwei Seiten zuzugreifen. Zum Beispiel musste bei Druckluftbehältern des Stands der Technik an zwei Positionen des Schienenfahrzeugs Bauraum für die Verlegung der Verbindungsleitungen vorgesehen sein. Mit der Luftfederanordnung gemäß hierin beschriebener Ausführungsformen genügt es, wenn an einer Position des Schienenfahrzeugs Bauraum vorhanden ist. Die dadurch ermöglichte, günstigere Positionierung kann wiederum eine Verkürzung der Verbindungsleitungen zu den Federn erlauben. Kürzere Verbindungsleitungen tragen dabei zusätzlich zur Reduzierung der Masse der Luftfederanordnung bei und wirken positiv auf die Federeigenschaften der Sekundärfederung, durch eine Erhöhung der Nachgiebigkeit bei höheren Frequenzen. Die Ausgestaltung der Verbindungsleitungen zwischen Druckluftbehälter und Luftfedern kann in einigen Ausführungsformen einen symmetrischen Aufbau ermöglichen, der wiederum die Herstellungskosten positiv beeinflusst. Die (insbesondere austauschbare) Befestigung des Druckluftbehälters am Wagenkasten oder an dem Drehgestell erlaubt ein einfaches Austauschen des Druckluft-

behälters, zum Beispiel mit einem neuen Druckluftbehälter im Rahmen von Wartungsarbeiten oder mit einem Druckluftbehälter, der nur ein Zusatzluftvolumen aufweist, sofern nur ein gemeinsames Zusatzluftvolumen für beide Luftfedern gewünscht ist. Die Verwendung des Druckluftbehälters mit zwei getrennten Volumina bewahrt außerdem die Möglichkeit, durch die Verwendung von Blenden in den für eine Zwei-Punkt-Regelung der Luftfederung notwendigen Verbindungsleitungen der Luftfedern eine Dämpfung zu realisieren, welche das Wanken des Wagenkastens dämpft. Dies geschieht hierbei, ohne die vertikalen Federungseigenschaften (Dämpfung und Steifigkeit) zu beeinflussen.

**[0013]** Gemäß einer Ausführungsform stehen die erste Verbindungsleitung und die zweite Verbindungsleitung miteinander in fluidischer Verbindung. Dadurch können weitere Regelparameter für den Druckluftstrom zu den Luftfedern beeinflusst werden, wie zum Beispiel ein Ausgleich oder Austausch zwischen der ersten und der zweiten Verbindungsleitung.

**[0014]** Die oben beschriebene "fluidische Verbindung" kann zum Beispiel durch eine Ausgleichsleitung realisiert werden. In einer Ausführungsform kann die Ausgleichsleitung einen reduzierten Durchmesser aufweisen und somit zugleich als Drossel zwischen der ersten und der zweiten Luftfeder wirken. Alternativ oder zusätzlich kann eine Blende oder ein Regelventil vorgesehen werden.

**[0015]** In einer Ausführungsform stehen die erste Verbindungsleitung und die zweite Verbindungsleitung über eine Blende oder ein Regelventil zum Begrenzen eines fluidischen Stroms zwischen dem ersten und zweiten Zusatzluftvolumen in fluidischer Verbindung. Die Blende oder das Regelventil ermöglicht eine schnelle und zuverlässige Regelung des Stroms zwischen den beiden Verbindungsleitungen. Zusätzlich kann in dieser Ausgestaltung eine Dämpfungsfunktion zum Dämpfen des Wankens des Wagenkastens mittels der Luftfedern realisiert werden. Die Dämpfung des Wankens durch die Verbindung zwischen der ersten und der zweiten Verbindungsleitung kann dabei kostengünstig und auf einfache Weise in die Luftfederanordnung integriert werden.

**[0016]** In einer Ausführungsform kann zumindest eine der beiden Verbindungsleitungen einen innerhalb des Druckluftbehälters verlaufenden Behälterabschnitt aufweisen. Dies vereinfacht die Anordnung beider Verbindungsleitungen an einer Seite des Behälters, bzw. auf einer Seite der Trennvorrichtung, was zu einer einfacheren Positionierung und Montage des Druckluftbehälters und der beiden Verbindungsleitungen führt. Ein solcher Behälter lässt sich wesentlich einfacher und besser positionieren als zwei separate Behälter oder ein Behälter, dessen Anschlüsse an zwei verschiedenen Seiten angeordnet sind. Die Art des Anschlusses von zwei Zusatzluftvolumen an derselben Seite des Druckluftbehälters, bzw. der Trennvorrichtung, wie zum Beispiel über einen Klöpperboden ist auch übertragbar auf den Anschluss von mehr als zwei Volumina (z.B. bei der Verwendung von Jakobsdrehgestellen mit vier Luftfedern).

**[0017]** Nach einer Ausführungsform der hierin beschriebenen Luftfederanordnung weist der Druckluftbehälter zwei Klöpperböden auf, wobei der erste Anschluss für die erste Verbindungsleitung und der zweite Anschluss für die zweite Versorgungsanordnung an demselben Klöpperboden mit dem Druckluftbehälter verbunden sind. Neben den oben genannten Vorteilen der Anordnung der beiden Anschlüsse an derselben Seite des Druckluftbehälters, bzw. der Trennvorrichtung, kann die Ausgestaltung mittels Klöpperboden Herstellungskosten sparen, da einer der Klöpperböden vor dem Zusammensetzen des Druckluftbehälters unkompliziert angepasst werden kann.

**[0018]** In einem Beispiel können das erste Zusatzluftvolumen und das zweite Zusatzluftvolumen des Druckluftbehälters durch eine Trennwand getrennt sein. Dies stellt eine einfache und kostengünstige Realisierung der beiden Volumina in einem Druckluftbehälter dar. In einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Luftfederanordnung kann die Position der Trennwand innerhalb des Druckluftbehälters einstellbar, zum Beispiel verschiebbar, sein. Die Größen des ersten und des zweiten Zusatzvolumen können durch eine Verschiebung der Zwischenwand variiert werden, zum Beispiel um das durch die eingesetzten Rohre reduzierte Volumen zu kompensieren. Gemäß einer Ausführungsform können über die Position der Trennwand innerhalb des Behälters die bereitgestellten Luftvolumina für die erste und die zweite Luftfeder (zusammengesetzt aus dem Volumen in dem Druckluftbehälter und dem Volumen in den Verbindungsleitungen) identisch groß sein. Dies kann zum Beispiel auch erfolgen, um das (eventuell) unterschiedliche Volumen der beiden Behälterabschnitte der Versorgungsleitungen in dem Druckluftbehälter auszugleichen. In einem Beispiel liegt daher die Trennwand nicht mittig innerhalb des Druckluftbehälters, sondern in Richtung eines der beiden Zusatzluftvolumen verschoben.

**[0019]** In einer Ausführungsform weist der Druckluftbehälter eine Längsrichtung und eine Querrichtung auf, wobei die Trennwand im Wesentlichen in Querrichtung in dem Druckluftbehälter verläuft. Zum Beispiel kann ein im Wesentlichen zylinderförmiger Druckluftbehälter zur Verfügung gestellt werden, der eine Längsrichtung und eine Querrichtung aufweist, wobei die Querrichtung in radialer Richtung des im Wesentlichen zylinderförmigen Druckluftbehälters verläuft. Die Form der Trennwand kann daher in einer Ausführungsform im Wesentlichen dem Querschnitt des Druckluftbehälters entsprechen. Die Anordnung der Trennwand in Querrichtung des Druckluftbehälters kann eine große Stabilität der beiden Volumina und gute Strömungsbedingungen gewährleisten.

**[0020]** Gemäß einer Ausführungsform verlaufen ein Behälterabschnitt der ersten Verbindungsleitung und ein Behälterabschnitt der zweiten Verbindungsleitung jeweils innerhalb des Druckluftbehälters. Der innerhalb des Druckluftbehälters verlaufende Behälterabschnitt der ersten Verbindungsleitung und der innerhalb des

Druckluftbehälters verlaufende Behälterabschnitt der zweiten Verbindungsleitung können ungefähr die gleiche Länge aufweisen. Insbesondere können die beiden Behälterabschnitte der ersten Verbindungsleitung und der zweiten Verbindungsleitung einen Längenunterschied von nicht mehr als 15% bis 20% bezogen auf den längeren der beiden innerhalb des Druckluftbehälters verlaufenden Behälterabschnitte aufweisen. Dabei können die Behälterabschnitte beispielsweise durch Rohre (gerade oder gebogen) gebildet werden. Die vergleichbare Länge der beiden Verbindungsleitungen stellt eine symmetrische Luftdruckeigenschaften in den Federn sicher. Durch die sehr ähnlichen oder gleichen fluidmechanischen Bedingungen können die beiden Federn zielgerecht angesteuert und betrieben werden. Gemäß einer Ausführungsform kann der Längenunterschied bei gerade und im Wesentlichen parallel geführten Rohren, ungefähr 1,5\* Durchmesser des Rohres betragen. In einem Beispiel kann die Längendifferenz der Behälterabschnitte der ersten Verbindungsleitung und der zweiten Verbindungsleitung ungefähr zwischen 45 cm und ungefähr 65 cm liegen. In einer Ausführungsform kann durch eine entsprechende Formgebung (Krümmung/Abwinkeln des Rohrendes) des kürzeren Rohres die Länge identisch gestaltet und gleichzeitig dadurch das Strömungsverhalten verbessert werden.

**[0021]** Der Vorteil bei einer geraden Gestaltung der Behälterabschnitte, bzw. des Behälterabschnitts der ersten Verbindungsleitung, ist der einfache Aufbau. Nachteile können sich dabei jedoch aus der (wenn auch nur geringen) Längendifferenz der unterschiedlichen Rohrlängen und der daraus resultierenden unterschiedlichen Luftsäulenlängen ergeben. Unterschiedlichen Luftsäulenlängen ziehen ein unterschiedliches Dämpfungsverhalten der beiden Regelkreise der beiden Luftfedern nach sich. Deshalb sollte bei einer geraden Verrohrung eine Berechnung über die genauen Unterschiede aufschluss geben. Bei einer gekrümmten Verrohrung eines der beiden Behälterabschnitte der Verbindungsleitungen entspricht die Länge des gekrümmten Rohres der Länge des geraden Rohres. Der Vorteil bei der gekrümmten Gestaltung ist die gleiche Rohrlänge der Behälterabschnitte, die daraus resultierenden gleichen Luftsäulenlängen und damit ein nahezu gleiches Dämpfungsverhalten beider Luftfedern.

**[0022]** In einem Beispiel sind der Behälterabschnitt der ersten Verbindungsleitung und der Behälterabschnitt der zweiten Verbindungsleitung innerhalb des Druckluftbehälters aneinander befestigt. Die Verbindung der Behälterabschnitte aneinander erhöht die Stabilität der Luftfederanordnung und vermeidet unabhängige Schwingungen der einzelnen Behälterabschnitte. Die Verbindung der Behälterabschnitte kann im Behälter, z.B. über eine geschweißte Schelle am anderen Rohr, bereitgestellt werden.

**[0023]** Gemäß einer Ausführungsform weist der Druckluftbehälter eine kreiszylindrische Form mit einem Außendurchmesser D auf, wobei mindestens eine der

beiden Stirnenden, insbesondere jedoch beide Stirnenden, des Druckluftbehälters von einem Klöpperboden gebildet wird. Ein erster Anschluss für den Anschluss der ersten Verbindungsleitung an das Zusatzluftvolumen und ein zweiter Anschluss für den Anschluss der zweiten Verbindungsleitung an das Zusatzluftvolumen sind am Klöpperboden in einem Bereich mit einem Radius von  $0,4 \times D$  um eine Längsachse des Druckluftbehälters angeordnet. Der Außendurchmesser  $D$  kann in einem Beispiel Werte zwischen ungefähr 20 cm bis ungefähr 50 cm annehmen. Dabei können die ersten und zweiten Anschlüsse einen gleichen oder einen unterschiedlichen Abstand zur Längsachse des Druckluftbehälters aufweisen. Die Position der Anschlüsse am Klöpperboden können in dem Bereich mit einem Radius von mind.  $0,4 \times D$  frei gewählt werden. Hierdurch ist eine Platzierung des Behälters noch variabel.

**[0024]** Der Druckluftbehälter kann in einem weiteren Beispiel mehr als zwei Zusatzluftvolumina aufweisen. Dabei kann jeweils eine Verbindungsleitung jedes Zusatzluftvolumen des Druckluftbehälters mit jeweils einer Luftfeder einer Sekundärfederung zwischen Wagenkasten und Drehgestell eines Schienenfahrzeugs verbinden. Damit können zum Beispiel auch drei oder vier Luftfedern (zum Beispiel vier Luftfedern für ein Jakobsdrehgestell) an den einen Druckluftbehälter mit den mehreren Zusatzluftvolumina angeschlossen werden. Dadurch wird die Konstruktion komplexerer Sekundärfederungen vereinfacht und sowohl die Gesamtmasse des Sekundärfederungssystems als auch der benötigte Einbauraum reduziert.

**[0025]** In einer Ausführungsform weist der Druckluftbehälter einer Luftfederanordnung ein Befestigungselement auf, um den Druckluftbehälter an einem Schienenfahrzeug, insbesondere an einem Wagenkasten oder einem Drehgestell eines Schienenfahrzeugs anbringen zu können. In einem Beispiel kann das Befestigungselement ein Bügel, eine Schlaufe, eine Einkerbung, ein Spannband oder dergleichen sein.

**[0026]** Gemäß einer Ausführungsform wird ein Schienenfahrzeug mit einer Sekundärfederung zwischen dem Drehgestell und dem Wagenkasten des Schienenfahrzeugs zur Verfügung gestellt, wobei die Sekundärfederung je Drehgestell eine erste Luftfeder und eine zweite Luftfeder aufweist. Das Schienenfahrzeug weist außerdem eine Aufnahme für eine Luftfederanordnung gemäß herein beschriebenen Ausführungsformen auf. Insbesondere kann das Schienenfahrzeug eine Aufnahme für den Druckluftbehälter der Luftfederanordnung aufweisen. In einem Beispiel kann die Aufnahme eine Befestigung des Druckluftbehälters der Luftfederanordnung am Wagenkasten oder am Drehgestell des Schienenfahrzeugs ermöglichen. Zum Beispiel kann das Schienenfahrzeug die Aufnahme in Form einer Ausformung (z.B. ein entsprechender Einbauraum oder ein ausgebildeter Zwischenraum), einer Befestigungsvorrichtung (z.B. in Form von Befestigungs- oder Spannbandern, Befestigungs- oder Spannschellen, Verschraubungen und dergleichen),

und/oder einer komplementären Struktur zur Verfügung stellen. In einer Ausführungsform wird ein Schienenfahrzeug mit einer Luftfederanordnung bereitgestellt.

**[0027]** Nach einer Ausführungsform wird ein Verfahren zum Versorgen von Luftfedern einer Sekundärfederung zwischen Wagenkasten und Drehgestell eines Schienenfahrzeugs bereitgestellt. Das Verfahren umfasst das Bereitstellen einer ersten Druckluftverbindung zwischen einem ersten Zusatzluftvolumen eines Druckluftbehälters und einer ersten Luftfeder einer Sekundärfederung und das Bereitstellen einer zweiten Druckluftverbindung zwischen einem vom ersten Zusatzluftvolumen getrennten zweiten Zusatzluftvolumen desselben Druckluftbehälters und einer zweiten Luftfeder der Sekundärfederung. Das Verfahren umfasst weiterhin das Verbinden der ersten Druckluftverbindung mit dem ersten Zusatzluftvolumen an einer Seite des Druckluftbehälters, bzw. der das erste und das zweite Zusatzvolumen trennenden Trennvorrichtung, und das Verbinden der zweiten Druckluftverbindung mit dem zweiten Zusatzluftvolumen an derselben Seite des Druckluftbehälters, bzw. der Trennvorrichtung. Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Verfahren weiterhin das Bereitstellen einer mittels einer Blende oder eines einstellbaren Ventils geregelten fluidischen Verbindung zwischen der ersten Druckluftverbindung und der zweiten Druckluftverbindung zum Regeln des Druckluftstroms zwischen der ersten und der zweiten Druckluftverbindung.

**[0028]** Die beschriebene Luftfederanordnung nach Ausführungsformen der Erfindung kann in allen Schienenfahrzeugen mit einer Sekundärfederung, aber auch in anderen Fahrzeugen verwendet werden.

#### Figuren

**[0029]** Die beiliegenden Zeichnungen veranschaulichen Ausführungsformen und dienen zusammen mit der Beschreibung der Erläuterung der Prinzipien der Erfindung. Die Elemente der Zeichnungen sind relativ zueinander und nicht notwendigerweise maßstabsgetreu. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen entsprechend ähnliche Teile.

Figur 1a zeigt eine Luftfederanordnung nach einer Ausführungsform der Erfindung.

Figur 1b zeigt die Luftfederanordnung aus Figur 1a und eine Innenansicht des Druckluftbehälters.

Figur 2 zeigt eine Luftfederanordnung nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

Figur 3a zeigt eine Seitenansicht eines Druckluftbehälters für eine Luftfederanordnung nach einer Ausführungsform.

Figur 3b zeigt eine Schnittansicht des Druckluftbehälters aus Figur 3a.

Figur 3c zeigt eine weitere Schnittansicht des Druckluftbehälters aus Figur 3a.

Figur 3d zeigt eine Draufsicht eines Klöpperbodens eines Druckluftbehälters nach Ausführungsformen der Erfindung.

Figur 3e zeigt eine Seitenansicht des in Figur 3d gezeigten Klöpperbodens eines Druckluftbehälters nach Ausführungsformen der Erfindung.

Figur 3f zeigt eine Detailansicht des Druckluftbehälters aus Figur 3a.

Figur 3g zeigt eine weitere Detailansicht des Druckluftbehälters aus Figur 3a.

Figur 4a zeigt einen Druckluftbehälter für eine Luftfederanordnung nach einer Ausführungsform.

Figur 4b zeigt einen Druckluftbehälter für eine Luftfederanordnung nach einer weiteren Ausführungsform.

Figur 5a zeigt eine Seitenansicht einer Luftfederanordnung nach Ausführungsformen der Erfindung.

Figur 5b zeigt eine Sicht von oben und von der Seite auf die Luftfederanordnung aus Figur 5a.

#### Ausführungsbeispiele

**[0030]** Figur 1a zeigt eine schematische Zeichnung einer Anordnung zur Versorgung von zwei Luftfedern 131, 132 einer Sekundärfederung eines Schienenfahrzeugs. Typischerweise ist die Sekundärfederung zwischen dem Wagenkasten und dem Drehgestell eines Schienenfahrzeugs angeordnet. Das Luftvolumen der Luftfedern 131, 132 wird durch einen Druckluftbehälter 110 mit zwei Druckluftvolumina 111 und 112 vergrößert. Dafür ist die erste Luftfeder 131 durch eine erste Verbindungsleitung 121 mit dem Druckluftbehälter 110 und die zweite Luftfeder 132 durch eine zweite Verbindungsleitung 122 mit demselben Druckluftbehälter 110 verbunden. Der Druckluftbehälter 110 weist typischerweise zwei Druckluftvolumina 111, 112 auf, die mit je eine der beiden Luftfedern 131, 132 verbunden sind. Gemäß Ausführungsformen der Erfindung genügt der Druckluftbehälter den Sicherheitsanforderungen für Drücke von 0 bar bis etwa 10 bar und einem Prüfdruck von 15 bar. Der Druckluftbehälter kann dafür entsprechend ausgestattet sein, zum Beispiel durch eine geeignete Wandstärke, die Wahl eines geeigneten Materials, eine geeignete Befestigung der Einzelteile des Behälters und dergleichen.

**[0031]** Figur 1b zeigt in gestrichelten Linien die Innenansicht des Druckluftbehälters 110. Der Druckluftbehälter 110 ist quer in zwei Druckluftvolumina 111 und 112 geteilt, die beide in etwa gleich groß sind. Insbesondere

sind die beiden Druckluftvolumina 111 und 112 durch eine Trennvorrichtung oder Trennwand 170 getrennt. Typischerweise sind beide Druckluftvolumina mit demselben Druck beaufschlagt. Die erste Verbindungsleitung 121, die mit der ersten Luftfeder 131 verbunden ist, ist an dem ersten Zusatzluftvolumen 111 des Druckluftbehälters 110 angeschlossen, während die zweite Verbindungsleitung 122, die mit der zweiten Luftfeder 132 verbunden ist, an dem zweiten Zusatzluftvolumen 112 des Druckluftbehälters 110 angeschlossen ist.

**[0032]** Die Luftfederanordnung 100 weist einen Anschluss 141 an den Druckluftbehälter 110 auf, um die Verbindung zwischen dem Druckluftbehälter 110 und der Verbindungsleitung 121 herzustellen. Die zweite Verbindungsleitung 122 ist mittels Anschluss 142 an den Druckluftbehälter (110) angeschlossen. Die Figuren 1a und 1b zeigen, dass beide Verbindungsleitungen an einer Seite des Druckluftbehälters 110, bzw. auf einer Seite der Trennwand 170, angeschlossen sind. Dies ist in Hinblick auf den Einbauraum besonders günstig, da die Verbindungsleitungen relativ kurz gestaltet werden können.

**[0033]** Die Verbindungsleitungen 121 und 122 stehen darüberhinaus auch miteinander in fluidischer Verbindung, d.h. in einer Verbindung, die den Austausch von Fluiden zwischen den beiden Verbindungsleitungen erlaubt. In dem in den Figuren 1a und 1b gezeigten Beispiel sind die Verbindungsleitungen 121, 122 durch eine Art Doppel-T-Stück aneinander und an dem Druckluftbehälter angeschlossen. Wie später noch beschrieben werden wird, kann die Verbindung zwischen den Verbindungsleitungen eine Blende (wie in Figur 1b gezeigt) oder ein Regelventil enthalten.

**[0034]** Figur 2 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Luftfederanordnung 100. Die Luftfederanordnung 100 weist einen Druckluftbehälter 110, und zwei Verbindungsleitungen 121 und 122 auf. Der Druckbehälter 110 weist eine Trennwand 170 auf, die zwei Zusatzluftvolumina 111, 112 trennt. In der in Figur 2 gezeigten Ausführungsform sind die Anschlüsse 141 und 142 der Verbindungsleitungen 121 und 122 an einer Seitenwand des Druckluftbehälters 110 angeordnet. Im Vergleich dazu befinden sich die Anschlüsse in anderen hierin beschriebenen Ausführungsformen (zum Beispiel in der später beschriebenen Figur 3b) an einem Klöpperboden des Druckluftbehälters 110. In der Figur 2 ist erkennbar, dass die Anschlüsse der Verbindungsleitungen aber dennoch auf einer Seite der Trennwand vorgesehen sind. Insbesondere führt, wie auch in der Figur 1b gezeigt, ein Behälterabschnitt 161 der ersten Verbindungsleitung 121 durch das zweite Zusatzvolumen 112 des Druckluftbehälters hindurch zum ersten Zusatzvolumen 111.

**[0035]** In Figur 2 sind außerdem die Längsträger 190 des Schienenfahrzeugs gezeigt, zwischen denen der Druckluftbehälter 110 angeordnet sein kann. In dem gezeigten Beispiel weisen die Verbindungsleitungen 121, 122 Biegungen oder Krümmungen auf. Dadurch können die Leitungen in den Mantelbereich des Schienenfahrzeugs verlegt werden. Die Gestaltung mit der seitlichen

Zuführung der Verbindungsleitungen an den Druckluftbehälter, die Biegung der Verbindungsleitungen und die damit verbundene Anordnung der Leitungen im Mantelbereich schafft einen Freiraum 196 vor dem Druckluftbehälter 110 für andere Gewerke, wie zum Beispiel elektrotechnische Ausrüstung und Anschlusskästen. Hierzu werden die Verbindungsleitungen 121, 122 durch die Längsträger 190 geführt und Bögen in den Leitungen vorgesehen. Berechnungen ergaben jedoch keinen nachteiligen Effekt dieses Verlaufs der Leitungen auf das Dämpfungsverhalten des Systems.

**[0036]** Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Luftfederanordnung ergibt sich damit durch die verbesserten Möglichkeiten zur Bauraumgestaltung um den Druckluftbehälter. Generell können verschiedene, hier nicht gezeigte Varianten der Verbindungsleitungszuführung eingesetzt werden, ohne vom Schutzzumfang abzuweichen.

**[0037]** Figur 3a zeigt eine Seitenansicht eines Druckluftbehälters 110 für eine Luftfederanordnung 100, wie sie zum Beispiel in den Figuren 1a und 1b gezeigt wurde. Der Druckluftbehälter 110 ist als ein im Wesentlichen zylindrischer Körper ausgebildet. Der Druckluftbehälter setzt sich dabei aus einem ersten Klöpperboden 113, einem Mittelteil 116 und einem zweiten Klöpperboden 114 zusammen. Die Klöpperböden 113 und 114 verschließen den zylindrischen Körper und können zum Beispiel an den Mittelteil 116 angeschweißt sein. In einem anderen Beispiel können die Klöpperböden 113, 114 an dem Mittelteil mittels Nieten oder ähnlichen Befestigungsmitteln befestigt sein.

**[0038]** Der Mittelteil 116 des Druckluftbehälters 110 kann als ein Zylinder ausgestaltet sein. Die Klöpperböden 113 und 114 können einen die Zylinderform des Mittelteils 116 fortführenden ersten Abschnitt und einen nach außen hin gebogenen oder gewölbten zweiten Abschnitt aufweisen. Der durch die Zusammensetzung des Mittelteils 116 und der Klöpperböden 113 und 114 entstandene Druckluftbehälter mit im Wesentlichen zylindrischer Form weist eine Längsachse 115 auf, die in Längsrichtung des Druckluftbehälters verläuft, auf. Insbesondere kann die Längsachse 115 eine Symmetrieachse sein. Außerdem kann der Druckluftbehälter eine Querrichtung 117 aufweisen, die sich in radialer Richtung des im Wesentlichen zylinderförmigen Druckluftbehälters erstreckt.

**[0039]** Der Druckluftbehälter 110 kann außerdem Anschlüsse aufweisen zum Befüllen des Druckluftbehälters mit Druckluft, oder Anschlüsse zur Anbindung an die Luftversorgung bzw. Niveauregulierung. Außerdem kann der Druckluftbehälter Öffnungen zum Ablassen von Wasser aufweisen.

**[0040]** Figur 3b zeigt eine Schnittansicht des Druckluftbehälters 110 aus Figur 3a entlang der Linie E-E. Dabei kann man sehen, dass die Trennwand 170 ein erstes Zusatzluftvolumen 111 und ein zweites Zusatzluftvolumen 112 in dem Druckluftbehälter 110 trennt. Die Trennwand verläuft dabei im Wesentlichen in Querrichtung 117 des Druckluftbehälters. In einer Ausführungsform ent-

spricht die Form der Trennwand im Wesentlichen der Form des Querschnittes des Druckluftbehälters 110 in Querrichtung. An dem Klöpperboden 114 sind ein erster Anschluss 141 für die erste Verbindungsleitung 121 und ein zweiter Anschluss 142 für die zweite Verbindungsleitung 122 angebracht. Damit können beide Verbindungsleitungen an derselben Seite des Druckluftbehälters, bzw. auf derselben Seite der Trennwand, angeschlossen werden. Figur 3b zeigt außerdem einen Behälterabschnitt 161 der ersten Verbindungsleitung 121. Der Behälterabschnitt 161 verläuft innerhalb des Druckluftbehälters 110 und führt durch das zweite, vordere Volumen 112 hindurch. Mit dem Behälterabschnitt 161 der ersten Verbindungsleitung 121 ist es möglich, beide Verbindungsleitungen getrennt voneinander mit unterschiedlichen Volumina innerhalb des einen Druckluftbehälters mit Druckluft zu verbinden. In dem in der Figur 3b gezeigten Beispiel weist die zweite Verbindungsleitung 122 keinen Behälterabschnitt auf, sondern ist einfach durch den Anschluss 141 an das zweite (vordere) Zusatzluftvolumen 112 des Druckluftbehälters angeschlossen.

**[0041]** Figur 3c zeigte eine Schnittansicht des Druckluftbehälters aus Figur 3a entlang der Linie D-D, d.h. dass Figur 3c eine Ansicht aus dem zweiten Zusatzluftvolumen 112 in Richtung des Klöpperbodens 114 zeigt. In der Schnittansicht kann man den Behälterabschnitt 161 der ersten Verbindungsleitung 121 sehen, der aus dem ersten Zusatzluftvolumen 111 zum Anschluss 141 am Klöpperboden 114 führt. Die Schnittansicht zeigt weiterhin den Anschluss 142 des zweiten Volumens 112 des Druckluftbehälters 110, an den die zweite Verbindungsleitung 122 angeschlossen werden kann. Zusätzlich zeigt Figur 3c die im Wesentlichen kreisförmige Kontur des Druckbehälters 110. Der Druckbehälter 110 weist einen Durchmesser D auf. In einem Beispiel kann der Durchmesser D des Druckluftbehälters bis ca. 50 cm betragen. Gemäß hierin beschriebener Ausführungsformen kann der Druckluftbehälter insgesamt zum Beispiel ein Volumen von ca. 80 Liter bis 100 Liter, aber auch ein Volumen von bis zu ca. 200 und mehr Liter aufweisen.

**[0042]** Wie aus den Figuren 3b und 3c hervorgeht sind die beiden Anschlüsse 141, 142 in der Nähe der Längsachse 115 des Druckluftbehälters 110 angeordnet. Insbesondere können die Anschlüsse 141 und 142 am Klöpperboden in einem Bereich mit einem Radius von  $0,4 \times D$  um die Längsachse 115 des Druckluftbehälters 110 angeordnet sein. Bezüglich der Größe des Bereichs kann eine Abwägung zwischen ausreichender Stabilität des Druckluftbehälters und geringem Einbauraum für die Anschlüsse, bzw. die Verbindungsleitungen, erfolgen, um den optimalen Bereich zu ermitteln.

**[0043]** Die Figuren 3d und 3e zeigen den Bereich 104, in dem die beiden Anschlüsse 141, 142 angeordnet sein können und der einen Radius von ungefähr  $0,4 \times$  dem Durchmesser 103 des Druckluftbehälters aufweist. Für einen Druckluftbehälter mit z.B.  $D = 400\text{mm}$  umschreibt ein Kreis mit den Maßen  $0,4 \times D$  eine Fläche senkrecht

zur Längsachse des Behälters (gestrichelt in Figur 3d) auf dem Klöpperboden - innerhalb dessen die Anschlußstutzen der Versorgungsleitungen beliebig platziert werden können. Gemäß einer Ausführungsform ist der umschreibende Kreis dabei das tangentielle Grenzmaß (siehe DIN EN 286-2 / 3). Figur 3e zeigt eine Seitenansicht des Klöpperbodens 114 mit den beiden Anschlußstutzen 141, 142 in einem Bereich 104. Zudem können die Achsen der Anschlußstutzen um 45° zur Normalen bzgl. des Klöpperbodens angestellt werden, um somit einen schräg angestellten Anschluss bereit stellen zu können.

**[0044]** Wie der Fachmann den Figuren 3b bis 3e entnehmen kann, sind die Anschlüsse beabstandet zueinander angeordnet. Dabei kann der Abstand der Anschlüsse 141 und 142 zur Längsachse 115 des Druckluftbehälters gleich oder unterschiedlich sein.

**[0045]** Figur 3f zeigt eine Detailansicht F des Klöpperbodens 114 und des Anschlusses 141 des Druckluftbehälters 110 aus Figur 3b. In dem in der Figur 3f gezeigten Beispiel ist der Anschluss 141 als ein Teil des Klöpperbodens 114 ausgebildet. In anderen Ausführungsformen kann der Anschluss 141 auch als Teil der ersten Verbindungsleitung ausgebildet sein, oder kann ein separates Bauteil sein, das an den Druckluftbehälter montiert ist. Zum Beispiel kann der Anschluss 141 in eine dafür vorgesehene Bohrung in dem Klöpperboden 114 eingeführt werden und/oder daran angeschweißt werden.

**[0046]** Figur 3f zeigt außerdem den Behälterabschnitt 161 der ersten Verbindungsleitung 121. Der Behälterabschnitt 161 ist innen an dem Klöpperboden 114 und dem Anschluss 141 angeschweißt. Zur Stabilisierung ist auch eine Schweißnaht an der Außenseite des Druckluftbehälters zwischen dem Klöpperboden 114 und dem Anschluss 141 angebracht.

**[0047]** Figur 3g zeigt eine Detailansicht G von der Trennwand 170 und dem Behälterabschnitt 161 der ersten Verbindungsleitung 121 aus Figur 3b. Die Trennwand 170 trennt das erste Volumen 111 und das zweite Volumen 112, durch das der Behälterabschnitt 161 geführt wird, um eine Verbindung von der ersten Verbindungsleitung 121 zum ersten Zusatzluftvolumen 111 des Druckluftbehälters 110 zur Verfügung zu stellen. Figur 3g zeigt, dass der Behälterabschnitt 161 der ersten Verbindungsleitung 121 an der Trennwand von zwei Seiten angeschweißt ist. Eine zuverlässige und ausreichende Festigkeit der Konstruktion ist hilfreich, um zum Beispiel Schwingungen in dem Behälterabschnitt weitgehend zu vermeiden.

**[0048]** Figur 4a zeigt eine Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform eines Druckluftbehälters 110 für eine Luftfederanordnung 100. Der Druckluftbehälter 110 weist einen Mittelteil 116 und zwei Klöpperböden 113 und 114 auf. Eine Trennwand 170 trennt das erste Zusatzluftvolumen 111 von dem zweiten Zusatzluftvolumen 112 innerhalb des Druckluftbehälters 110. Die Details F und G können zum Beispiel wie in Bezug auf die Figuren 3f und 3g beschrieben ausgestaltet sein. Um für das ers-

te, hintere und das zweite, vordere Volumen ungefähr gleiche Leitungslängen innerhalb des Behälters zu gewährleisten, kann das vordere, zweite Volumen 112 über eine zusätzliche Verbindung (wie einen Behälterabschnitt 162) angeschlossen werden, welche in ihrer Länge den Erfordernissen angepasst werden kann (z.B. im Wesentlichen gleiche Länge wie die Verbindung oder der Behälterabschnitt 161 zum ersten, hinteren Volumen). Im Vergleich zu der Ausführungsform eines Druckluftbehälters wie er in Figur 3b gezeigt ist, weist der Druckluftbehälter 110 der Figur 4a daher einen ersten Behälterabschnitt 161 der ersten Verbindungsleitung 121 und einen zweiten Behälterabschnitt 162 der zweiten Verbindungsleitung 122 auf. Beide Behälterabschnitte 161 und 162 verlaufen innerhalb des Druckluftbehälters 110. Um die erste Luftfeder mit dem ersten Volumen 111 verbinden zu können, reicht der erste Behälterabschnitt 161 der ersten Verbindungsleitung 121 durch die Trennwand 170 (wie beispielhaft in Figur 3g gezeigt) und versorgt somit die erste Verbindungsleitung 121 (und damit auch die erste Luftfeder 131) mit Druckluft. Der zweite Behälterabschnitt 162 endet (kurz) vor der Trennwand 170 und stellt damit eine Verbindung zwischen der zweiten Luftfeder 132 und dem zweiten Zusatzluftvolumen 112 her. In einer Ausführungsform kann der Behälterabschnitt 162 der zweiten Verbindungsleitung 122 eine Länge bis ungefähr 400 mm aufweisen und der Behälterabschnitt 161 der ersten Verbindungsleitung 121 eine Länge bis ungefähr 340 mm aufweisen. Allgemein kann bei der geraden Gestaltung der beiden Behälterabschnitte eine Längendifferenz von ungefähr 50 mm bis 60 mm auftreten.

**[0049]** Der Volumenunterschied durch die zwei (im Fall von geraden Leitungen unterschiedlich langen) Behälterabschnitte zwischen dem ersten Zusatzvolumen 111 und dem zweiten Zusatzvolumen 112 kann durch die Position der Trennwand angepasst werden (auch gleich groß). Zudem kann die exakte Lage der Trennwand zur Teilung der beiden Volumina infolge der Volumenminderung der durch das zweite Zusatzluftvolumen 112 durchdringenden Rohre (oder Behälterabschnitte der Verbindungsleitungen) angepasst werden, sodass das erste Volumen 111 gleich dem zweiten Volumen 112 ist. Die Lage der Trennwand 112 in Richtung der Längsachse kann bevorzugt derart gewählt sein, dass das durch eingesetzte Behälterabschnitte 161, 162 der Versorgungsleitungen reduzierte Volumen ausgeglichen wird. Die geforderten Volumina des ersten Druckluftvolumens 111 und des zweiten Druckluftvolumens 112 sowie des in das zweite Druckluftvolumen 112 integrierte zusätzliche Volumen zur Kompensation der eingesetzten Behälterabschnitte 161, 162 der Versorgungsleitungen 121, 122 dienen der Bestimmung der exakten Lage der Trennwand, so dass das Druckluftvolumen 111 bevorzugt gleich dem Volumen 112 ist. Der Druckluftbehälter 110 kann zwei Teilkörper umfassen, die jeweils an die Trennwand 170 angrenzen und gemeinsam mit dieser verschweißt sind. Beide Teilvervolumen und die Trennwand



werden mit einem oder mit mehreren Schweißvorgängen (x Wurzellagen - und y Decklagen) und von außen miteinander verschweißt. Wie die Figur 4a zeigt, werden die Behälterabschnitte 161, 162 mit im Wesentlichen gleichen Längen vorgesehen. Dabei kann eine Varianz um ca. 15% bis 20 % der Länge des ersten Behälterabschnitts 161 auftreten, um eine stabile Bereitstellung der beiden Behälterabschnitte 161, 162 diesseits und jenseits der Trennwand 170 zu gewährleisten. Die beiden Behälterabschnitte 161, 162 können innerhalb des Druckluftbehälters 110, z.B. über eine geschweißte Schelle, am jeweils anderen Behälterabschnitt befestigt werden. In der Figur 4a ist eine Befestigung der Behälterabschnitte 161, 162 durch ein Befestigungselement 165 gezeigt. Dadurch können Störungen der Leitungen, wie zum Beispiel Schwingungen, minimiert werden und damit eine stabile Leitungsführung und stabile Strömungsverhältnisse erzielt werden.

**[0050]** Figur 4b zeigt eine Ausführungsform ähnlich der in Figur 4a gezeigten Variante. In der Figur 4b ist jedoch der zweite Behälterabschnitt 162, d.h. der Behälterabschnitt der zweiten Verbindungsleitung innerhalb des Volumens 112, gekrümmt ausgestaltet. Durch die Krümmung des Behälterabschnitts 162 können exakt gleiche Längen des ersten und des zweiten Behälterabschnitts realisiert werden, was sich günstig auf die Symmetrie des Verhaltens der Luftfederanordnung auswirkt. Wie man in Figur 4b sehen kann, strömt die Luft bei dem gekrümmten Behälterabschnitt 162 nicht auf die Trennwand 170. Die Krümmung des Behälterabschnitts kann dabei fluidmechanisch optimiert werden, um das Strömungsverhalten durch die Krümmung selbst nicht in einem wesentlichen Maße beeinflusst wird. Zum Beispiel kann die Krümmung stetig sein. In einer Ausführungsform können jedoch die Verbindungsleitungen außerhalb des Druckluftbehälters unterschiedliche Längen aufweisen, z.B. bei einem gegenüber den Druckluftfedern asymmetrischen Einbau des Druckluftbehälters. Da bei Nutzung des herein beschriebenen Doppelkammerbehälters insbesondere der Bauraum zwischen den Längsträgern in Frage kommt (zum Beispiel mit symmetrische Leitungsverlegung), dieser Bauraum aber auch für Elektrik und der Antennenanlage genutzt werden muß, ist eine rechtzeitige Abstimmung über eine gemeinsame Nutzung des Bauraumes empfehlenswert.

**[0051]** Figur 5a zeigt eine Seitenansicht einer Luftfederanordnung 100 nach Ausführungsformen der Erfindung. Figur 5b zeigt eine Ansicht von oben und von der Seite auf die in der Figur 5a gezeigte Luftfederanordnung 100. Die Luftfederanordnung 100 weist einen Druckluftbehälter 110 auf, der zum Beispiel ein Druckluftbehälter sein kann, wie er in den Figuren 3a bis 3g oder 3 gezeigt und beschrieben ist. Eine erste Verbindungsleitung 121 ist über einen ersten Anschluss 141 an dem Klöpperboden 114 des Druckluftbehälters 110 angeschlossen. Die zweite Verbindungsleitung 122 ist über einen zweiten, vom ersten Anschluss 141 getrennten Anschluss 142 an denselben Klöpperboden 114 des Druckluftbehälters

110 angeschlossen. Der Klöpperboden 113 verschließt den Druckluftbehälter 110 an der den Anschlüssen 141, 142 für die Verbindungsleitungen gegenüberliegenden Seite.

**[0052]** Wie oben beschrieben, werden die beiden Verbindungsleitungen von zwei getrennten Volumina in dem Druckluftbehälter 110 gespeist. Die Verbindungsleitungen 121 und 122 sind über eine Verbindung 150 miteinander fluidisch verbunden. Die Verbindung 150 kann zum Beispiel Blenden oder ein Regelventil enthalten, das den Luftstrom in der Verbindung 150 reguliert. Die Verwendung des beschriebenen Zweivolumenbehälters und eines Regelventils oder Blenden zwischen den Verbindungsleitungen bietet die Möglichkeit, eine Dämpfung durch die Luftfedern zu realisieren, welche das Wanken des Wagenkastens bedämpft, ohne die vertikalen Federungseigenschaften zu beeinflussen.

**[0053]** Das Regelventil kann von außen angesteuert sein und an einen Kontrollmechanismus für die Luftfedern (in den Figuren 5a und 5b nicht gezeigt) angeschlossen sein. Die Verbindung 150 zwischen den Verbindungsleitungen kann, wie man in den Figuren 5a und 5b erkennen kann, Anschlussstücke für die Verbindungsleitungen 121, 122 aufweisen. Während die Verbindungsleitungen 121, 122 in dem gezeigten Beispiel lediglich durch Rohre gebildet werden, stellt die Verbindung 150 Anschlussstücke zur Verfügung, in die die Rohre eingeführt und durch diese befestigt werden können. Dabei kann die Verbindung 150 zwischen den Verbindungsleitungen 121, 122 auch zur Stabilisierung der Luftfederanordnung 100 beitragen.

**[0054]** An der Außenseite des Druckluftbehälters 110, insbesondere an der Außenseite des Mittelteils 116 des Druckluftbehälters, ist ein Befestigungselement 180 in Form eines Bügels angebracht. Der Bügel 180 kann dafür verwendet werden, den Druckluftbehälter 110 an dem Wagenkasten oder dem Drehgestell des Schienenfahrzeugs zu befestigen. Zum Beispiel kann das Schienenfahrzeug eine Aufnahme in Form einer Verlängerung oder eines Dorns aufweisen, der in den Bügel 180 eingreifen kann, um den Druckluftbehälter zu halten. Eine zusätzliche Fixierung kann zum Beispiel mittels Fixierbändern und/oder Schrauben erfolgen.

**[0055]** Das Befestigungselement 180 erlaubt es, den Druckluftbehälter oder die ganze Luftfederanordnung einfach auszutauschen, zum Beispiel für Wartungszwecke. Aber auch ein Tausch des Druckluftbehälters mit einem anderen Modell des Druckluftbehälters ist damit unkompliziert möglich. Zum Beispiel kann der Druckluftbehälter mit einem Luftvolumen gemäß hierin beschriebener Ausführungsformen durch einen Druckluftbehälter mit nur einem Zusatzluftvolumen für die beiden Luftfedern ersetzt werden. In einem anderen Beispiel kann der Druckluftbehälter zur Modifizierung zu einem anderen Modell einfach demontiert werden und nach der Modifizierung wieder an den Wagenkasten oder das Drehgestell montiert werden. Eine Modifizierung kann zum Beispiel durch das Entfernen der Trennwand erfolgen, um

aus den zwei getrennten Druckluftvolumina ein einziges Zusatzluftvolumen zu machen.

**[0056]** Gemäß einer Ausführungsform kann der Druckluftbehälter auch mehr als zwei Druckluftvolumina aufweisen. Dafür können weitere Trennwände innerhalb des Druckluftbehälters vorgesehen sein, die sich in Querrichtung oder aber auch in Längsrichtung des Druckluftbehälters erstrecken können.

**[0057]** Durch die Luftfederanordnung nach hierin beschriebenen Ausführungsformen können etliche Effekte erzielt werden. Zum Beispiel können durch die Verwendung der erfindungsgemäßen Luftfederanordnung ein verringerter Raumbedarf, eine verbesserte Möglichkeiten der Integration, z.B. mit elektrischen Komponenten, und eine vereinfachte Konfiguration der Anschlüsse am Stirnende des Behälters realisiert werden. Zudem ist die erfindungsgemäße Luftfederanordnung sehr flexibel in der Gestaltung und kann an die Bedürfnisse und Wünsche eines Kunden angepasst werden. Zum Beispiel kann eine Verbindung zwischen den beiden getrennten Volumina wie oben beschrieben durch eine Verbindung zwischen den Rohrenden am Behälterausgang konfiguriert werden. Das Anschlussrohr für das vordere Volumen kann in einem weiteren Beispiel verlängert werden, um die Masse der im Rohr bewegten Luft für beide Anschlüsse auszugleichen. Eine in den Behälter eingesetzte Schelle kann dabei das Anschlussrohr stützen und verhindern, dass das Anschlussrohr in Schwingung gerät.

#### Bezugszeichenliste

#### [0058]

100	Luftfederanordnung	
103	Durchmesser	
104	Bereich	
110	Druckluftbehälter	
111	erstes Zusatzluftvolumen	
112	zweites Zusatzluftvolumen	
113, 114	Klöpferböden	
115	Längsachse des Druckluftbehälters	
116	Mittelteil des Druckluftbehälters	
117	Querrichtung des Druckluftbehälters	
121, 122	Verbindungsleitungen	
131, 132	Luftfedern	
141, 142	Anschluss an Druckluftbehälter	
150	Verbindung der Verbindungsleitungen	
161, 162	Behälterabschnitte der Verbindungsleitungen	
165	Befestigungselement der Behälterabschnitte	
170	Trennwand	
180	Befestigungselement	
190	Längsträger des Fahrzeugs	
195	Ausgleichsleitung	
196	Freiraum	

#### Patentansprüche

1. Luftfederanordnung (100) für eine sekundäre Luftfederung zwischen Wagenkasten und Drehgestell eines Schienenfahrzeugs, aufweisend:

eine erste Verbindungsleitung (121) zum Verbinden eines ersten Zusatzluftvolumens mit einer ersten Luftfeder (131) und eine zweite Verbindungsleitung (122) zum Verbinden eines zweiten Zusatzluftvolumens mit einer zweiten Luftfeder (132);

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Luftfederanordnung (100) weiterhin aufweist:

einen Druckluftbehälter (110), der ein erstes Zusatzluftvolumen (111) und ein vom ersten Zusatzluftvolumen (111) getrenntes zweites Zusatzluftvolumen (112) zur Verfügung stellt, wobei die erste Verbindungsleitung (121) mit dem ersten Zusatzluftvolumen (111) und die zweite Verbindungsleitung (122) mit dem zweiten Zusatzluftvolumen (112) verbindbar ist,

einen ersten Anschluss (141) zum Verbinden der ersten Verbindungsleitung (121) mit dem ersten Zusatzluftvolumen (111) und einen zweiten Anschluss (142) zum Verbinden der zweiten Verbindungsleitung (122) mit dem zweiten Zusatzluftvolumen (112), wobei beide Anschlüsse (141; 142) auf derselben Seite des Druckluftbehälters (110) oder auf derselben Seite einer das erste Zusatzluftvolumen (111) und das zweite Zusatzluftvolumen (112) trennenden Trennvorrichtung (170), angeordnet sind, wobei der Druckluftbehälter (110) am Wagenkasten oder am Drehgestell eines Schienenfahrzeugs befestigbar, insbesondere austauschbar befestigbar, ist.

2. Die Luftfederanordnung nach Anspruch 1, wobei die erste Verbindungsleitung (121) und die zweite Verbindungsleitung (122) miteinander in fluidischer Verbindung stehen.
3. Die Luftfederanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die erste Verbindungsleitung (121) und die zweite Verbindungsleitung (122) über eine Blende oder ein Regelventil (150) zum Begrenzen eines fluidischen Stroms zwischen dem ersten und zweiten Zusatzluftvolumen in fluidischer Verbindung stehen.
4. Die Luftfederanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zumindest die zweite Verbindungsleitung (122) einen innerhalb des Druckluft-

behälters (110) verlaufenden Behälterabschnitt (162) aufweist.

5. Die Luftfederanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Druckluftbehälter (110) zwei Klöpperböden (113, 114) aufweist und wobei der erste Anschluss (141) und der zweite Anschluss (142) an demselben Klöpperboden (114) mit dem Druckluftbehälter (110) verbunden sind. 5
6. Die Luftfederanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das erste Zusatzluftvolumen (111) und das zweite Zusatzluftvolumen (112) des Druckluftbehälters (110) innerhalb des Druckluftbehälters (110) durch eine Trennwand (170), insbesondere eine verschiebbare Trennwand, getrennt sind. 10
7. Die Luftfederanordnung nach Anspruch 6, wobei der Druckluftbehälter (110) eine Längsrichtung (115) und eine Querrichtung (117) aufweist, und wobei die Trennwand (170) im Wesentlichen in Querrichtung in dem Druckluftbehälter (110) verläuft. 15
8. Die Luftfederanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein Behälterabschnitt (161) der ersten Verbindungsleitung (121) und ein Behälterabschnitt (162) der zweiten Verbindungsleitung (122) jeweils innerhalb des Druckluftbehälters (110) verlaufen und wobei der innerhalb des Druckluftbehälters (110) verlaufende Behälterabschnitt (161) der ersten Verbindungsleitung (121) und der innerhalb des Druckluftbehälters (110) verlaufende Behälterabschnitt (162) der zweiten Verbindungsleitung (122) ungefähr die gleiche Länge aufweisen, insbesondere einen Längenunterschied von nicht mehr als 15% - 20 % bezogen auf den längeren der beiden innerhalb des Druckluftbehälters (110) verlaufenden Behälterabschnitte (161, 162) aufweisen. 20
9. Die Luftfederanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein Behälterabschnitt (161) der ersten Verbindungsleitung (121) und ein Behälterabschnitt (162) der zweiten Verbindungsleitung (122) innerhalb des Druckluftbehälters (110) verlaufen und wobei der Behälterabschnitt (161) der ersten Verbindungsleitung (121) und der Behälterabschnitt (162) der zweiten Verbindungsleitung (122) innerhalb des Druckluftbehälters (110) aneinander befestigt sind. 25
10. Die Luftfederanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Druckluftbehälter (110) eine kreiszylindrische Form mit einem Außendurchmesser D hat und mindestens eine der beiden Stirnenden des Druckluftbehälters (110) von einem Klöpperboden gebildet wird, wobei der erste und zweite Anschluss (141; 142) am Klöpperboden in 30

einem Bereich mit einem Radius von  $0,4 \times D$  um eine Längsachse (115) des Druckluftbehälters (110) angeordnet sind, wobei die ersten und zweiten Anschlüsse (141; 142) einen gleichen oder einen unterschiedlichen Abstand zur Längsachse (115) aufweisen können.

11. Die Luftfederanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Druckluftbehälter (110) mehr als zwei Zusatzluftvolumina aufweist, und wobei jedes Zusatzluftvolumen des Druckluftbehälters (110) mit jeweils einer Verbindungsleitung für eine Luftfeder einer Sekundärfederung zwischen Wagenkasten und Drehgestell eines Schienenfahrzeugs verbunden ist. 35
12. Schienenfahrzeug mit einer Sekundärfederung zwischen dem Drehgestell und dem Wagenkasten des Schienenfahrzeugs, die je Drehgestell eine erste Luftfeder (131) und eine zweite Luftfeder (132) aufweist, wobei das Schienenfahrzeug eine Aufnahme für eine Luftfederanordnung (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche aufweist. 40
13. Schienenfahrzeug nach Anspruch 12, wobei die Aufnahme eine Befestigung des Druckluftbehälters (110) der Luftfederanordnung (100) am Wagenkasten oder am Drehgestell des Schienenfahrzeugs ermöglicht. 45
14. Verfahren zum Versorgen von Luftfedern (131; 132) einer Sekundärfederung zwischen Wagenkasten und Drehgestell eines Schienenfahrzeugs, aufweisend: 50
  - Bereitstellen einer ersten Druckluftverbindung (121) zwischen einem ersten Zusatzluftvolumen (111) eines Druckluftbehälters (110) und einer ersten Luftfeder (131) einer Sekundärfederung;
  - Bereitstellen einer zweiten Druckluftverbindung (122) zwischen einem vom ersten Zusatzluftvolumen (111) getrennten zweiten Zusatzluftvolumen (112) desselben Druckluftbehälters (110) und einer zweiten Luftfeder (131) der Sekundärfederung;
  - Verbinden der ersten Druckluftverbindung (121) mit dem ersten Zusatzluftvolumen (111) an einer Seite des Druckluftbehälters (110) und Verbinden der zweiten Druckluftverbindung (122) mit dem zweiten Zusatzluftvolumen (112) an derselben Seite des Druckluftbehälters (110) oder auf derselben Seite einer das erste Zusatzluftvolumen (111) und das zweite Zusatzluftvolumen (112) trennenden Trennvorrichtung (170). 55
15. Verfahren nach Anspruch 14, weiterhin aufweisend Bereitstellen einer mittels einer Blende oder eines 60

einstellbaren Ventils geregelten fluidische Verbindung zwischen der ersten Druckluftverbindung (121) und der zweiten Druckluftverbindung (122) zum Regeln des Druckluftstroms zwischen der ersten und der zweiten Druckluftverbindung.

5

10

15

20

25

30

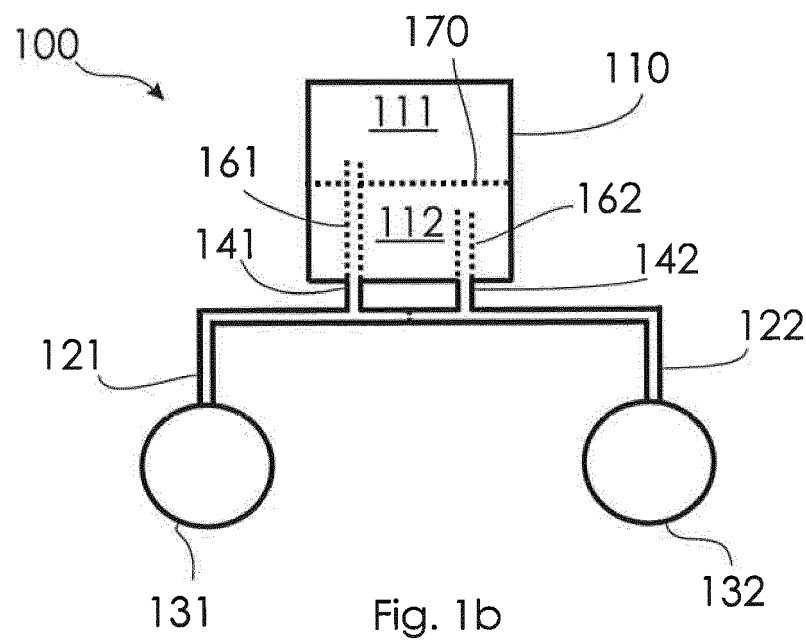
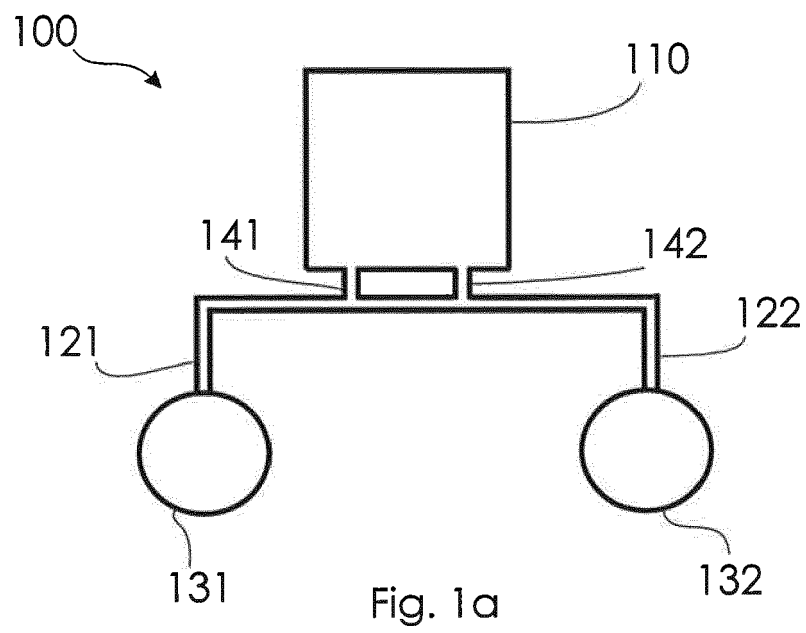
35

40

45

50

55



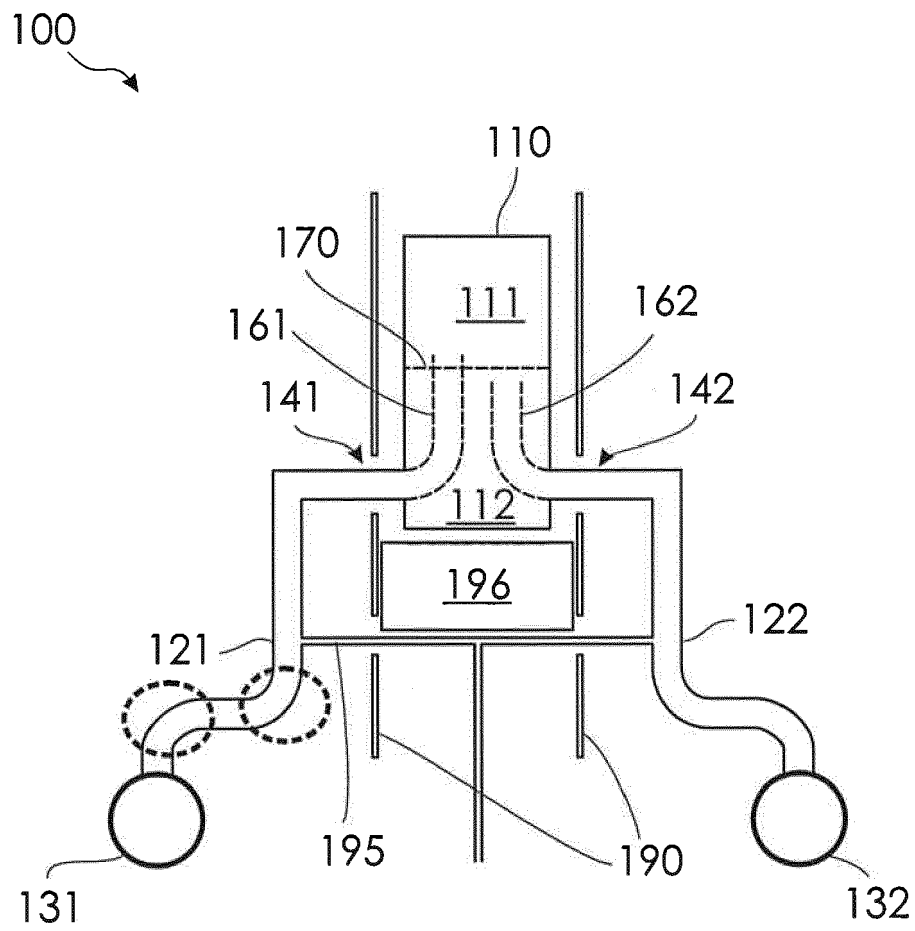


Fig. 2

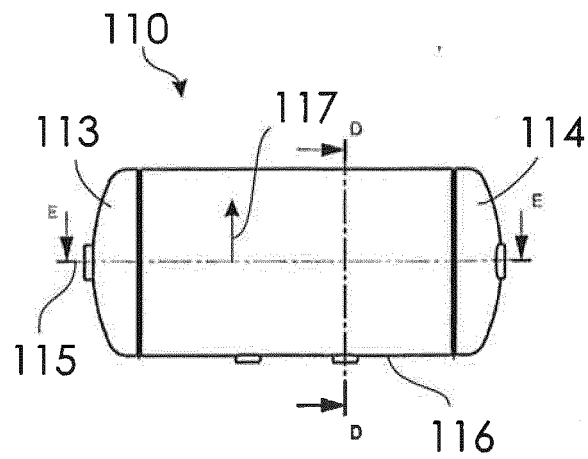


Fig. 3a

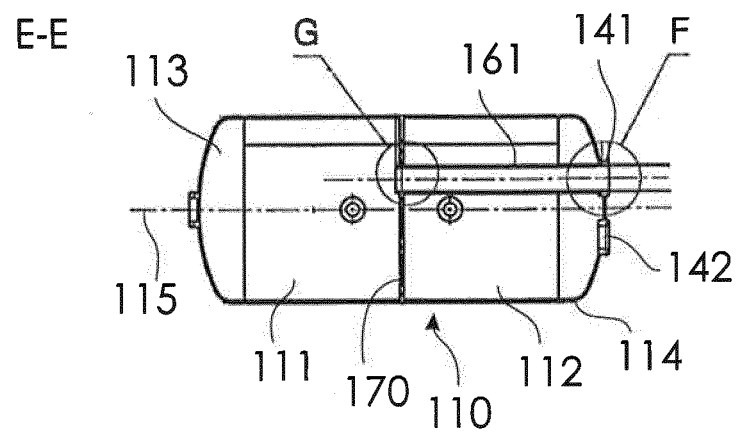


Fig. 3b

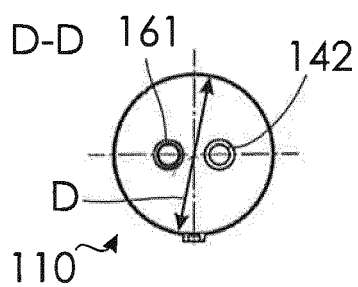


Fig. 3c

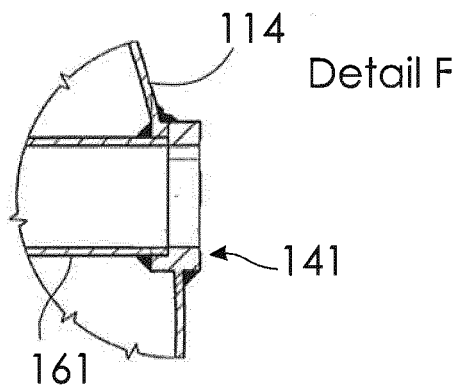


Fig. 3f

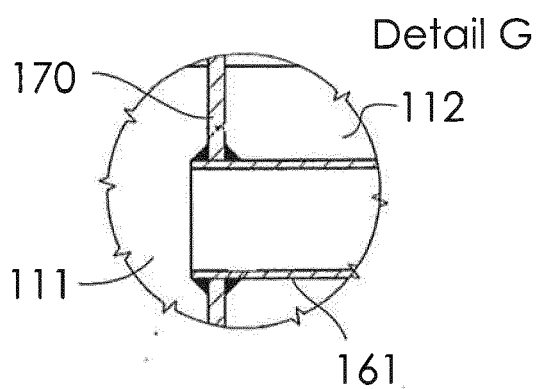


Fig. 3g

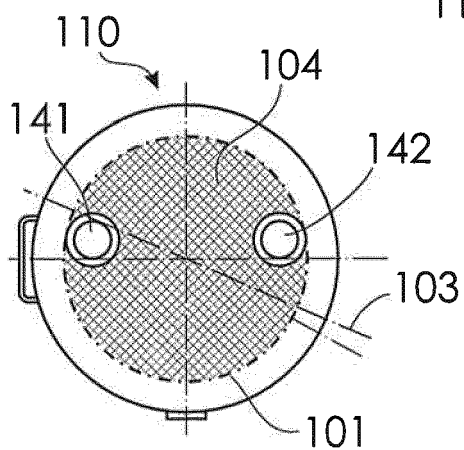


Fig. 3d

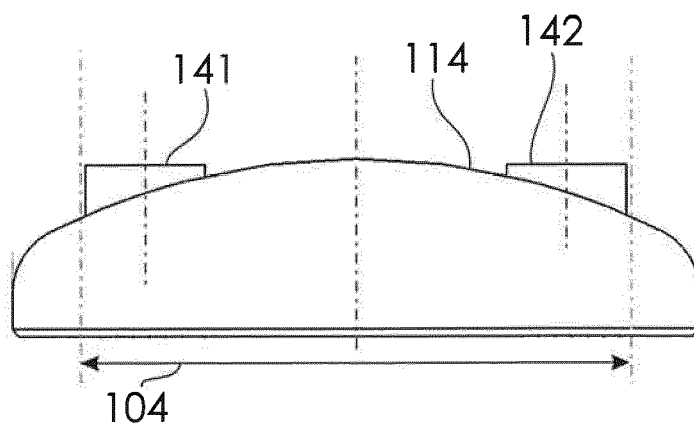
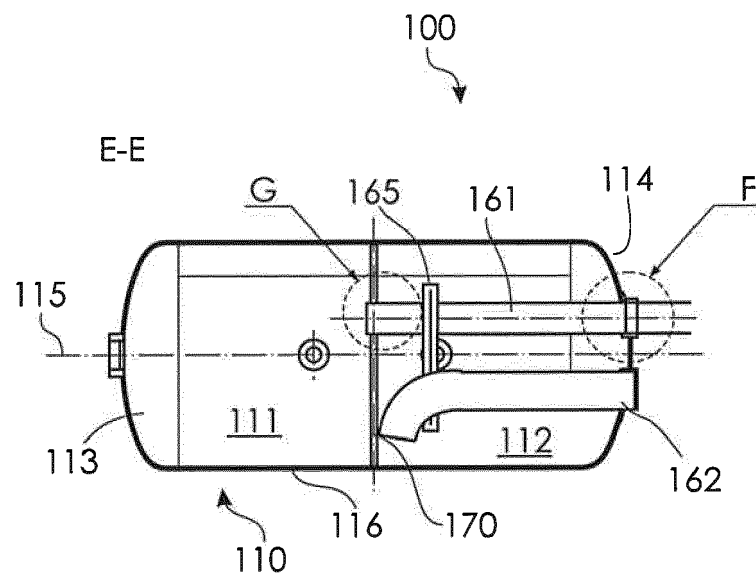
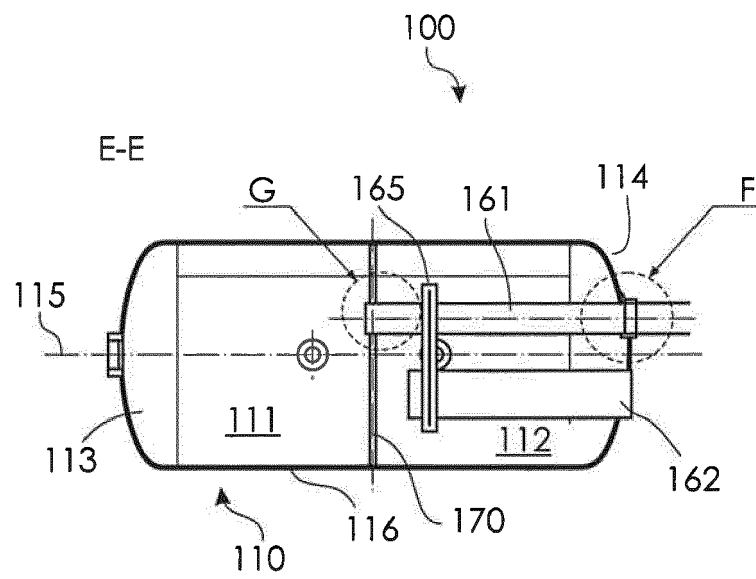


Fig. 3e





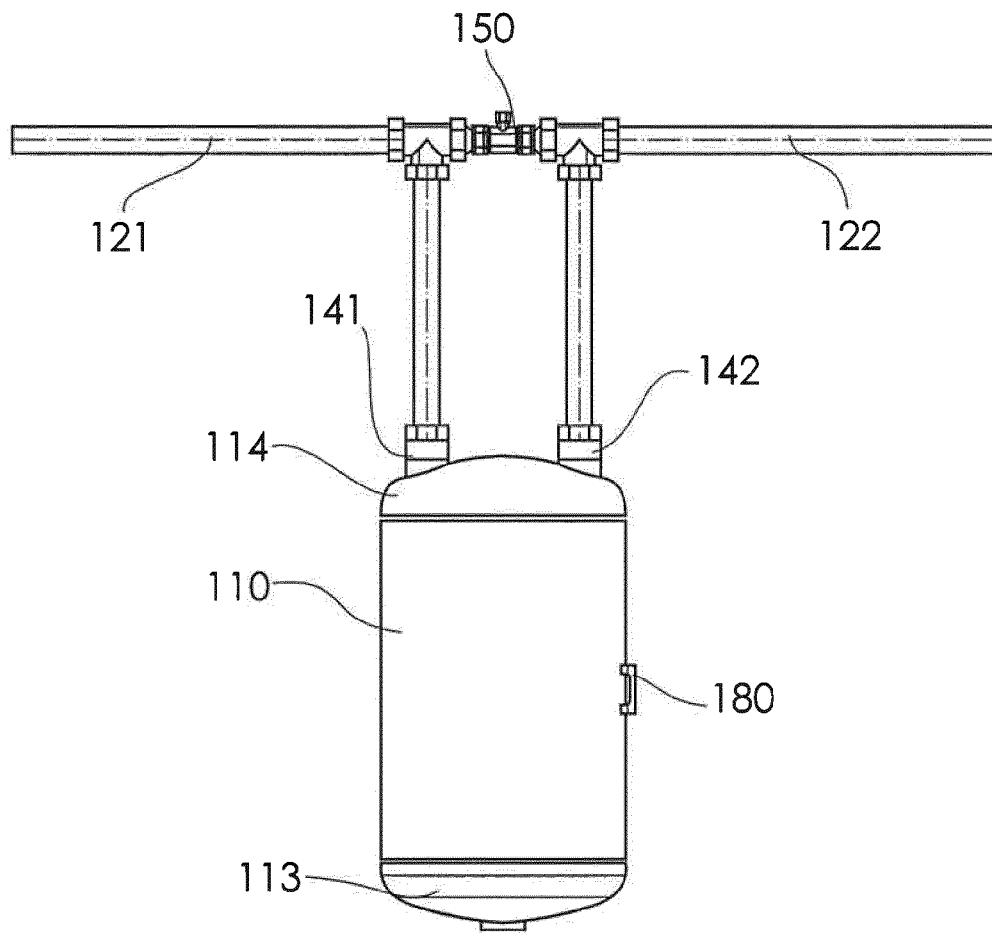


Fig. 5a

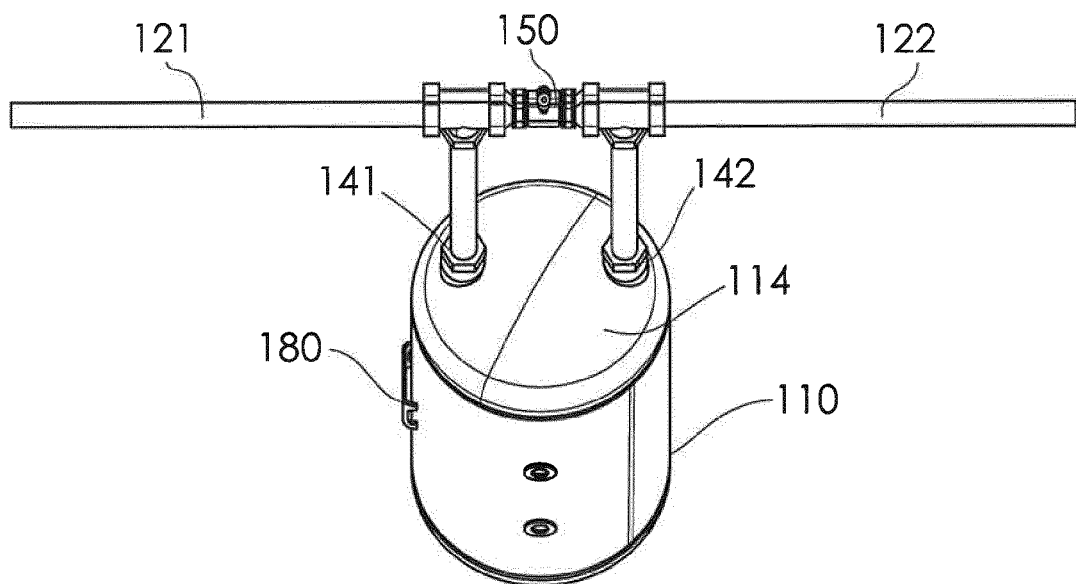


Fig. 5b



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 16 18 0566

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)
Y,D	EP 0 568 043 B1 (MAN GHH SCHIENENVERKEHR [DE]) 10. April 1996 (1996-04-10) * das ganze Dokument *	1-15	INV. B61F5/10 B61F5/22
Y	DE 28 31 045 A1 (KNORR BREMSE GMBH) 24. Januar 1980 (1980-01-24) * das ganze Dokument *	1-3,6,7, 11-15	
Y	WO 2015/040648 A2 (OTTORINO LA ROCCA S R L [IT]) 26. März 2015 (2015-03-26) * das ganze Dokument *	1-6, 8-10, 12-14	
A	AT 407 138 B (SIEMENS SGP VERKEHRSTECHNIK GMBH (AT)) 27. Dezember 2000 (2000-12-27) * das ganze Dokument *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B61F F17C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>14. Dezember 2016</b>	Prüfer <b>Awad, Philippe</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 16 18 0566

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.

14-12-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	EP 0568043	B1	10-04-1996	AT 136510 T		15-04-1996
				EP 0568043 A1		03-11-1993
15	DE 2831045	A1	24-01-1980	KEINE		
	WO 2015040648	A2	26-03-2015	EP 3049710 A2		03-08-2016
				US 2016223139 A1		04-08-2016
				WO 2015040648 A2		26-03-2015
20	AT 407138	B	27-12-2000	KEINE		
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 0568043 B1 [0005]
- EP 1610995 B1 [0006]