

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. November 2019 (14.11.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/214933 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16F 9/04 (2006.01) *F16F 9/05* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/060309

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. April 2019 (23.04.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 207 076.8
07. Mai 2018 (07.05.2018) DE

(71) Anmelder: AUDI AG [DE/DE]; I/FL-P, 85045 Ingolstadt
(DE).

(72) Erfinder: EHRICH, Fabian; Erich-Kästner-Str. 16, 80796
München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,

(54) Title: AIR SPRING, IN PARTICULAR FOR A VEHICLE, VEHICLE WITH AT LEAST ONE SUCH AIR SPRING AND
METHOD FOR OPERATING SUCH AN AIR SPRING

(54) Bezeichnung: LUFTFEDER, INSBESONDERE FÜR EIN FAHRZEUG, FAHRZEUG MIT WENIGSTENS EINER SOLCHEN
LUFTFEDER SOWIE VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER SOLCHEN LUFTFEDER

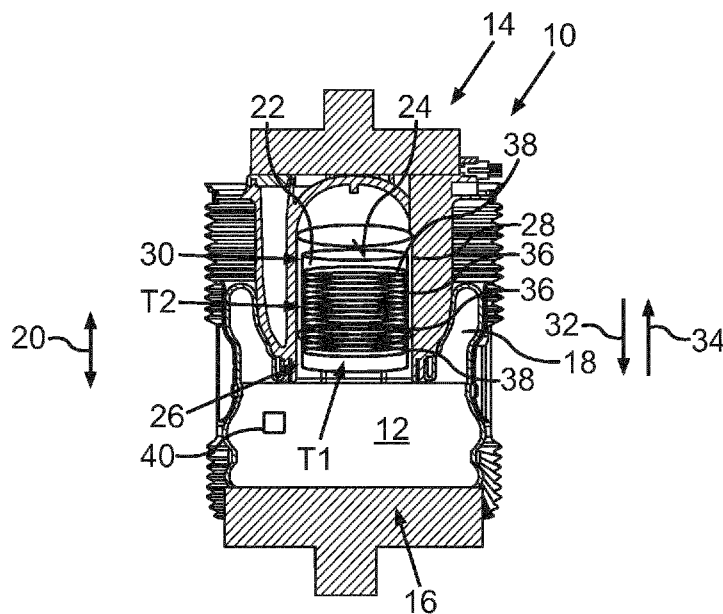


Fig.1

(57) Abstract: The invention relates to an air spring (10), comprising at least one variable volume air chamber (12) for receiving air, and comprising adsorption material (22) which is arranged in the air chamber (12), wherein there is an adjusting device (26) by means of which, for the variable adjustment of the rigidity of the air spring (10), a surface (24) of the adsorption material (22) that is in contact with the air received in the air chamber (12) can be adjusted variably.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Luftfeder (10), mit wenigstens einer in ihrem Volumen veränderbaren Luftkam-



WO 2019/214933 A1

SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

mer (12) zum Aufnehmen von Luft, und mit Adsorptionsmaterial (22), welches in der Luftkammer (12) angeordnet ist, wobei eine Einstellereinrichtung (26), mittels welcher zum variablen Einstellen einer Federsteifigkeit der Luftfeder (10) eine mit der in der Luftkammer (12) aufgenommenen Luft in Kontakt stehende Oberfläche (24) des Adsorptionsmaterials (22) variabel einstellbar ist.

-
- 5 Luftfeder, insbesondere für ein Fahrzeug, Fahrzeug mit wenigstens einer solchen Luftfeder sowie Verfahren zum Betreiben einer solchen Luftfeder
-

BESCHREIBUNG:

10

Die Erfindung betrifft eine Luftfeder, insbesondere für ein Fahrzeug, gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1. Ferner betrifft die Erfindung ein Fahrzeug, insbesondere ein Kraftfahrzeug, mit wenigstens einer solchen Luftfeder sowie ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Luftfeder.

15

Eine solche Luftfeder, insbesondere für ein Fahrzeug wie beispielsweise ein Kraftfahrzeug, ist beispielsweise bereits der WO 2012/052776 A1 als bekannt zu entnehmen. Die Luftfeder weist wenigstens eine Luftkammer zum Aufnehmen von Luft auf, wobei die Luftkammer in ihrem Volumen veränderbar beziehungsweise veränderlich ist. Außerdem umfasst die Luftfeder Adsorptionsmaterial, welches in der Luftkammer angeordnet ist. Das Adsorptionsmaterial wird auch als adsorptives Material oder als adsorbierendes Material bezeichnet. Des Weiteren offenbart die WO 2015/145148 A1 eine Luftfeder.

20

25

Außerdem ist aus der EP 2 759 733 A1 ein Luftfedersystem bekannt, welches wenigstens eine Luftfeder mit mindestens einer Druckluftkammer veränderlichen Volumens aufweist. Die Druckluftkammer ist an eine Kompressoreinheit als Druckluftgeber mit oder ohne einen Druckluftspeicher angeschlossen. Ferner ist es vorgesehen, dass Drucklufträume von Luftfedern und/oder des Druckluftspeichers mit einem adsorptiven Material versehen sind.

30

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Luftfeder, ein Fahrzeug und ein Verfahren zu schaffen, sodass die Luftfeder hinsichtlich ihrer Federsteifigkeit besonders vorteilhaft eingestellt werden kann.

- 5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Luftfeder mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, durch ein Fahrzeug mit den Merkmalen des Patentanspruchs 9 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den übrigen Ansprüchen angegeben.

10

- Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine Luftfeder, insbesondere für ein Fahrzeug wie beispielsweise ein Kraftfahrzeug. Die Luftfeder weist wenigstens eine Luftkammer zum Aufnehmen von Luft, insbesondere Druckluft, auf. Mit anderen Worten ist in der Luftkammer Luft, insbesondere Druckluft, auf-
- 15 nehmbar oder aufgenommen. Dabei ist die Luftkammer in ihrem Volumen veränderbar beziehungsweise veränderlich. Dies bedeutet, dass die Luftkammer ein variabel veränderbares beziehungsweise veränderliches Volumen aufweist. Die Luftkammer ist beispielsweise jeweils teilweise von einem Balg, insbesondere von einem Rollbalg, der Luftfeder und von einem Kolben
- 20 der Luftfeder begrenzt, wobei der Kolben beispielsweise mit dem Balg verbunden ist. Bei Ein- und Ausfederbewegungen der Luftfeder bewegt sich beispielsweise der Kolben translatorisch, insbesondere relativ zu wenigstens einem Teil des Balgs, wobei es bei diesen translatorischen Bewegungen des Kolbens zu Volumenvergrößerungen und Volumenverkleinerungen der Luft-
- 25 kammer, das heißt zu Vergrößerungen und Verkleinerungen des Volumens der Luftkammer kommt.

- Die Luftfeder weist ferner ein Adsorptionsmaterial auf, welches in der Luftkammer angeordnet ist. Das Adsorptionsmaterial wird auch als adsorptives
- 30 Material oder adsorbierendes Material bezeichnet und kann beispielsweise Aktivkohle aufweisen beziehungsweise als Aktivkohle ausgebildet sein. Insbesondere ist das Adsorptionsmaterial für Luft beziehungsweise Luftmoleküle adsorbierend, sodass das Adsorptionsmaterial an seiner Oberfläche Luft beziehungsweise Luftmoleküle anreichert beziehungsweise anlagert, wenn

das Adsorptionsmaterial, insbesondere dessen Oberfläche, mit Luft beziehungsweise Luftmolekülen beaufschlagt wird, das heißt in Kontakt mit Luft beziehungsweise Luftmolekülen kommt.

- 5 Um nun die Luftfeder hinsichtlich ihrer auch als Luftfedersteifigkeit, Luftfederhärte oder Federhärte bezeichneten Federsteifigkeit besonders vorteilhaft und bedarfsgerecht einstellen zu können, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Luftfeder eine Einstelleinrichtung umfasst, mittels welcher zum variablen Einstellen der Federsteifigkeit der Luftfeder eine mit der in der
- 10 Luftkammer aufgenommenen Luft in Kontakt stehende Oberfläche des Adsorptionsmaterials variabel einstellbar ist. Mit anderen Worten kann mittels der Einstelleinrichtung ein mit der in der Luftkammer aufgenommenen Luft in Kontakt stehender Teil der Oberfläche beziehungsweise eine in Kontakt mit der in der Luftkammer aufgenommenen Luft stehende Fläche beziehungsweise
- 15 GröÙe der Oberfläche des Adsorptionsmaterials variiert, das heißt variabel eingestellt werden. Insbesondere ist es denkbar, dass die in Kontakt mit der in der Luftkammer aufgenommenen Luft stehende Oberfläche des Adsorptionsmaterials mittels der Einstelleinrichtung auf unterschiedliche GröÙen beziehungsweise Flächen eingestellt werden kann, wobei es insbesondere
- 20 denkbar ist, dass die mit der in der Luftkammer aufgenommenen Luft in Kontakt stehende Oberfläche des Adsorptionsmaterials auf null eingestellt werden kann, sodass beispielsweise in wenigstens einem Zustand der Einstelleinrichtung die Oberfläche des Adsorptionsmaterials beziehungsweise das Adsorptionsmaterial insgesamt nicht in Kontakt mit der in der Luft-
- 25 kammer aufgenommenen Luft steht beziehungsweise kommt. Insbesondere ist es denkbar, dass mittels der Einstelleinrichtung mehrere, voneinander unterschiedliche und jeweils gegenüber null gröÙere Teile der Oberfläche des Adsorptionsmaterials, die mit der in der Luftkammer aufgenommene Luft in Kontakt stehen, eingestellt werden können, wodurch unterschiedliche
- 30 Federhärten beziehungsweise unterschiedliche Werte der Federsteifigkeit der Luftfeder bedarfsgerecht sowie auf einfache, bauraum- und kostengünstige Weise eingestellt werden können.

Der Erfindung liegt dabei insbesondere die Erkenntnis zugrunde, dass die jeweilige, einfach auch als Steifigkeit bezeichnete Federsteifigkeit von Luftfedern üblicherweise direkt mit der jeweiligen wirksamen Fläche und dem vorhandenen Luftvolumen in der jeweiligen Luftkammer zusammenhängt.

5 Schaltbare Luftfedern sind bekannt, bei denen Volumen durch Ventile hinzu- und abgeschaltet werden können. Je nach Anzahl der unterschiedliche Volumenpartitionen darstellenden, hinzu- und abschaltbaren Volumen existiert somit eine fixe Anzahl von diskreten Federsteifigkeiten. Bei Luftfedern mit hinzu- und abschaltbaren Volumen, welche auch als Schaltvolumen be-

10 zeichnet werden, lässt sich so lediglich eine begrenzte Anzahl an diskreten Federsteifigkeiten darstellen, wobei diese unterschiedlichen Federsteifigkeiten nur sehr bauraumaufwändig realisiert werden können. Im Gegensatz dazu ist es bei der erfindungsgemäßen Luftfeder möglich, die unterschiedlichen Federsteifigkeiten besonders bauraum-, gewichts- und kostengünstig

15 zu realisieren.

Dabei hat es sich als besonders vorteilhaft gezeigt, wenn die mit der in der Luftkammer aufgenommenen Luft in Kontakt stehende Oberfläche mittels der Einstelleinrichtung stufenlos beziehungsweise zumindest im Wesentlichen

20 kontinuierlich einstellbar ist. Hierdurch kann eine zumindest im Wesentlichen kontinuierliche Anpassung der auch als Federrate bezeichneten Federsteifigkeit an unterschiedliche Fahrzustände realisiert werden, was bei herkömmlichen, schaltbaren Luftfedern nicht möglich ist. Außerdem sind bei herkömmlichen, schaltbaren Luftfedern für jedes zuschaltbare Teilvolumen

25 zusätzliche Steuereinheiten erforderlich, die Kosten verursachen und Bauraum benötigen. Diese Nachteile und Probleme können bei der erfindungsgemäßen Luftfeder ebenfalls vermieden werden.

Beispielsweise erlaubt eine aktive Regelung der mit der in der Luftkammer aufgenommenen Luft in Kontakt stehenden Oberfläche des Adsorptionsma-

30 terials eine aktive Regelung der Federsteifigkeit der Luftfeder, wodurch beispielsweise ein die Luftfeder aufweisendes Fahrwerk eines Fahrzeugs an unterschiedliche, jeweilige Fahrsituationen und unterschiedliche, jeweilige Fahrbahnzustände bedarfsgerecht angepasst werden kann. Dadurch können

Wanken und Nicken des Fahrzeugs vermieden oder zumindest in einem besonders geringen Rahmen gehalten werden.

5 Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Einstel-
leinrichtung wenigstens ein Abdeckelement aufweist, wobei das Abdeckele-
ment und das Adsorptionsmaterial relativ zueinander bewegbar sind,
wodurch ein mit der in der Luftkammer aufgenommenen Luft in Kontakt ste-
hender erster Teil der Oberfläche und ein sich an den ersten Teil anschlie-
10 ßender und mittels des Abdeckelements von der in der Luftkammer aufge-
nommenen Luft getrennter und somit nicht mit der in der Luftkammer aufge-
nommenen Luft in Kontakt stehender zweiter Teil der Oberfläche variabel
einstellbar sind. Wird beispielsweise der erste Teil der Oberfläche vergrößert,
so geht damit beispielsweise eine Verkleinerung des zweiten Teils einher
und umgekehrt. Hierdurch können die Teile und somit die Federsteifigkeit
15 besonders einfach und bedarfsgerecht eingestellt werden.

Als besonders vorteilhaft hat es sich gezeigt, wenn das Abdeckelement ei-
gensteif, das heißt formstabil ausgebildet ist.

20 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung weist die Einstelleinrichtung wenigstens einen Aktor, insbesondere wenigstens einen Motor und vorzugsweise wenigstens einen Elektromotor, auf, mittels welchem zum Einstellen der
Teile und somit der Federsteifigkeit Relativbewegungen zwischen dem Ab-
deckelement und dem Adsorptionsmaterial bewirkbar sind. Das Adsorpti-
25 onsmaterial bildet beispielsweise einen eigensteifen beziehungsweise form-
stabilen Körper, indem das Adsorptionsmaterial beispielsweise verdichtet
beziehungsweise gepresst ist. Ferner ist es denkbar, dass das Adsorptions-
material an sich als granulare Materie ausgebildet ist, die beispielsweise in
einem luftdurchlässigen beziehungsweise von Luft durchströmbaren Behältnis
30 aufgenommen ist. Durch die Verwendung des Aktors können die Oberflä-
che und somit die Federsteifigkeit besonders bedarfsgerecht sowie beson-
ders schnell eingestellt werden, sodass die Luftfeder hinsichtlich ihrer Feder-
steifigkeit besonders bedarfsgerecht und schnell an sich verändernde Fahr-
zustände und/oder Fahrbahnzustände angepasst werden kann.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass das Abdeckelement und das Adsorptionsmaterial translatorisch und/oder rotatorisch relativ zueinander bewegbar sind. Dadurch können die Oberfläche beziehungsweise die Teile und somit die Federsteifigkeit
5 besonders bedarfsgerecht sowie schnell eingestellt werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung weist die Einstelleinrichtung wenigstens eine Durchgangsöffnung auf, deren von Luft durchströmbarer Strömungsquerschnitt, über welchen die Oberfläche mit der in der Luftkammer
10 aufgenommenen Luft beaufschlagbar und somit in Kontakt bringbar ist, mittels des Abdeckelements, insbesondere durch Relativbewegungen zwischen dem Abdeckelement und dem Adsorptionsmaterial, einstellbar ist. Insbesondere ist es möglich, dass die Einstelleinrichtung eine Mehrzahl von voneinander getrennten Durchgangsöffnungen aufweist, deren jeweilige, von Luft
15 durchströmbare Strömungsquerschnitte, über die die Oberfläche mit der in der Luftkammer aufgenommenen Luft beaufschlagbar ist, mittels des Abdeckelements, insbesondere durch Relativbewegungen zwischen dem Abdeckelement und dem Adsorptionsmaterial, einstellbar sind. Die Oberfläche und somit die Federsteifigkeit können hierdurch besonders präzise jedoch
20 auch besonders schnell in einem großen Verstellbereich eingestellt werden, sodass beispielsweise die Federsteifigkeit zumindest im Wesentlichen kontinuierlich verstellt werden kann.

Die Durchgangsöffnungen sind beispielsweise in Umfangsrichtung des Adsorptionsmaterials, insbesondere gleichmäßig, verteilt angeordnet, sodass
25 sich beispielsweise bei zumindest teilweiser Freigabe der Durchgangsöffnungen beziehungsweise der Strömungsquerschnitte besonders schnell Luftmoleküle an der Oberfläche anlagern beziehungsweise anreichern können.

30

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung umfasst die Luftfeder wenigstens ein zumindest teilweise in dem Adsorptionsmaterial angeordnetes und zumindest luftdichtes Trennelement, mittels welchem wenigstens ein erster Teil des Adsorptionsmaterials von wenigstens einem zweiten Teil des

Adsorptionsmaterials, insbesondere Luftdicht, getrennt beziehungsweise abgetrennt ist. Mittels des Trennelements können beispielsweise unerwünschte, innerhalb des Adsorptionsmaterials erfolgende Luftströmungen vermieden werden. Insbesondere kann mittels des Trennelements vermieden werden, dass beispielsweise dann, wenn die Oberfläche des Adsorptionsmaterials in dem ersten Teil des Adsorptionsmaterials von der Einstelleinrichtung freigegeben und währenddessen in dem zweiten Teil des Adsorptionsmaterials noch von der in der Luftkammer aufgenommenen Luft getrennt wird, insbesondere dadurch, dass die Einstelleinrichtung die Oberfläche in dem zweiten Teil des Adsorptionsmaterials, insbesondere nach außen beziehungsweise zur Luftkammer hin, abdeckt, Luft, die in Kontakt mit der Oberfläche des ersten Teils des Adsorptionsmaterials kommen kann, innerhalb des Adsorptionsmaterials von dem ersten Teil des Adsorptionsmaterials zu dem zweiten Teil des Adsorptionsmaterials strömt. Mit anderen Worten kann mithilfe des Trennelements die Oberfläche in dem zweiten Teil des Adsorptionsmaterials innerhalb des Adsorptionsmaterials von dem ersten Teil und somit von der in der Luftkammer aufgenommenen Luft abgetrennt gehalten werden, während die Oberfläche in dem ersten Teil des Adsorptionsmaterials in Kontakt mit der Luft steht. Hierdurch kann die Steifigkeit der Luftfeder präzise und bedarfsgerecht eingestellt werden.

Das Trennelement ist vorzugsweise ein von dem Adsorptionsmaterial unterschiedliches, zusätzlich dazu vorgesehenes Element. Insbesondere kann das Trennelement aus einem Kunststoff oder aus einem metallischen Werkstoff gebildet sein. Ferner ist es denkbar, dass das Trennelement aus einem auch als Keramikwerkstoff bezeichneten keramischen Werkstoff gebildet ist. Außerdem ist es möglich, dass das Trennelement als eine Klebeschicht ausgebildet ist.

Als besonders vorteilhaft hat es sich gezeigt, wenn das Trennelement eigensteif und somit formstabil ist. Dadurch können die Teile des Adsorptionsmaterials besonders gut voneinander getrennt werden, sodass die Federsteifigkeit bedarfsgerecht und präzise eingestellt werden kann. Das Trennelement könnte Teil eines Monolithen sein, der aus verschiedenen Materialien aufge-

baut ist. Die Materialien umfassen beispielsweise das insbesondere als Aktivkohle ausgebildete oder zumindest Aktivkohle aufweisende Adsorptionsmaterial und Trennmaterial, aus welchem das Trennelement gebildet ist.

- 5 Die Luftfeder kann eine eigene Baueinheit ausgebildet und als eigene Komponente, das heißt beispielsweise unabhängig von einem Stoßdämpfer verbaubar beziehungsweise verbaut sein. Denkbar ist ferner, dass die Luftfeder in einem Federbein verwendbar oder verwendet ist und somit mit einem Stoßdämpfer das Federbein bildet. Mit anderen Worten ist die Luftfeder beispielsweise Bestandteil eines Federbeins, welches die Luftfeder und einen
- 10 Stoßdämpfer aufweist. Somit gehört zur Erfindung auch ein Federbein, welches wenigstens eine erfindungsgemäße Luftfeder aufweist.

- Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Fahrzeug, insbesondere ein
- 15 Kraftfahrzeug. Vorzugsweise ist das Fahrzeug als Kraftwagen, insbesondere als Personenkraftwagen, ausgebildet. Das Fahrzeug weist wenigstens eine erfindungsgemäße Luftfeder gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung auf. Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten Aspekts der Erfindung sind als Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des zweiten Aspekts der
- 20 Erfindung anzusehen und umgekehrt.

- Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Luftfeder, insbesondere einer erfindungsgemäßen Luftfeder gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung. Die Luftfeder weist bei dem dritten Aspekt der
- 25 Erfindung wenigstens eine in ihrem Volumen veränderbare Luftkammer zum Aufnehmen von Luft und in der Luftkammer angeordnetes Adsorptionsmaterial auf. Bei dem Verfahren zum Betreiben der Luftfeder wird deren Federsteifigkeit beziehungsweise Federhärte variabel eingestellt, indem mittels einer Einstelleinrichtung eine mit der in der Luftkammer aufgenommenen Luft
- 30 in Kontakt stehende Oberfläche des Adsorptionsmaterials variabel eingestellt wird. Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten Aspekts und des zweiten Aspekts der Erfindung sind als Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des dritten Aspekts der Erfindung anzusehen und umgekehrt.

Zu der Erfindung gehören auch Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens, die Merkmale aufweisen, wie sie bereits im Zusammenhang mit den Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Luftfeder und des erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs beschrieben worden sind. Aus diesem Grund sind
5 die entsprechenden Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens hier nicht noch einmal beschrieben. Die Erfindung umfasst auch die Kombinationen der Merkmale der beschriebenen Ausführungsformen.

Im Folgenden sind Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben. Hierzu
10 zeigt:

Fig. 1 eine schematische und geschnittene Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Luftfeder gemäß einer ersten Ausführungsform;
und

15

Fig. 2 eine schematische und geschnittene Seitenansicht der Luftfeder gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Bei den im Folgenden erläuterten Ausführungsbeispielen handelt es sich um bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung. Bei den Ausführungsbeispielen stellen die beschriebenen Komponenten der Ausführungsformen jeweils
20 einzelne, unabhängig voneinander zu betrachtende Merkmale der Erfindung dar, welche die Erfindung jeweils auch unabhängig voneinander weiterbilden und damit auch einzeln oder in einer anderen als der gezeigten Kombination als Bestandteil der Erfindung anzusehen sind. Des Weiteren sind die beschriebenen Ausführungsformen auch durch weitere der bereits beschriebenen
25 Merkmale der Erfindung ergänzbar.

In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen jeweils funktionsgleiche
30 Elemente.

Fig. 1 zeigt in einer schematischen Seitenansicht eine Luftfeder 10 für ein Kraftfahrzeug, insbesondere für einen beispielsweise als Personenkraftwagen ausgebildeten Kraftwagen. Die Luftfeder 10 ist beispielsweise Bestand-

teil eines Fahrwerks des Kraftfahrzeugs, welches das Fahrwerk in vollständig hergestelltem Zustand des Kraftfahrzeugs umfasst. Über die Luftfeder 10 ist beispielsweise im vollständig hergestellten Zustand des Kraftfahrzeugs wenigstens ein Rad des Kraftfahrzeugs zumindest gefedert an einem beispielsweise als selbsttragende Karosserie ausgebildeten Aufbau des Kraftfahrzeugs abgestützt.

Die Luftfeder 10 weist wenigstens eine Luftkammer 12 auf, welche in ihrem Volumen veränderbar ist. Mit anderen Worten weist die Luftkammer 12 ein veränderbares Volumen auf. In der Luftkammer 12 ist Luft, insbesondere Druckluft, aufnehmbar beziehungsweise aufgenommen. Die Luftkammer 12 ist beispielsweise jeweils teilweise begrenzt durch ein erstes Anbindungselement 14, ein zweites Anbindungselement 16 und einen auch als Federbalg oder Luftfederbalg bezeichneten Balg 18 der Luftfeder 10. Dabei ist der Balg 18 beispielsweise mit den jeweiligen Anbindungselementen 14 und 16 verbunden. Über das Anbindungselement 14 ist die Luftfeder 10 beispielsweise zumindest mittelbar an den Aufbau anbindbar. Mit anderen Worten kann die Luftfeder 10 beispielsweise über das Anbindungselement 14 zumindest mittelbar an dem Aufbau abgestützt beziehungsweise mit dem Aufbau gekoppelt werden. Beispielsweise kann die Luftfeder 10 über das Anbindungselement 14 an einem Feder- und/oder Dämpferdom des Aufbaus abgestützt, insbesondere mit dem einfach auch als Dom bezeichneten Feder- und/oder Dämpferdom verbunden, werden. Wieder mit anderen Worten ausgedrückt dient das Anbindungselement 14 beispielsweise zur fahrzeugseitigen Anbindung der Luftfeder 10.

Über das Anbindungselement 16 kann die Luftfeder 10 mit dem zuvor genannten Rad gekoppelt werden, sodass beispielsweise das Anbindungselement 16 zur radseitigen Anbindung der Luftfeder 10 dient.

30

Eines der Anbindungselemente 14 und 16 umfasst beispielsweise einen Kolben oder ist als ein Kolben ausgebildet, wobei der Kolben beispielsweise als Abrollkolben ausgebildet ist. Dabei ist der Balg 18 beispielsweise als Rollbalg ausgebildet, welcher bei Ein- und Ausfederbewegungen an dem

Abrollkolben abrollt. Bei Ein- und Ausfederbewegungen der Luftfeder 10 kommt es zu translatorischen Relativbewegungen zwischen den Anbindungselementen 14 und 16. Beispielsweise bewegen sich die Anbindungselemente 14 und 16 bei einer Einfederbewegung translatorisch aufeinander zu, sodass der Rollbalg zumindest teilweise auf den Abrollkolben aufgerollt wird. Bei einer Ausfederbewegung bewegen sich die Anbindungselemente 14 und 16 translatorisch voneinander weg, sodass der Rollbalg zumindest teilweise von dem Abrollkolben abgerollt wird. Andere Ausführungen beziehungsweise Bauvarianten der Luftfeder 10 sind ohne Weiteres denkbar. Bei der Einfederbewegung erfolgt eine Verkleinerung des Volumens der Luftkammer 12, wobei bei der Ausfederbewegung eine Vergrößerung des Volumens der Luftkammer 12 erfolgt. Die Ein- und Ausfederbewegungen und somit die translatorischen Relativbewegungen zwischen den Anbindungselementen 14 und 16 sind in Fig. 1 durch einen Doppelpfeil 20 veranschaulicht beziehungsweise erfolgen entlang einer in Fig. 1 durch den Doppelpfeil 20 veranschaulichten Richtung.

Die Luftfeder 10 umfasst darüber hinaus Adsorptionsmaterial 22, welches in der Luftkammer 12, die jeweils teilweise durch die Anbindungselemente 14 und 16 und den Balg 18 begrenzt beziehungsweise gebildet ist, angeordnet ist. Das Adsorptionsmaterial 22 wird auch als adsorptives Material oder als adsorbierendes Material bezeichnet und ist beispielsweise ein zumindest Luft beziehungsweise zumindest oder ausschließlich Luftmoleküle adsorbierendes Material, sodass sich beispielsweise zumindest oder ausschließlich Luftmoleküle an dem Adsorptionsmaterial 22, insbesondere an dessen Oberfläche 24 anreichern beziehungsweise ablagern. Mit anderen Worten ist das Adsorptionsmaterial 22 beispielsweise dazu ausgebildet, Luft beziehungsweise Luftmoleküle zu adsorbieren.

Um nun die Luftfeder 10 hinsichtlich ihrer auch als Federhärte, Luftfederhärte oder Luftfedersteifigkeit bezeichneten Federsteifigkeit besonders vorteilhaft einstellen zu können, umfasst die Luftfeder 10 eine in der Luftkammer 12 angeordnete Einstelleinrichtung 26, mittels welcher zum variablen Einstellen der Federsteifigkeit der Luftfeder 10 die mit der in der Luftkammer 12 aufge-

nommene Luft in Kontakt stehende Oberfläche 24 des Adsorptionsmaterials 22 variabel eingestellt werden kann. Dabei zeigt Fig. 1 eine erste Ausführungsform der Luftfeder 10. Insbesondere kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Federsteifigkeit zumindest im Wesentlichen kontinuierlich beziehungsweise stufenlos oder aber in Stufen eingestellt werden kann, insbesondere dann, wenn einzelne, voneinander abgetrennte Segmente des Adsorptionsmaterials 22 vorgesehen sind. Diese Stufen können sehr klein sein und eine hohe Anzahl aufweisen, sodass die Federhärte sehr präzise auf unterschiedliche Werte eingestellt werden kann, deren Anzahl beispielsweise mit der Anzahl der Stufen beziehungsweise der Segmente korrespondieren kann.

Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform der Luftfeder 10. Bei der ersten Ausführungsform umfasst die Einstelleinrichtung 26 wenigstens oder genau ein als Abdeckelement fungierendes Gehäuseelement 28, welches wenigstens oder genau einen Aufnahmeraum 30 begrenzt beziehungsweise bildet. Das Gehäuseelement 28 und das Adsorptionsmaterial 22 können zum Einstellen der mit der in der Luftkammer 12 aufgenommenen Luft in Kontakt stehenden Oberfläche 24 und somit zum Einstellen der Federsteifigkeit, insbesondere translatorisch, relativ zueinander bewegt werden. Durch translatorisches Bewegen des Adsorptionsmaterials 22 und des Gehäuseelements 28 relativ zueinander kann das Adsorptionsmaterial 22 in den Aufnahmeraum 30 hineinbewegt und aus dem Aufnahmeraum 30 herausbewegt werden. Mit anderen Worten, werden beispielsweise das Adsorptionsmaterial 22 und das Gehäuseelement 28 in eine erste Richtung relativ zueinander bewegt, so wird beispielsweise das Adsorptionsmaterial 22 zumindest teilweise aus dem Aufnahmeraum 30 und somit aus dem Gehäuseelement 28 herausbewegt. Die erste Richtung fällt beispielsweise mit der durch den Doppelpfeil 20 veranschaulichten Richtung zusammen und ist in Fig. 1 durch einen Pfeil 32 veranschaulicht. Werden das Adsorptionsmaterial 22 und das Gehäuseelement 28 beispielsweise in eine der ersten Richtung entgegengesetzte und in Fig. 1 durch einen Pfeil 34 veranschaulichte zweite Richtung relativ zueinander, insbesondere translatorisch, bewegt, so wird beispielsweise das Adsorptionsmaterial 22 zumindest teilweise in den Aufnahmeraum 30 und somit in

das Gehäuseelement 28 hineinbewegt. Die zweite Richtung fällt beispielsweise mit der durch den Doppelpfeil 20 veranschaulichten Richtung zusammen. Durch Herausbewegen des Adsorptionsmaterials 22 aus dem Aufnahmeraum 30 wird die Oberfläche des Adsorptionsmaterials 22, die mit der in der Luftkammer 12 aufgenommenen Luft in Kontakt steht, vergrößert, sodass ein wirksames, die Federsteifigkeit der Luftfeder 10 beeinflussendes Luftvolumen der Luftfeder 10 vergrößert wird. Das wirksame Luftvolumen wird vergrößert, da sich durch das Herausbewegen des Adsorptionsmaterials 22 und das damit einhergehende Vergrößern der Oberfläche, die mit der in der Luftkammer 12 aufgenommenen Luft in Kontakt steht, zusätzliche Luftmoleküle an dem Adsorptionsmaterial 22, insbesondere an dessen Oberfläche 24, anlagern. Dies führt zu einer Reduktion der Federsteifigkeit bei gleichem Bauraum.

Durch Bewegen des Adsorptionsmaterials 22 in den Aufnahmeraum 30 wird die mit der in der Luftkammer 12 aufgenommenen Luft in Kontakt stehende Oberfläche des Adsorptionsmaterials 22 verkleinert, wodurch das wirksame Luftvolumen verringert wird. Hierdurch wird die Federsteifigkeit der Luftfeder 10 erhöht. Insbesondere können das Adsorptionsmaterial 22 und das Gehäuseelement 28 zumindest im Wesentlichen kontinuierlich beziehungsweise stufenlos relativ zueinander, insbesondere translatorisch, bewegt werden, wodurch die Federsteifigkeit der Luftfeder 10 zumindest im Wesentlichen kontinuierlich beziehungsweise stufenlos eingestellt, das heißt auf voneinander unterschiedliche und gegenüber nur größere Werte eingestellt werden kann.

Das Gehäuseelement 28 und das Adsorptionsmaterial 22 können in unterschiedliche Stellungen relativ zueinander bewegt werden, indem das Gehäuseelement 28 und das Adsorptionsmaterial 22 relativ zueinander bewegt werden. In Fig. 1 ist eine der Stellungen gezeigt. In der in Fig. 1 gezeigten einen Stellung steht ein erster Teil T1 der Oberfläche 24 in Kontakt mit der in der Luftkammer 12 aufgenommenen Luft, während ein sich an den ersten Teil T1 anschließender zweiter Teil T2 mittels des Gehäuseelements 28 von der in der Luftkammer 12 aufgenommenen Luft getrennt ist, da der erste Teil

T1 außerhalb des Gehäuseelements 28 angeordnet ist, während der Teil T2 in dem Aufnahmeraum 30 und somit in dem Gehäuseelement 28 aufgenommen ist. Durch Bewegen des Gehäuseelements 28 und des Adsorptionsmaterials 22 relativ zueinander können die Teile T1 und T2 bedarfsgerecht und dabei zumindest im Wesentlichen kontinuierlich beziehungsweise
5 stufenlos eingestellt werden.

Insgesamt ist erkennbar, dass es je nach Zustand der Einstelleinrichtung 26 zu einem Luftaustausch zwischen oberflächennahen Luftmolekülen und dem
10 Arbeitsvolumen der Luftfeder 10 kommen kann, wodurch die Federsteifigkeit bedarfsgerecht eingestellt werden kann. Die Einstelleinrichtung 26 ist dabei ein zumindest im Wesentlichen kontinuierlich verstellbarer Mechanismus, mittels welchem der Teil T1, der mit der in der Luftkammer 12 aufgenommenen Luft in Kontakt steht, und der Teil T2, welcher von der in der Luftkammer
15 12 aufgenommenen Luft fluidisch getrennt ist, graduell verändert werden können. Der jeweilige Teil T1 und T2 wird auch als jeweiliger Anteil bezeichnet, wobei der Teil T1 auch als einstellbare wirksame Oberfläche des Adsorptionsmaterials 22 bezeichnet wird, da sich an dem Teil T1 und somit an der einstellbaren wirksamen Oberfläche zusätzliche Luftmoleküle anlagern
20 können, insbesondere durch Absorption. Durch diese einstellbare wirksame Oberfläche kann die Anzahl an wirksamen Luftmolekülen variabel eingestellt werden, wodurch das wirksame Luftvolumen der Luftfeder 10 und somit ihre Federsteifigkeit variabel eingestellt werden können.

25 Wird beispielsweise das Adsorptionsmaterial 22 ausgehend von der in Fig. 1 gezeigten, einen Stellung weiter aus dem Gehäuseelement 28 herausbewegt, so wird der Teil T1 vergrößert, während der Teil T2 verkleinert wird. Wird das Adsorptionsmaterial 22 jedoch ausgehend von der in Fig. 1 gezeigten einen Stellung weiter in das Gehäuseelement 28 und somit in den Auf-
30 nahmeraum 30 hineinbewegt, so wird der Teil T1 verkleinert, während der Teil T2 vergrößert wird. Vorzugsweise sind jeweilige, mehrere, voneinander unterschiedliche und gegenüber null größere Werte der Teile T1 und T2 einstellbar. Ferner ist es vorzugsweise vorgesehen, dass der jeweilige Teil T1 beziehungsweise T2 auf null eingestellt werden kann, sodass beispiels-

weise das gesamte Adsorptionsmaterial 22 in dem Aufnahmeraum 30 angeordnet und somit von der in der Luftkammer 12 aufgenommenen Luft getrennt werden kann und sodass beispielsweise das gesamte Adsorptionsmaterial 22 außerhalb des Aufnahmeraums 30 angeordnet und somit in Kontakt mit der in der Luftkammer 12 aufgenommenen Luft kommen kann.

Um beispielsweise zu vermeiden, dass Luft beziehungsweise Luftmoleküle innerhalb des Adsorptionsmaterials 22 von dem außerhalb des Aufnahmeraums 30 angeordneten Teil T1 in den beziehungsweise zu dem noch in dem Aufnahmeraum 30 angeordneten Teil T2 strömt beziehungsweise strömen, ist das Adsorptionsmaterial 22 in mehrere, auch als Teile bezeichnete Partitionen 36 unterteilt, wobei diese Partitionen 36 beispielsweise entlang der jeweiligen Richtung aufeinanderfolgend beziehungsweise hintereinander angeordnet sowie vorzugsweise fluidisch beziehungsweise luftdicht voneinander getrennt sind. Um das Adsorptionsmaterial 22 in die Partitionen 36 aufzuteilen beziehungsweise zu unterteilen, sind mehrere, luftdichte Trennelemente 38 vorgesehen. Die Trennelemente 38 sind entlang der jeweiligen Richtung aufeinanderfolgend beziehungsweise hintereinander angeordnet und dabei voneinander beabstandet, sodass sich beispielsweise entlang der jeweiligen Richtung an das jeweilige Trennelement 38 die jeweilige Partition 36 des Adsorptionsmaterials 22, insbesondere direkt, anschließt. Die Trennelemente 38 sind dabei jeweils zumindest teilweise, insbesondere zumindest überwiegend oder vollständig, in dem Adsorptionsmaterial 22 angeordnet und luftdicht, sodass die Trennelemente 38 nicht von Luft durchströmt werden können. Dadurch kommen nur die Partitionen 36 in Kontakt mit der in der Luftkammer 12 aufgenommenen Luft, die außerhalb des Aufnahmeraums 30 angeordnet sind, während die Partitionen 36, die währenddessen noch in dem Aufnahmeraum 30 aufgenommen sind, nicht in Kontakt mit der in der Luftkammer 12 aufgenommenen Luft kommen. Dadurch kann die in Kontakt mit der in der Luftkammer 12 aufgenommenen Luft stehende Oberfläche beziehungsweise der jeweilige Teil T1 beziehungsweise T2 besonders präzise und bedarfsgerecht eingestellt werden, sodass die Federsteifigkeit der Luftfeder 10 bedarfsgerecht eingestellt werden kann. Mit anderen Worten kann durch die Trennelemente 38 ein unerwünschter Luftaustausch inner-

halb des beispielsweise als Aktivkohle ausgebildeten Adsorptionsmaterials 22 vermieden werden.

Bei der in Fig. 1 gezeigten ersten Ausführungsform umfasst die Luftfeder 10
5 beispielsweise einen in Fig. 1 besonders schematisch dargestellten und
beispielsweise als Elektromotor ausgebildeten Motor 40, mittels welchem die
zuvor beschriebenen Relativbewegungen zwischen dem Gehäuseelement
28 und dem Adsorptionsmaterial 22 bewirkt werden können. Mit anderen
10 Worten können das Adsorptionsmaterial 22 und das Gehäuseelement 28
mittels des Motors 40 relativ zueinander, insbesondere translatorisch, be-
wegt werden. Der Motor 40 ist somit ein Aktor, mittels welchem die Relativ-
bewegungen zwischen dem Gehäuseelement 28 und dem Adsorptionsmate-
rial 22 bewirkt werden können. Beispielsweise ist es möglich, dass das Ge-
häuseelement 28 relativ zu dem Anbindungselement 14 unbeweglich ist,
15 sodass beispielsweise das Adsorptionsmaterial 22 mittels des Motors 40
relativ zu dem Gehäuseelement 28 und relativ zu dem Anbindungselement
14, insbesondere translatorisch, bewegt werden kann. Alternativ dazu ist es
denkbar, dass das Adsorptionsmaterial 22 relativ zu dem Anbindungsele-
ment 14 unbeweglich ist, sodass beispielsweise das Gehäuseelement 28
20 mittels des Motors 40 relativ zu dem Adsorptionsmaterial 22 und relativ zu
dem Anbindungselement 14, insbesondere translatorisch, bewegbar ist. Bei
der ersten Ausführungsform sind das Gehäuseelement 28 und das Adsorpti-
onsmaterial 22 ausschließlich translatorisch relativ zueinander bewegbar, um
dadurch die Federsteifigkeit einzustellen.

25

Fig. 2 zeigt eine zweite Ausführungsform der Luftfeder 10. Bei der zweiten
Ausführungsform ist das als Abdeckelement fungierende Gehäuseelement
28 beispielsweise relativ zu dem Adsorptionsmaterial 22 rotatorisch beweg-
bar, das heißt drehbar, was in Fig. 2 durch Pfeile 42 veranschaulicht ist. Dies
30 bedeutet beispielsweise, dass bei der zweiten Ausführungsform das Adsorp-
tionsmaterial 22 und das Gehäuseelement 28 mittels des Motors 40 relativ
zueinander gedreht und dabei beispielsweise ausschließlich rotatorisch rela-
tiv zueinander bewegt werden können, um die Federsteifigkeit der Luftfeder
10 einzustellen.

Bei der zweiten Ausführungsform fungiert das Gehäuseelement 28 beispielsweise als Verschlusscheibe, mittels welcher jeweilige, von Luft durchströmbare Strömungsquerschnitte von jeweiligen Durchgangsöffnungen 44 der Einstelleinrichtung 26 eingestellt werden können. Beispielsweise sind das Adsorptionsmaterial 22 und das Gehäuseelement 28 um eine Drehachse 46 relativ zueinander drehbar, um dadurch die in Kontakt mit der in der Luftkammer 12 aufgenommenen Luft stehende, wirksame Oberfläche und somit die Federsteifigkeit einzustellen. Dabei sind beispielsweise die Durchgangsöffnungen 44 in um die Drehachse verlaufende Umfangsrichtung des Adsorptionsmaterials 22, insbesondere gleichmäßig, verteilt angeordnet und dabei voneinander getrennt. Die Durchgangsöffnungen 44 sind beispielsweise durch Wandungen der Einstelleinrichtung 26, insbesondere eines Abdeckteils der Einstelleinrichtung 26, begrenzt und voneinander getrennt, wobei beispielsweise das Adsorptionsmaterial 22 in dem Abdeckteil angeordnet ist. Das Abdeckteil ist dabei beispielsweise in dem Gehäuseelement 28 angeordnet. Das Gehäuseelement 28 weist dabei weitere Wandungen auf, mittels welchen zum Einstellen der Strömungsquerschnitte die Durchgangsöffnungen 44 verschließbar und freigebbar sind. Wird beispielsweise das Gehäuseelement 28 in eine erste Drehrichtung um die Drehachse 46 relativ zu dem genannten Abdeckteil gedreht, so werden dadurch beispielsweise die Durchgangsöffnungen 44 und somit deren Strömungsquerschnitte zumindest teilweise verschlossen. Wird jedoch beispielsweise das Gehäuseelement 28 in eine der ersten Drehrichtung entgegengesetzte zweite Drehrichtung relativ zu dem Abdeckteil gedreht, so werden dadurch die Durchgangsöffnungen 44 und somit ihre Strömungsquerschnitte freigegeben. Durch Freigeben der Strömungsquerschnitte wird die einstellbare wirksame Oberfläche, die mit der in der Luftkammer 12 aufgenommenen Luft in Kontakt steht beziehungsweise kommt, vergrößert. Durch Versperren beziehungsweise Verkleinern der Strömungsquerschnitte wird die einstellbare wirksame Oberfläche verkleinert. Auf diese Weise können die einstellbare wirksame Oberfläche und somit die Federsteifigkeit der Luftfeder 10 besonders präzise, einfach und bauraumgünstig eingestellt werden. Insbesondere kann die Federsteifigkeit kontinuierlich eingestellt und somit verändert werden, sodass die Luftfeder

- 10 besonders flexibel beziehungsweise bedarfsgerecht an unterschiedliche Fahrsituationen und/oder Fahrbahnzustände angepasst werden kann. In der Folge können Wanken und Nicken des Kraftfahrzeugs vermieden oder zumindest besonders gering gehalten werden. Insbesondere können das Adsorptionsmaterial 22 und das Gehäuseelement 28 stufenlos relativ zueinander bewegt werden, sodass die Federsteifigkeit stufenlos eingestellt werden kann.
- 5

PATENTANSPRÜCHE:

1. Luftfeder (10), mit wenigstens einer in ihrem Volumen veränderbaren
Luftkammer (12) zum Aufnehmen von Luft, und mit Adsorptionsmaterial
5 (22), welches in der Luftkammer (12) angeordnet ist,
gekennzeichnet durch
eine Einstelleinrichtung (26), mittels welcher zum variablen Einstellen
einer Federsteifigkeit der Luftfeder (10) eine mit der in der Luftkammer
(12) aufgenommenen Luft in Kontakt stehende Oberfläche (24) des Ad-
10 sorptionsmaterials (22) variabel einstellbar ist.
2. Luftfeder (10) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die mit der in der Luftkammer (12) aufgenommenen Luft in Kontakt ste-
15 hende Oberfläche (24) mittels der Einstelleinrichtung (26) stufenlos ein-
stellbar ist.
3. Luftfeder (10) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
20 die Einstelleinrichtung (26) wenigstens ein Abdeckelement (28) auf-
weist, wobei das Abdeckelement (28) und das Adsorptionsmaterial (22)
relativ zueinander bewegbar sind, wodurch ein mit der in der Luftkam-
mer (12) aufgenommenen Luft in Kontakt stehender erster Teil (T1) der
Oberfläche (24) und ein sich an den ersten Teil (T1) anschließender
25 und mittels des Abdeckelements (28) von der in der Luftkammer (12)
aufgenommenen Luft getrennter zweiter Teil (T2) der Oberfläche (24)
variabel einstellbar sind.
4. Luftfeder (10) nach Anspruch 3,
30 dadurch gekennzeichnet, dass
die Einstelleinrichtung (26) wenigstens einen Motor (40), insbesondere
einen Elektromotor, aufweist, mittels welchem zum Einstellen der Teile
(T1, T2) Relativbewegungen zwischen dem Abdeckelement (28) und
dem Adsorptionsmaterial (22) bewirkbar sind.

5. Luftfeder (10) nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Abdeckelement (28) und das Adsorptionsmaterial (22) translato-
risch und/oder rotatorisch relativ zueinander bewegbar sind.
5
6. Luftfeder (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Einstelleinrichtung (26) wenigstens eine Durchgangsöffnung (44)
aufweist, deren von Luft durchströmbarer Strömungsquerschnitt, über
10 welchen die Oberfläche (24) mit der in der Luftkammer (12) aufgenom-
menen Luft beaufschlagbar ist, mittels des Abdeckelements (28), ins-
besondere durch Relativbewegungen zwischen dem Abdeckelement
(28) und dem Adsorptionsmaterial (22), einstellbar ist.
- 15 7. Luftfeder (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch
wenigstens ein zumindest teilweise in dem Adsorptionsmaterial (22)
angeordnetes und zumindest luftdichtes Trennelement (38), mittels
welchem wenigstens ein erster Teil (36) des Adsorptionsmaterials (22)
20 von wenigstens einem zweiten Teil (36) des Adsorptionsmaterials (22)
getrennt ist.
8. Luftfeder (10) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 das Trennelement (38) eigensteif ist.
9. Fahrzeug, mit wenigstens einer Luftfeder (10) nach einem der vorher-
gehenden Ansprüche.
- 30 10. Verfahren zum Betreiben einer wenigstens eine in ihrem Volumen ver-
änderbare Luftkammer (12) zum Aufnehmen von Luft und in der Luft-
kammer (12) angeordnetes Adsorptionsmaterial (22) aufweisenden
Luftfeder (10), deren Federsteifigkeit variabel eingestellt wird, indem
mittels einer Einstelleinrichtung (26) eine mit der in der Luftkammer (12)

aufgenommenen Luft in Kontakt stehende Oberfläche (24) des Adsorptionsmaterials (22) variabel eingestellt wird.

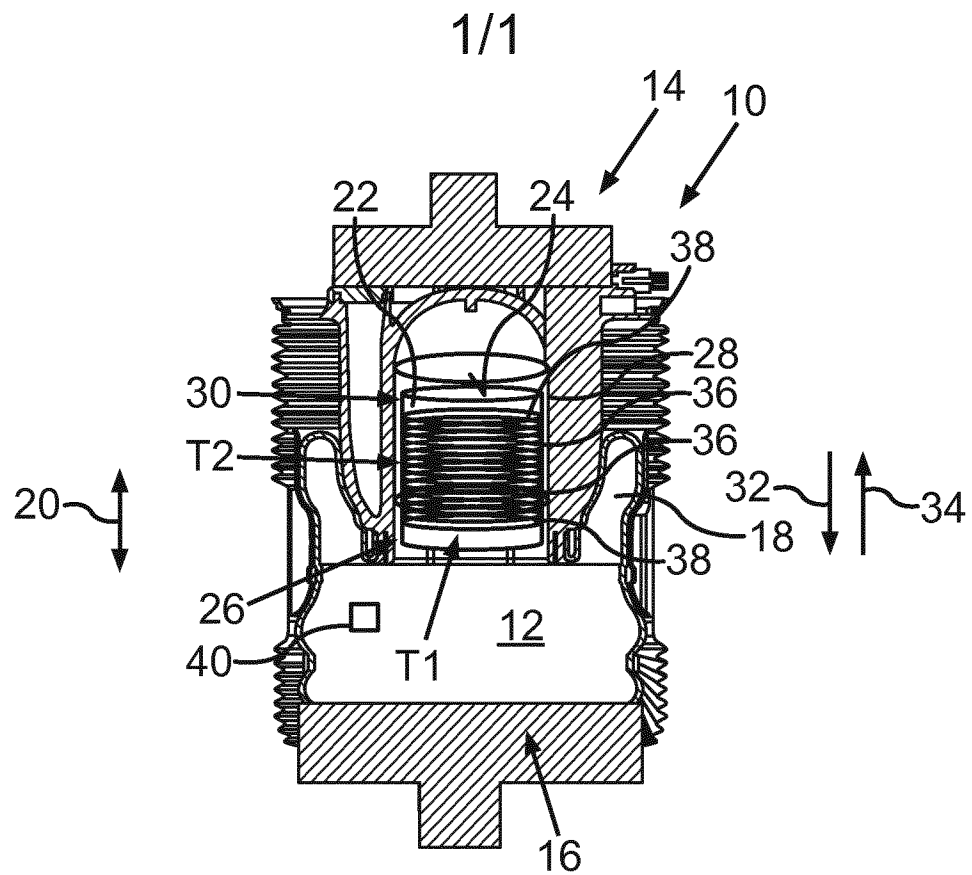


Fig.1

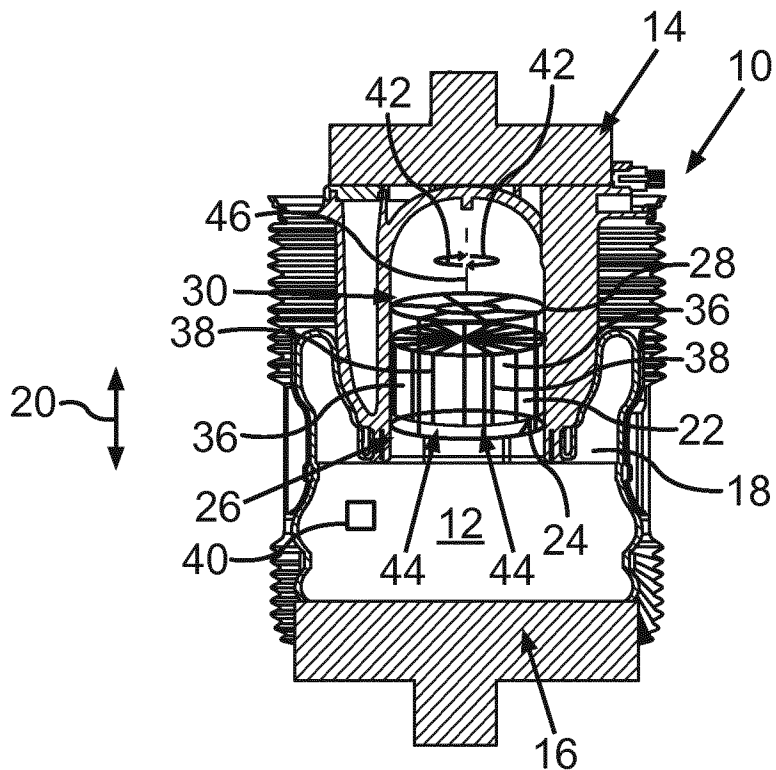


Fig.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/060309**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****F16F 9/04**(2006.01)i; **F16F 9/05**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012052776 A1 (UNIV SALFORD [GB]; COAKLEY JOHN FITZGERALD [GB] ET AL.) 26 April 2012 (2012-04-26) cited in the application figure 2	1-10
A	EP 2759733 A1 (FREUDENBERG CARL KG [DE]) 30 July 2014 (2014-07-30) cited in the application paragraph [0021]; figure 3	1-10
A	WO 2015145148 A1 (CARBON AIR LTD [GB]) 01 October 2015 (2015-10-01) cited in the application figure 2	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 July 2019

Date of mailing of the international search report

24 July 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Kovács, Endre

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/060309

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2012052776	A1	26 April 2012	BR	112013009594	A2	12 July 2016
				CN	103328233	A	25 September 2013
				EP	2629990	A1	28 August 2013
				EP	3489041	A1	29 May 2019
				JP	6370849	B2	08 August 2018
				JP	2013541682	A	14 November 2013
				JP	2017020658	A	26 January 2017
				KR	20140023257	A	26 February 2014
				RU	2013122767	A	27 November 2014
				US	2016186829	A1	30 June 2016
				US	2018045264	A1	15 February 2018
				WO	2012052776	A1	26 April 2012
				EP	2759733	A1	30 July 2014
ES	2675728	T3	12 July 2018				
HU	E038669	T2	28 November 2018				
KR	20150111898	A	06 October 2015				
PL	2759733	T3	28 September 2018				
TR	201809691	T4	23 July 2018				
US	2015217620	A1	06 August 2015				
WO	2014118061	A1	07 August 2014				
WO	2015145148	A1	01 October 2015	EP	3122577	A1	01 February 2017
				US	2017182858	A1	29 June 2017
				WO	2015145148	A1	01 October 2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F16F9/04 F16F9/05
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F16F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2012/052776 A1 (UNIV SALFORD [GB]; COAKLEY JOHN FITZGERALD [GB] ET AL.) 26. April 2012 (2012-04-26) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 2 -----	1-10
A	EP 2 759 733 A1 (FREUDENBERG CARL KG [DE]) 30. Juli 2014 (2014-07-30) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0021]; Abbildung 3 -----	1-10
A	WO 2015/145148 A1 (CARBON AIR LTD [GB]) 1. Oktober 2015 (2015-10-01) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 2 -----	1-10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Juli 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/07/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kovács, Endre

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/060309

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2012052776 A1	26-04-2012	BR 112013009594 A2	12-07-2016
		CN 103328233 A	25-09-2013
		EP 2629990 A1	28-08-2013
		EP 3489041 A1	29-05-2019
		JP 6370849 B2	08-08-2018
		JP 2013541682 A	14-11-2013
		JP 2017020658 A	26-01-2017
		KR 20140023257 A	26-02-2014
		RU 2013122767 A	27-11-2014
		US 2016186829 A1	30-06-2016
		US 2018045264 A1	15-02-2018
		WO 2012052776 A1	26-04-2012

EP 2759733 A1	30-07-2014	EP 2759733 A1	30-07-2014
		ES 2675728 T3	12-07-2018
		HU E038669 T2	28-11-2018
		KR 20150111898 A	06-10-2015
		PL 2759733 T3	28-09-2018
		TR 201809691 T4	23-07-2018
		US 2015217620 A1	06-08-2015
		WO 2014118061 A1	07-08-2014

WO 2015145148 A1	01-10-2015	EP 3122577 A1	01-02-2017
		US 2017182858 A1	29-06-2017
		WO 2015145148 A1	01-10-2015
