

(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
4. August 2016 (04.08.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/120064 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B01D 53/04 (2006.01) **B01D 53/26** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/050516
- (22) Internationales Anmeldedatum:
13. Januar 2016 (13.01.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102015101297.9 29. Januar 2015 (29.01.2015) DE
- (71) Anmelder: **KNORR-BREMSE SYSTEME FÜR
NUTZFAHRZEUGE GMBH** [DE/DE]; Moosacher Str.
80, 80809 München (DE).
- (72) Erfinder: **KRABOT, Matyas**; Rezeda u. 9, 2310
Szigetszentmiklós (HU). **FUCHS, András**; Mocsai Gyula
Street 9, 2071 Páty (HU). **BALAZS, Gal**; Napsugar
staircase 10/a, 1025 Budapest (HU).
- (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, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
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,
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)

(54) Title: AIR DRYER MONITORING VIA THE CO₂-CONCENTRATION

(54) Bezeichnung : LUFTTROCKNERÜBERWACHUNG ÜBER DIE CO₂-KONZENTRATION

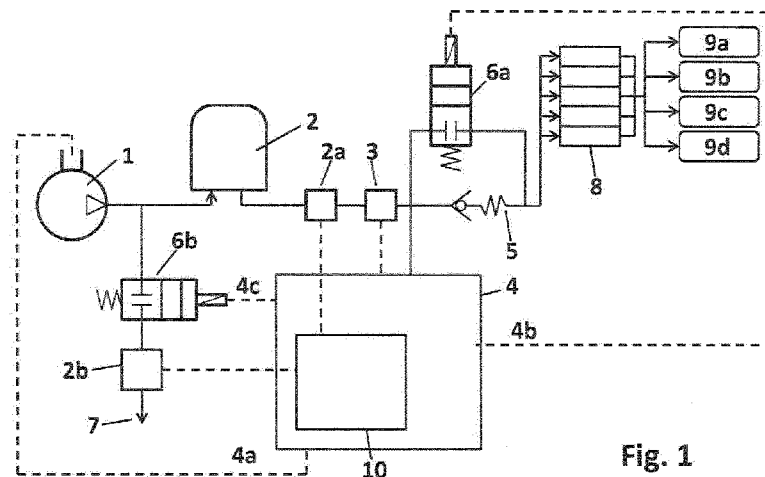


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an air dryer for a pressurised air supply system of a vehicle. This comprises a moisture-adsorbing medium (desiccator). According to the invention, the moisture-adsorbing medium is also designed to at least partially adsorb at least one trace gas (every component except oxygen, nitrogen or steam) from air. A detector (2a), which is sensitive to said trace gas, is arranged downstream of the moisture-adsorbing medium (2), provided as a monitoring instrument for an upcoming saturation of the medium. It was recognised that the same place on the surface of the moisture-adsorbing medium (2) can adsorb either a water molecule or an atom or molecule of the trace gas. Therefore, when the medium nears saturation, its ability to adsorb the trace gas will also decrease. This means that, downstream of the moisture-adsorbing medium, the concentration of the trace gas rises. This increase can be used as an early warning that the medium is nearing the saturation limit. The concentration of the trace gas downstream of the medium is a gauge of the true state of the medium, and permits a much more accurate estimation than up until now of how much moisture can still be adsorbed, before a regeneration is due. The concentration of the trace gas is also a gauge of the scope required by this regeneration.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/120064 A1



Im Rahmen der Erfindung wurde ein Lufttrockner für ein Druckluftversorgungssystem eines Fahrzeugs entwickelt. Dieser umfasst ein feuchtigkeitsadsorbierendes Medium ("Exsikkator"). Erfindungsgemäß ist das feuchtigkeitsadsorbierende Medium zusätzlich dazu ausgebildet, mindestens ein Spurengas (jeder Bestandteil außer Sauerstoff, Stickstoff oder Wasserdampf) aus Luft mindestens teilweise zu adsorbieren. Stromabwärts des feuchtigkeitsadsorbierenden Mediums (2) ist ein Detektor (2a), der auf dieses Spurengas sensitiv ist, als Überwachungsinstrument für eine bevorstehende Sättigung des Mediums vorgesehen. Es wurde erkannt, dass ein und derselbe Ort auf der Oberfläche des feuchtigkeitsadsorbierenden Mediums (2) entweder ein Wassermolekül oder ein Atom oder Molekül des Spurengases adsorbieren kann. Wenn sich also das Medium der Sättigung nähert, wird auch seine Fähigkeit abnehmen, das Spurengas zu adsorbieren. Das bedeutet, dass stromabwärts des feuchtigkeitsadsorbierenden Mediums die Konzentration des Spurengases zunimmt. Dieser Zuwachs kann als Frühwarnung genutzt werden, dass das Medium sich der Sättigungsgrenze nähert. Die Konzentration des Spurengases stromabwärts des Mediums ist ein Maß für den wahren Zustand des Mediums und ermöglicht eine viel genauere Einschätzung als bisher, wie viel Feuchtigkeit noch adsorbiert werden kann, bevor eine Regeneration fällig ist. Die Konzentration des Spurengases ist auch ein Maß dafür, welchen Umfang diese Regeneration haben muss.

5

Lufttrocknerüberwachung über die CO₂-Konzentration

10

Die Erfindung bezieht sich auf einen Lufttrockner und auf ein Druckluftversorgungssystem für ein Fahrzeug.

15 Stand der Technik

In einem Druckluftversorgungssystem für ein Fahrzeug wird Luft durch einen Kompressor aus der Atmosphäre angesaugt und durch einen Lufttrockner geleitet. Der Lufttrockner enthält ein feuchtigkeitsadsorbierendes Medium. Dieses Medium
20 kann nur eine begrenzte Menge an Feuchtigkeit aufnehmen, bevor es gesättigt ist. Wenn es gesättigt ist, muss es regeneriert oder ausgetauscht werden. Wird es nicht rechtzeitig regeneriert oder ausgetauscht, kann Feuchtigkeit in das Druckluftversorgungssystem eindringen und dort Korrosion verursachen.

25 Selbst wenn das Medium regeneriert werden kann, ohne ausgetauscht zu werden, ist dieser Prozess teuer, weil dafür eine große Menge Druckluft verwendet werden muss, die zuvor unter Einsatz teuren Treibstoffs hergestellt wurde. In bestimmten Betriebszuständen des Fahrzeugs kann die Regeneration auch nachteilig zeitlich mit einem hohen Druckluftbedarf der Druckluftbremsen oder anderer
30 Druckluftverbraucher oder auch mit einem hohen Bedarf an Antriebsmoment für das Bewältigen einer Steigung zusammenfallen. Es besteht daher ein Bedürfnis, die Regenerationsphasen auf das notwendige Minimum zu beschränken und sinnvoll im Voraus zu planen.

Die meisten aus dem Stand der Technik bekannten Lufttrockner verwenden mathematische Modelle, um auf der Basis der geförderten Druckluftmenge den aktuellen Zustand des feuchtigkeitsadsorbierenden Mediums zu errechnen. Diese Modelle können unvorhersehbare Ereignisse, wie die zusätzliche externe Befüllung des Druckluftspeichers, nicht berücksichtigen. Einige Lufttrockner verwenden auch Feuchtesensoren, um den Zustand des feuchtigkeitsadsorbierenden Mediums abzuschätzen.

Aufgabe und Lösung

10

Aufgabe der Erfindung ist, einen Zugang zum wahren Zustand des feuchtigkeitsadsorbierenden Mediums zu schaffen und eine Sättigung des Mediums mit Feuchtigkeit möglichst frühzeitig zu erkennen.

15 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Lufttrockner gemäß Hauptanspruch und durch ein Druckluftversorgungssystem, das einen solchen Lufttrockner umfasst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den darauf rückbezogenen Unteransprüchen.

20 Gegenstand der Erfindung

Im Rahmen der Erfindung wurde ein Lufttrockner für ein Druckluftversorgungssystem eines Fahrzeugs entwickelt. Dieser umfasst ein feuchtigkeitsadsorbierendes Medium. Ein solches Medium wird häufig „Exsikkator“ genannt.

25

Erfindungsgemäß ist das feuchtigkeitsadsorbierende Medium zusätzlich dazu ausgebildet, mindestens ein Spurengas aus Luft mindestens teilweise zu adsorbieren. Im Rahmen dieser Erfindung ist ein Spurengas jeder Bestandteil von Luft, der nicht Sauerstoff, Stickstoff oder Wasserdampf ist.

30

Stromabwärts des feuchtigkeitsadsorbierenden Mediums ist ein Detektor, der auf dieses Spurengas sensitiv ist, als Überwachungsinstrument für eine bevorstehende Sättigung des Mediums vorgesehen.

5

Es wurde erkannt, dass ein und derselbe Ort auf der Oberfläche des feuchtigkeitsadsorbierenden Mediums entweder ein Wassermolekül oder ein Atom oder Molekül des Spurengases adsorbieren kann. Wenn sich also das Medium der Sättigung nähert, wird auch seine Fähigkeit abnehmen, das Spurengas zu adsorbieren. Das bedeutet, dass stromabwärts des feuchtigkeitsadsorbierenden Mediums die Konzentration des Spurengases zunimmt. Dieser Zuwachs kann als Frühwarnung genutzt werden, dass das Medium sich der Sättigungsgrenze nähert. Die Konzentration des Spurengases stromabwärts des Mediums ist ein Maß für den wahren Zustand des Mediums und ermöglicht eine viel genauere Einschätzung als bisher, wie viel Feuchtigkeit noch adsorbiert werden kann, bevor eine Regeneration fällig ist. Die Konzentration des Spurengases ist auch ein Maß dafür, welchen Umfang diese Regeneration haben muss. (Please explain what is meant by “required air drying performance” in the context of the invention.)

20 Vorteilhaft weist das feuchtigkeitsadsorbierende Medium eine offene Porosität auf, durch die Luft hindurchtreten kann, und der mittlere Durchmesser der Poren reicht mindestens aus, um Atome oder Moleküle des Spurengases passieren zu lassen. Die inneren Oberflächen der Poren können dann nur mit Feuchtigkeit oder mit dem Spurengas belegt sein. Verunreinigungen, die größer sind als der mittlere Durchmesser der Poren, können deren innere Oberflächen nicht belegen.

25

Vorteilhaft beträgt der mittlere Porendurchmesser zwischen 0,6 nm und 1,1 nm, bevorzugt zwischen 0,8 nm und 1 nm. Bei einem Durchmesser in diesem Bereich können entlang des Innenumfangs der Wandung mehrere Wassermoleküle angelagert

werden, ohne sich gegenseitig zu behindern. Die innere Oberfläche der Poren kann dann optimal genutzt werden.

5 Vorteilhaft ist das feuchtigkeitsadsorbierende Medium ein Zeolit. Zeolite haben eine selbstorganisierte innere Porosität. Das Medium kann insbesondere ein Faujasit und hier beispielsweise ein Aluminosilikat, d.h. mit SiO_2 aktiviertes Al_2O_3 , sein. Es kann optional noch mit weiteren Komponenten, wie beispielsweise Na_2O und/oder Fe_2O_3 , aktiviert sein. Das unter dem Handelsnamen „Köstrolith NaMSX“ vermarktete Medium etwa hat innere Poren mit einem mittleren Durchmesser von 0,9 nm.

10

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die Moleküle des Spurengases größer als Wassermoleküle. Wenn das adsorbierende Medium sich der Sättigung nähert, verliert es zuerst die Fähigkeit, die größeren Spurengasmoleküle zu adsorbieren, bevor es später auch die Fähigkeit verliert, die kleineren

15 Wassermoleküle zu adsorbieren. Wenn also der Detektor stromabwärts des Mediums eine erhöhte Konzentration des Spurengases registriert, bleibt noch etwas Zeitreserve, bevor die Regeneration des Mediums gestartet werden muss.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das Spurengas

20 Kohlendioxid. Es ist nach Stickstoff, Sauerstoff und Argon der Bestandteil mit der größten Konzentration in normaler Luft. Sein Molekül ist auch größer als das Wassermolekül. Argon ist in Luft deutlich höher konzentriert, aber es ist einatomig, und ein einzelnes Argon-Atom ist kleiner als ein Wassermolekül.

25 Der Detektor ist vorteilhaft ein optischer Absorptionsdetektor. Kohlendioxid etwa kann sehr einfach durch Messung der Infrarot-Absorption detektiert werden. Die hierfür nötigen Baugruppen sind in einer kleinen Baugröße und auch mit der für den Einsatz in Fahrzeugen geforderten Robustheit am Markt verfügbar. Im Kontext der Erfindung kann aber auch jeder andere geeignete Detektor für das Spurengas

30 eingesetzt werden. Vorteilhaft ist der dazu ausgebildet, eine Referenzmessung der

Intensität der Lichtquelle vorzunehmen. Große Änderungen dieser Intensität zeigen eine Verschmutzung des Sensors an, die im Aufbau gemäß der Erfindung nur dann auftreten kann, wenn das feuchtigkeitsabsorbierende Medium beschädigt ist. Es kann also mit nur einem Sensor das Medium gleichzeitig auf Sättigung und auf

5 Beschädigung überwacht werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist der Lufttrockner einen stromaufwärts des feuchtigkeitsadsorbierenden Mediums angeordneten Einlass für die Hinzufügung des Spurengases zu der Luft auf. Dann kann ein für die
10 Überwachung auf Sättigung noch besser geeignetes Spurengas verwendet werden, um den Preis, dass dieses in einem separaten Behälter im Fahrzeug mitgeführt werden muss.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Detektor mit
15 einer Auswerteeinheit verbunden. Diese Auswerteeinheit interpretiert es als bevorstehende Sättigung des feuchtigkeitsadsorbierenden Mediums, wenn die Konzentration des Spurengases einen ersten Schwellwert überschreitet. Ein weiteres Ansteigen der Spurengaskonzentration auf ein Maximum, das von einem Abfall unter einen zweiten Schwellwert gefolgt ist, wird als vollständige Sättigung des
20 feuchtigkeitsadsorbierenden Mediums mit Feuchtigkeit interpretiert. Hierhinter steckt die Überlegung, dass nach vollständiger Sättigung des adsorbierenden Mediums mit Feuchtigkeit die Feuchtigkeit zum Detektor vordringen wird. Nach dem Dalton'schen Gesetz wird sie dabei durch ihren Partialdruck einen Teil des Spurengases aus der Luft verdrängen. Daher wird der Detektor eine abnehmende
25 Konzentration des Spurengases registrieren. Dies gibt dem Fahrzeugführer eine genauere Rückmeldung darüber, ob eine Regeneration noch aufgeschoben werden kann oder ob sie unvermeidlich fällig ist.

Das erfindungsgemäße Druckluftversorgungssystem für ein Fahrzeug umfasst einen
30 Kompressor zum Einsaugen von Luft aus der Atmosphäre, einen erfindungsgemäßen

Lufttrockner sowie mindestens einen Druckluftverbraucher. Der Druckluftverbraucher kann beispielsweise eine Druckluftbremsanlage oder eine Luftfederung sein. Je mehr Druckluftverbraucher das Fahrzeug hat, desto wichtiger wird es, die Regeneration klug im Voraus zu planen.

5

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann das Druckluftversorgungssystem zum Einen in einem Förderbetrieb betrieben werden, in dem der Lufttrockner vom Kompressor geförderte Luft trocknet. Zum Anderen kann es in einem Regenerationsbetrieb betrieben werden kann, in dem trockene Luft in der umgekehrten Richtung durch den Lufttrockner geleitet wird. Im Regenerationsbetrieb passiert die Luft nach dem feuchtigkeitsadsorbierenden Medium einen zweiten Detektor für ein Spurengas, zu dessen mindestens teilweiser Adsorption das feuchtigkeitsadsorbierende Medium zusätzlich ausgebildet ist. Dieses Spurengas kann identisch mit dem zuvor beschriebenen ersten Spurengas sein, es kann aber auch ein anderes Spurengas sein. Wenn der zweite Detektor eine abnehmende Konzentration des Spurengases registriert, zeigt dies an, dass die Regeneration sich ihrem erfolgreichen Abschluss nähert. Die Menge an wertvoller Druckluft, die für die Regeneration verwendet wird, kann also auf den aktuellen Bedarf hin maßgeschneidert werden; es ist nicht mehr notwendig, mit Schätzungen zu arbeiten.

10

15

20

Spezieller Beschreibungsteil

Nachfolgend wird der Gegenstand der Erfindung an Hand einer Figur erläutert, ohne dass der Gegenstand der Erfindung hierdurch beschränkt wird. Es ist gezeigt:

25

Figur 1: Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Druckluftversorgungssystems.

Figur 1 zeigt ein Druckluftversorgungssystem für ein Fahrzeug gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Luft wird durch den Kompressor 1 eingesaugt

30

und durch das feuchtigkeitsadsorbierende Medium 2 geleitet. Stromabwärts dieses Mediums passiert die Luft einen Kohlendioxidsensor 2a und einen Drucksensor 3. Die Messdaten dieser Sensoren werden einer elektronischen Steuereinheit 4 zugeführt.

5

Die getrocknete Druckluft passiert ein Rückschlagventil 5 und wird über ein Mehrkreisschutzventil 8 den verschiedenen Druckluftverbrauchern 9a, 9b, 9c und 9d zugeführt.

- 10 Die elektronische Steuereinheit 4 schaltet auf der Basis der vom Drucksensor 3 gelieferten Messdaten den Kompressor 1 über die Steuerleitung 4a ein und aus. Auf der Basis der vom Kohlendioxidsensor 2a gelieferten Messdaten startet sie auch die Regeneration des Mediums 2. Dazu werden über die Steuerleitungen 4b und 4c Magnetventile 6a und 6b betätigt. Das Rückschlagventil 5 wird umgangen, und
- 15 trockene Luft aus dem Druckluftsystem wird in rückwärtiger Richtung durch das feuchtigkeitsadsorbierende Medium 2 geleitet. Die mit Feuchtigkeit beladene Luft wird durch das Magnetventil 6b einem zweiten Kohlendioxidsensor 2b zugeleitet. Zu Beginn der Regeneration wird dieser Sensor 2b eine hohe Kohlendioxid-
- 20 Konzentration registrieren, weil zum Einen Kohlendioxid aus dem Medium 2 extrahiert wurde und zum Anderen dieses Medium aus der Luft, die in rückwärtiger Richtung durch das Medium geleitet wurde, kein Kohlendioxid adsorbieren konnte. Wenn die Regeneration fortschreitet, wird das Kohlendioxid aus dem Medium 2 entfernt, und das Medium 2 kann Kohlendioxid aus der Regenerationsluft aufnehmen. Die vom Sensor 2b registrierte Konzentration wird also abnehmen.
- 25 Hinter dem Sensor 2b wird die Luft durch den Auslass 7 in die Atmosphäre abgeführt.

- Beide Sensoren 2a und 2b sind mit einer Auswerteeinheit 10 verbunden, die innerhalb der elektronischen Steuereinheit 4 untergebracht ist. Eine Zunahme der
- 30 Kohlendioxid-Konzentration über einen ersten Schwellwert wird als bevorstehende

Sättigung des Mediums mit Feuchtigkeit interpretiert. Steigt die Konzentration noch weiter auf ein Maximum an und nimmt sie anschließend unter einen zweiten Schwellwert ab, wird dies als vollständige Sättigung interpretiert.

Bezugszeichenliste

	1	Kompressor
5	2	feuchtigkeitsadsorbierendes Medium
	2a, 2b	Kohlendioxidsensoren
	3	Drucksensor
	4	elektronische Steuereinheit (ECU)
	4a	Steuerleitung für Kompressor 1
10	4b, 4c	Steuerleitungen für Magnetventile 6a, 6b
	5	Rückschlagventil
	6a, 6b	Magnetventile im Regenerationspfad
	7	Auslass
	8	Mehrkreissschutzventil
15	9a, 9b, 9c, 9d	Druckluftverbraucher im Fahrzeug
	10	Auswerteeinheit

Ansprüche

1. Lufttrockner (2, 2a, 2b) für ein Druckluftversorgungssystem eines Fahrzeugs,
5 umfassend ein feuchtigkeitsadsorbierendes Medium (2),
 dadurch gekennzeichnet, dass
 das feuchtigkeitsadsorbierende Medium (2) zusätzlich dazu ausgebildet ist,
 mindestens ein Spurengas aus Luft mindestens teilweise zu adsorbieren und
 dass stromabwärts des feuchtigkeitsadsorbierenden Mediums (2) mindestens
10 ein Detektor (2a), der auf dieses Spurengas sensitiv ist, als
 Überwachungsinstrument für eine bevorstehende Sättigung des Mediums (2)
 vorgesehen ist.
2. Lufttrockner (2, 2a, 2b) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das
15 das feuchtigkeitsadsorbierende Medium (2) eine offene Porosität aufweist,
 durch die Luft hindurchtreten kann, wobei der mittlere Durchmesser der
 Poren mindestens ausreicht, um Atome oder Moleküle des Spurengases
 passieren zu lassen.
- 20 3. Lufttrockner (2, 2a, 2b) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der
 mittlere Durchmesser der Poren zwischen 0,6 nm und 1,1 nm, bevorzugt
 zwischen 0,8 nm und 1 nm, beträgt.
- 25 4. Lufttrockner (2, 2a, 2b) nach einem der Ansprüche 2 bis 3, dadurch
 gekennzeichnet, dass das feuchtigkeitsadsorbierende Medium (2) ein Zeolit
 ist.
5. Lufttrockner (2, 2a, 2b) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das
 feuchtigkeitsadsorbierende Medium (2) ein Aluminosilikat enthält.

6. Lufttrockner (2, 2a, 2b) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Moleküle des Spurengases größer als Wassermoleküle sind.
- 5 7. Lufttrockner (2, 2a, 2b) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Spurengas Kohlendioxid ist.
8. Lufttrockner (2, 2a, 2b) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Detektor (2a, 2b) ein optischer Absorptionsdetektor
10 ist.
9. Lufttrockner (2, 2a, 2b) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Detektor (2a, 2b) dazu ausgebildet ist, eine Referenzmessung der Intensität der Lichtquelle vorzunehmen.
- 15 10. Lufttrockner (2, 2a, 2b) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass er einen stromaufwärts des feuchtigkeitsadsorbierenden Mediums (2) angeordneten Einlass für die Hinzufügung des Spurengases zu der Luft aufweist.
- 20 11. Lufttrockner (2, 2a, 2b) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Detektor (2a) mit einer Auswerteeinheit (10) verbunden ist, die
- es als bevorstehende Sättigung des feuchtigkeitsadsorbierenden
25 Mediums (2) interpretiert, wenn die Konzentration des Spurengases einen ersten Schwellwert überschreitet, und
 - ein weiteres Ansteigen der Spurengaskonzentration auf ein Maximum, das von einem Abfall unter einen zweiten Schwellwert gefolgt ist, als vollständige Sättigung des feuchtigkeitsadsorbierenden Mediums (2)
30 mit Feuchtigkeit interpretiert.

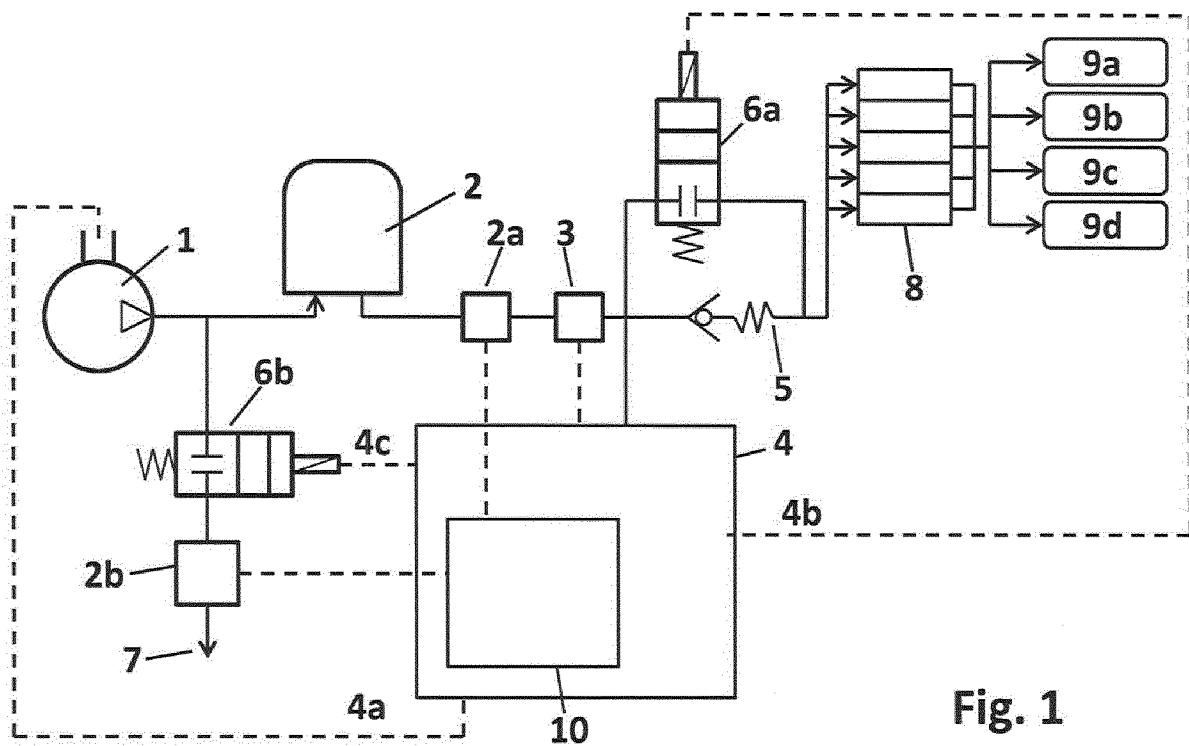
12. Druckluftversorgungssystem für ein Fahrzeug, umfassend einen Kompressor (1) zum Einsaugen von Luft aus der Atmosphäre, einen Lufttrockner (2, 2a, 2b) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 sowie mindestens einen Druckluftverbraucher (9a, 9b, 9c, 9d).

5

13. Druckluftversorgungssystem nach Anspruch 12, welches in einem Förderbetrieb betrieben werden kann, in dem der Lufttrockner (2, 2a, 2b) vom Kompressor (1) geförderte Luft trocknet, und welches in einem Regenerationsbetrieb betrieben werden kann, in dem trockene Luft in der umgekehrten Richtung durch den Lufttrockner (2, 2a, 2b) geleitet wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Luft im Regenerationsbetrieb nach dem feuchtigkeitsadsorbierenden Medium (2) einen zweiten Detektor (2b) für ein Spurengas, zu dessen mindestens teilweiser Adsorption das feuchtigkeitsadsorbierende Medium (2) zusätzlich ausgebildet ist, passiert.

10

15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/050516

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B01D53/04 B01D53/26
ADD.

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)

B01D B60T

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.
X	EP 0 716 274 A1 (FRANCE PROD OXYGENES CO [FR]) 12 June 1996 (1996-06-12) page 4, line 41 - page 5, line 13; claims 1-5,8,10-12; figure 2 page 3, line 2 - page 3, line 9 page 3, line 36 - page 3, line 37 -----	1-13
A	DE 34 45 699 A1 (KNORR BREMSE AG [DE]) 19 June 1986 (1986-06-19) figure 1 -----	1-13
A	WO 94/07726 A1 (GERGELY TIBOR [HU]; TATAI PETER [HU]) 14 April 1994 (1994-04-14) figures 1-4 -----	1-13
A	US 2014/144326 A1 (MINATO ICHIRO [JP] ET AL) 29 May 2014 (2014-05-29) figures 1,12,17-19 -----	1-13



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

17 March 2016

Date of mailing of the international search report

31/03/2016

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

de Biasio, Arnaldo

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/050516

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0716274	A1	12-06-1996	AU 688995 B2 19-03-1998
		AU 3919995 A	13-06-1996
		CA 2164558 A1	07-06-1996
		DE 69513000 D1	02-12-1999
		DE 69513000 T2	31-05-2000
		DK 0716274 T3	10-04-2000
		EP 0716274 A1	12-06-1996
		ES 2139863 T3	16-02-2000
		FR 2727750 A1	07-06-1996
		JP H08266629 A	15-10-1996
DE 3445699	A1	19-06-1986	CN 85109036 A 27-08-1986
		DE 3445699 A1	19-06-1986
		EP 0191151 A2	20-08-1986
		HU 193616 B	30-11-1987
WO 9407726	A1	14-04-1994	NONE
US 2014144326	A1	29-05-2014	EP 2641648 A2 25-09-2013
		US 2014144326 A1	29-05-2014
		US 2015218987 A1	06-08-2015

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/050516

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B01D53/04 B01D53/26
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B01D B60T

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.
X	EP 0 716 274 A1 (FRANCE PROD OXYGENES CO [FR]) 12. Juni 1996 (1996-06-12) Seite 4, Zeile 41 - Seite 5, Zeile 13; Ansprüche 1-5,8,10-12; Abbildung 2 Seite 3, Zeile 2 - Seite 3, Zeile 9 Seite 3, Zeile 36 - Seite 3, Zeile 37 -----	1-13
A	DE 34 45 699 A1 (KNORR BREMSE AG [DE]) 19. Juni 1986 (1986-06-19) Abbildung 1 -----	1-13
A	WO 94/07726 A1 (GERGELY TIBOR [HU]; TATAI PETER [HU]) 14. April 1994 (1994-04-14) Abbildungen 1-4 -----	1-13
A	US 2014/144326 A1 (MINATO ICHIRO [JP] ET AL) 29. Mai 2014 (2014-05-29) Abbildungen 1,12,17-19 -----	1-13



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

17. März 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

31/03/2016

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

de Biasio, Arnaldo

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/050516

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0716274	A1	12-06-1996	AU 688995 B2 19-03-1998
		AU 3919995 A	13-06-1996
		CA 2164558 A1	07-06-1996
		DE 69513000 D1	02-12-1999
		DE 69513000 T2	31-05-2000
		DK 0716274 T3	10-04-2000
		EP 0716274 A1	12-06-1996
		ES 2139863 T3	16-02-2000
		FR 2727750 A1	07-06-1996
		JP H08266629 A	15-10-1996
DE 3445699	A1	19-06-1986	CN 85109036 A 27-08-1986
		DE 3445699 A1	19-06-1986
		EP 0191151 A2	20-08-1986
		HU 193616 B	30-11-1987
WO 9407726	A1	14-04-1994	KEINE
US 2014144326	A1	29-05-2014	EP 2641648 A2 25-09-2013
		US 2014144326 A1	29-05-2014
		US 2015218987 A1	06-08-2015