

(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 013 566 B4** 2009.12.10

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 013 566.8**
(22) Anmeldetag: **23.03.2005**
(43) Offenlegungstag: **05.10.2006**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **10.12.2009**

(51) Int Cl.⁸: **B65G 53/66** (2006.01)
B64D 11/00 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Airbus Deutschland GmbH, 21129 Hamburg, DE

(74) Vertreter:
Maiwald Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80335 München

(72) Erfinder:
Müller, Hannes, 22589 Hamburg, DE; Schneider, Frank, 10783 Berlin, DE; Ohlfest, Carsten, 25524 Itzehoe, DE; Rahn, Frank, 21614 Buxtehude, DE

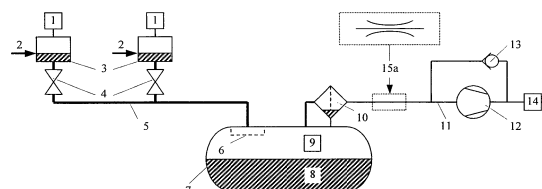
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	37 14 924	C2
DE	42 27 518	A1
DE	42 02 719	A1
DE	38 30 544	A1
DE	37 14 923	A1

(54) Bezeichnung: **Anordnung zur Lärmreduzierung in Vakuumsystemen für ein Luftfahrzeug**

(57) Hauptanspruch: Anordnung zur Anpassung des Transportverhaltens von Fördergut (2) für ein Luftfahrzeug, insbesondere Flugzeug, wobei die Anordnung aufweist:

- mindestens einen ersten Behälter (3), der mit einem ersten Druckniveau (1) koppelbar ist;
- mindestens einen zweiten Behälter (7), der mit einem zweiten Druckniveau (14) koppelbar ist;
- eine Verbindungsleitung (5; 11) zum Transportieren von Fördergut (2) von dem mindestens einen ersten Behälter (3) zu dem mindestens einen zweiten Behälter (7);
- eine Druckmindervorrichtung (15; 16; 17), mittels welcher ein Druckunterschied zwischen dem mindestens einen ersten Behälter (3) und dem mindestens einen zweiten Behälter (7) steuerbar veränderbar ist; und
- ein Verdichterelement (12) zwischen dem zweiten Druckniveau (14) und dem mindestens einen zweiten Behälter (7) zum Erzeugen eines Unterdrucks in dem mindestens einen zweiten Behälter (7), wenn die Differenz zwischen dem ersten Druckniveau (1) und dem zweiten Druckniveau (14) zum Transportieren des Förderguts nicht ausreicht.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung und ein Verfahren zum Anpassen des Transportverhaltens von Fördergut, ein Fortbewegungsmittel und die Verwendung einer Anordnung zum Anpassen des Transportverhaltens von Fördergut in einem Flugzeug.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Vakuumsysteme bezeichnen spezielle pneumatische Förderanlagen. Allgemein erfolgt hierbei der Transport durch Anlegen einer Druckdifferenz über das Fördergut bzw. dessen Mitreißen in der durch die Druckdifferenz hervorgerufenen Fluidströmung, wobei im Allgemeinen Luft als Transportmedium dient.

[0003] Speziell in Luftfahrzeugen dienen Vakuumsysteme zum Transport von Abfällen aus der Kabine, beispielsweise Toiletten oder Küchen, in einen zentralen Sammelbehälter. Das Aufgabegut wird dabei über ein Rohrleitungsnetz in den Sammelbehälter gefördert. Ein Unterdruck im Sammelbehälter gegenüber dem Kabinendruck sorgt für die erforderliche Druckdifferenz.

[0004] Bei Luftfahrzeugen mit Druckkabine wird der Druckunterschied zwischen Kabine und Umgebung direkt zur Generierung des Unterdrucks für den pneumatischen Transport verwendet. Ist dieser Druckunterschied nicht ausreichend, z. B. am Boden und in geringen Höhen, wird die benötigte Druckdifferenz durch einen Verdichter erzeugt.

[0005] Im Falle von Toiletten mit einem pneumatischen Fördersystem in Flugzeugsystemen entsteht häufig ein hoher Lärmpegel. Diese Geräusche werden selbst von Passagieren in der Fahrgastzelle wahrgenommen und geben dem Passagier ein unkomfortables Empfinden.

[0006] Konventionelle Maßnahmen, den Lärmpegel an der Aufgabestelle zu verringern, bestehen darin, Deckel des Fördersystems vor dem Spülvorgang zu schließen, um somit den Lärm einzudämmen. Weiterhin wird versucht, den Fahrgast durch konkrete Beschilderung anzuweisen, Lärmreduktionsmaßnahmen, wie beispielsweise das Schließen des Toilettendeckels, zu treffen. Die kinetische Energie des Förderguts wird bisher mit Tankeinlaufschutzvorrichtungen an einem Einlass in den Tank reduziert, um Beschädigungen und Abnutzungen zu vermeiden.

[0007] Die oben beschriebenen Maßnahmen der Lärmreduktion in Luftfahrzeugen, insbesondere Flugzeugen führen bisher jedoch nur zu mäßigen Erfolg,

ohne den Komfort der Passagiere wirkungsvoll zu erhöhen.

[0008] DE 38 30 544 A1 beschreibt eine pneumatische Förderanlage zur kontinuierlichen Schüttgutaufgabe, bei der das Schüttgut von einem Einschleusbehälter in einen Senderbehälter transferiert wird. Zur Erzeugung einer Druckdifferenz zwischen beiden Behältern, wobei der Innendruck des Einschleusbehälters höher ist als der Innendruck des Senderbehälters, wird während der Zuführung des Schüttgutes an den Senderbehälter der Einschleusbehälter nach außen geschlossen. Die Förderung von Schüttgut erfolgt über eine Förderleitung, die mit einem Absperrventil versehen ist. Die kontinuierliche Schüttgutaufgabe aus dem Senderbehälter erfolgt durch einen zugesteuerten, zu kontinuierlichen Hubbewegungen angetriebenen Dosierkörper.

[0009] DE 37 14 924 C2 beschreibt eine Vorrichtung zum pneumatischen Fördern von Schüttgut zwischen einem Aufgabehälter und einem Abscheidebehälter über eine Förderleitung. Ferner weist die Vorrichtung eine mit Reingas versorgte Nebenleitung auf, die mehrfach über Zweigleitungen und Drucktransmittern mit der Förderleitung verbunden ist, um eine Einleitung des Gases zu erlauben, sobald die Druckdifferenz, die zwischen zwei benachbarten Drucktransmittern gemessen wird, einen vorgegebenen Wert überschreitet.

[0010] DE 37 14 923 A1 beschreibt ebenfalls eine Vorrichtung zum pneumatischen Fördern von Schüttgut zwischen einem Aufgabehälter und einem Abscheidebehälter. Diese Vorrichtung, welche im Wesentlichen der in DE 37 14 924 C2 beschriebenen Vorrichtung entspricht, weist zusätzlich eine Soll-druckleitung auf, welche über ein Drosselventil in den Abscheidebehälter mündet.

[0011] DE 42 27 518 A1 beschreibt eine Vorrichtung zur Frischwasserverteilung in einem Flugzeug, die im Wesentlichen aus einem Frischwasserversorgungstank sowie einer Hauptleitung besteht. Ein Abwassertransport von diversen Waschbecken in einen Abwassertank erfolgt pneumatisch durch das Erzeugen eines Unterdrucks in dem Abwassertank 17 mittels einer Saugpumpe.

[0012] DE 42 02 719 A1 beschreibt ein Wasserversorgungssystem für ein Flugzeug mit einem Wassertank und einer Verteilerleitung, wobei der Wassertank mit einem zweistufigen Druckregelsystem mit einer Druckluftquelle verbunden ist. Ferner sind Wasserhähne als Entnahmestellen mit Verdrängungsbehältern pneumatisch gekoppelt. Eine Steuereinheit kann ein Wechselventil, das mit einer Druckluftleitung mit den oberen Anschlüssen der Verdrängungsbehälter verbunden ist, auf Ausström- oder Rückstrombetrieb schalten. Hierbei kann eine Eisfreihaltung des Was-

sersystems mit relativ wenig Energieaufwand erreicht werden.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0013] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Geräuscentwicklung in einem pneumatischen System zum Transportieren eines Förderguts für ein Luftfahrzeug, insbesondere ein Flugzeug zu verringern.

[0014] Diese Aufgabe wird durch eine Anordnung und durch ein Verfahren zum Anpassen des Transportverhaltens von Fördergut, durch ein Fortbewegungsmittel und durch die Verwendung einer Anordnung zum Anpassen des Transportverhaltens von Fördergut in einem Flugzeug mit den Merkmalen gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst.

[0015] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung ist eine Anordnung zur Anpassung des Transportverhaltens von Fördergut für ein Luftfahrzeug, insbesondere Flugzeug bereitgestellt. Die Anordnung weist auf mindestens einen ersten Behälter, der mit einem ersten Druckniveau koppelbar ist, mindestens einen zweiten Behälter, der mit einem zweiten Druckniveau koppelbar ist, und eine Verbindungsleitung zum Transportieren von Fördergut von dem mindestens einen ersten Behälter zu dem mindestens einen zweiten Behälter. Ferner enthält die Anordnung eine Druckmindervorrichtung, mittels welcher ein Druckunterschied zwischen dem mindestens einen ersten Behälter und dem mindestens einen zweiten Behälter steuerbar veränderbar ist.

[0016] Gemäß einem anderen exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung ist ein Verfahren zur Anpassung des Transportverhaltens von Fördergut für ein Luftfahrzeug, insbesondere Flugzeug geschaffen. Bei dem Verfahren wird mindestens ein erster Behälter mit einem ersten Druckniveau gekoppelt, wird mindestens ein zweiter Behälter mit einem zweiten Druckniveau gekoppelt, und wird Fördergut von dem mindestens einen ersten Behälter zu dem mindestens einen zweiten Behälter transportiert. Ferner wird eine Druckmindervorrichtung zum Verändern eines Druckunterschied zwischen dem mindestens einen ersten Behälter und dem mindestens einen zweiten Behälter gesteuert.

[0017] Gemäß noch einem anderen exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung ist ein Fortbewegungsmittel mit einer Anordnung mit den oben beschriebenen Merkmalen geschaffen.

[0018] Gemäß noch einem anderen exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung wird eine Anordnung zur Anpassung des Transportverhaltens von Fördergut mit den oben beschriebenen Merkma-

len in einem Flugzeug verwendet.

[0019] Erfindungsgemäß kann ein Geräuschpegel bei einem Fördervorgang derart verringert werden, dass für Benutzer (zum Beispiel Passagiere eines Flugzeugs) keine negative Wahrnehmung mehr gegeben ist. Mit der erfindungsgemäßen Anordnung und dem Verfahren wird die Geräuschreduktion, insbesondere im Hinblick auf Flugzeuge, durch eine leichtgewichtige und kostengünstige Lösung ermöglicht. Ein leichtes Gewicht eines Flugzeugs ist ein besonderes Anliegen.

[0020] Indem gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung eine Druckmindervorrichtung in einem pneumatischen Fördersystem vorgesehen wird, mittels welcher ein Druckunterschied zwischen zwei Behältern gezielt gesteuert und insbesondere vermindert werden kann, kann in definierter Weise auf die Transportcharakteristika Einfluss genommen werden, insbesondere die Transportgeschwindigkeit gedämpft werden, womit auch die Geräuscentwicklung überraschend stark vermindert wird.

[0021] Die Geschwindigkeit der nachströmenden Luft an der Aufgabestelle ist stark von der Position des Aufnahmebehälters im Rohrsystem und dem Druck im Sammel-tank abhängig. Zugleich ist diese Luftgeschwindigkeit maßgebend für den erzeugten Lärm. Durch die erfindungsgemäße Verminderung der Druckdifferenz kann eine entstehende Geräuscentwicklung effektiv vermindert werden.

[0022] Der große Druckunterschied zwischen dem inneren Kabinendruck und dem äußeren Umgebungsdruck auf Reiseflughöhe, der herkömmlich zu enormen Geschwindigkeiten des Fluids führen kann, kann erfindungsgemäß gezielt vermindert werden, so dass an der Aufgabestelle eine signifikant verminderte Geräuscentwicklung zu verzeichnen ist.

[0023] Erfindungsgemäß kann erreicht werden, den generierten Lärmpegel an der Aufgabestelle und die kinetische Energie des Förderguts durch Beeinflussung und Anpassung der Druckdifferenzen in einem Fördersystem zu senken.

[0024] Bei einer weiteren exemplarischen Ausführungsform weist die Druckmindervorrichtung mindestens eine Belüftungseinheit zwischen dem ersten Behälter und dem zweiten Druckniveau auf. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen, eine Druckdifferenz konstant zu halten oder eine zu hohe Druckdifferenz auszugleichen, indem der Druck in dem zweiten Behälter erhöht wird. Diese Belüftungseinheit kann dabei wahlweise regelbar oder unregelmäßig ausgebildet sein. Außerdem kann die Belüftungseinrichtung Lärmreduktionseinrichtungen, insbesondere Schalldämpfer, aufweisen, um dadurch das Einströmgeräusch von der Kabine zu reduzieren. In einer exem-

plarischen Ausführungsform kann eine Belüftungseinheit zwischen dem zweiten Behälter und dem zweiten Druckniveau angebracht und derart gesteuert werden, dass das Fördergut von dem zweiten Druckniveau zurück in den zweiten Behälter fließen kann.

[0025] In einer weiteren exemplarischen Ausführungsform weist die Druckmindervorrichtung mindestens ein Drosselement zwischen dem ersten Behälter und dem zweiten Druckniveau auf, wobei das Drosselement entweder regelbar oder ungeregelt ausgebildet sein kann. Das Drosselement kann die Fluidgeschwindigkeit regeln bzw. erniedrigen und entweder zwischen einer Belüftungseinheit und dem zweiten Druckniveau angebracht sein, um dort die Einstromgeschwindigkeit zu reduzieren, oder sich zwischen dem zweiten Behälter und dem zweiten Druckniveau befinden, um die Ausströmgeschwindigkeit des Fluids in die Umgebung zu reduzieren.

[0026] In einer weiteren exemplarischen Ausführungsform weist die Anordnung ein Verdichterelement zwischen dem zweiten Druckniveau und dem zweiten Behälter zum Erzeugen eines Unterdrucks in dem zweiten Behälter auf, so dass bei einem hohem zweiten Druckniveau dennoch eine Druckdifferenz zwischen dem ersten Behälter und dem zweiten Behälter bereitgestellt wird, indem zum Beispiel der Druck in dem zweiten Behälter erniedrigt wird. Parallel zu dem Verdichterelement besteht zusätzlich die Möglichkeit, ein regelbares oder ungeregeltes Drosselement in einem parallelen Zweig anzubringen, um den Verdichterbetrieb durch die Reduzierung nicht zu beeinflussen, bzw. ohne eine drosselnde Wirkung hervorzurufen.

[0027] In einer weiteren exemplarischen Ausführungsform wird ein Rückschlagventil in der Verbindungsleitung zwischen dem zweiten Druckniveau und dem zweiten Behälter angebracht, um ein Einstromen des Fluids von den zweiten Druckniveau in den zweiten Behälter zu vermeiden. Das Rückschlagventil kann auch parallel zu dem Verdichter angebracht werden und darüber hinaus eine integrierte Drosseleinrichtung aufweisen.

[0028] In einer weiteren exemplarischen Ausführungsform wird ein Abscheider zwischen dem zweiten Behälter und dem Druckniveau zum Trennen des Förderguts von einem Fluid angebracht.

[0029] In einer weiteren exemplarischen Ausführungsform wird der erste Behälter durch ein Betätigungsventil mit der Verbindungsleitung verbunden, wobei nach Betätigung des Betätigungsventils der Transport des Förderguts gestartet bzw. gestoppt werden kann.

[0030] In einer weiteren exemplarischen Ausführungsform werden Lärmreduktionseinrichtungen vorgesehen, insbesondere an dem ersten Behälter angebracht.

[0031] In einer weiteren exemplarischen Ausführungsform wird eine Einlaufschutzvorrichtung in dem zweiten Behälter angebracht, um die kinetische Energie des Förderguts bei Eintritt in den zweiten Behälter zu reduzieren.

[0032] In einer weiteren exemplarischen Ausführungsform weist die Druckmindervorrichtung zwischen dem zweiten Druckniveau und dem zweiten Behälter mindestens ein Bauteil mit integrierter Drossel und Belüpfungsfunktion auf.

[0033] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung, werden die Belüftungseinrichtungen im Notfall im Wesentlichen ohne Hilfsenergie geschlossen und/oder die Drosselemente im Wesentlichen ohne Hilfsenergie geöffnet.

[0034] Gemäß einer weiteren exemplarischen Ausführungsform des Verfahrens, wird als Führungsgröße zur Steuerung der Belüftungseinrichtung und/oder des Drosselements die Druckdifferenz zwischen dem ersten Behälter und dem zweiten Behälter verwendet. In einer weiteren exemplarischen Ausführungsform des Verfahrens kam die Führungsgröße für die Steuerung der Belüftungseinrichtung und/oder des Drosselements abhängig von der Position der ersten Behälter und/oder der zweiten Behälter eingestellt werden.

[0035] Gemäß einer weiteren exemplarischen Ausführungsform des Verfahrens kann das Verdichterelement und die Belüftungseinrichtung den Druck zeitversetzt vor und nach dem Befördern des Förderguts verändern und einstellen.

[0036] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform des Verfahrens können zur Steuerung und zur Regelung der Belüftungseinrichtung und/oder der Drosselemente Sensordaten, wie beispielsweise Kabinendruck, Umgebungsdruck, Druck und Füllstand des zweiten Behälters, Flughöhe oder Temperatur verwendet werden. Aus diesen Daten ergibt sich auch die Möglichkeit, eine Diagnose des Vakuumsystems durchzuführen. Bei einem beispielsweise nur mit Luft ausgeführten Spülvorgang und dem daraus gemessenen Tankdruckverlauf kann ein Vergleich der Soll- und Istwerte für die Druckverluste erfolgen und somit etwaige Störungen frühzeitig und sicher erkannt werden.

[0037] Die Ausgestaltungen der Anordnung gelten auch für das Verfahren.

[0038] Mit der erfindungsgemäßen Anordnung und dem Verfahren erhält man eine effektive Geräuschre-

duzierung von transportiertem Fördergut, so dass der Komfort beispielsweise der Passagiere enorm erhöht wird. Die kinetische Energie kann mit einem steuerbaren Druckverhältnis optimiert eingestellt werden, wodurch Schäden und Geräusche vermieden bzw. verringert werden. Darüber hinaus ist diese Anordnung äußerst gewichtsarm und kostengünstig zu realisieren.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0039] Im Folgenden sind zur weiteren Erläuterung und zum besseren Verständnis der vorliegenden Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigt:

[0040] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines Vakuumsystems gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0041] [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung eines Vakuumsystems gemäß einem anderen exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Varianten zum Regeln der Durchflussgeschwindigkeit;

[0042] [Fig. 3](#) ein Diagramm, in dem der Einfluss von Belüftung und Drosselung auf Transportgeschwindigkeit und Lärmpegel an der Aufgabestelle in Abhängigkeit von der Größe des Luftvolumens im Tank dargestellt ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG VON EXEMPLARISCHEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0043] Gleiche oder ähnliche Komponenten in unterschiedlichen Figuren sind mit gleichen Bezugsziffern versehen.

[0044] Die Darstellungen in den Figuren sind schematisch und nicht maßstäblich.

[0045] In [Fig. 1](#) wird eine Anordnung eines Vakuumsystems für Luftfahrzeuge mit Druckkabine dargestellt.

[0046] Erste Behälter **3** zum Aufnehmen eines Fördergutes **2** sind jeweils mit einem Betätigungsventil **4** an eine Verbindungsleitung **5** zu einem zentralen zweiten Behälter **7** angeschlossen. Am Eintritt in den zweiten Behälter **7** befindet sich eine spezielle Tankeinlaufschutzvorrichtung **6**, deren Aufgabe u. a. der Abbau der kinetischen Energie des Transportguts **2** zum Schutz des zweiten Behälters **7** ist. Mittels einer weiteren Verbindungsleitung **11** ist der Sammelbehälter **7** über einen Abscheider **10** mit Tankrückführung und einem Verdichterelement **12** mit dem zweiten Druckniveau **14**, hier die Außenumgebung des Luftfahrzeugs, verbunden. Parallel zum Verdichterelement **12** ist ein Rückschlagventil **13** angeordnet.

[0047] Bei nicht ausreichender Druckdifferenz zwischen dem ersten Druckniveau **1** (Umgebungsdruck an der Aufgabestelle **3**, zum Beispiel Kabinendruck) und dem zweiten Druckniveau, d. h. zwischen Kabine **1** und Umgebung **14**, wird die Anlage mit dem Verdichterelement **12** betrieben (Betriebsmodus I). Hierbei läuft der Verdichter **12** spätestens bei Anforderung eines Spülvorgangs an. Im Zeitintervall bis zum Öffnen des Betätigungsventils **4** von wenigen Sekunden wird bereits ein Unterdruck im zweiten Behälter **7** erzeugt. Mit dem Öffnen des Spülventils **4** setzt damit sofort der Transport des Förderguts **2** in den Tank ein. Das Verdichterelement **12** läuft mindestens bis zum Schließen des Betätigungsventils **4** weiter und hält so einen Unterdruck im Tank **7** für einen ununterbrochenen Transport aufrecht. Durch den Abscheider **10** wird Austreten des Transportguts **2** aus dem Sammelbehälter **7** vermieden, sowie Verdichter **12** und Umgebung **14** vor Kontamination geschützt. Das Rückschlagventil **13** bleibt in dieser Betriebsart geschlossen.

[0048] In einem alternativen Betriebsmodus II mit ausreichender Druckdifferenz zwischen Kabine **1** und Umgebung **14** bleibt das Verdichterelement **12** ausgeschaltet. Bei geschlossenen Betätigungsventilen **4** herrscht im Tank **7** der gleiche geringe Druck wie außerhalb des Luftfahrzeuges **14**. Bei geöffnetem Spülventil **4** wird ein Unterdruck im Tank **7** durch Ausströmen der Luft über das Rückschlagventil **13** aufrecht erhalten.

[0049] Bisher sind die Verdichterelemente **12** zumeist für gerade ausreichendes Förderverhalten im Bodenfall ausgelegt. Das Rückschlagventil kann sich bereits bei einer geringen Druckdifferenz vollständig öffnen und dann mit minimalem Druckverlust durchströmt werden. Hinter dem Abscheider **10** ist eine unregelmäßige Drosselvorrichtung **15a** für eine einfache Anpassung des Förderverhaltens vorgesehen. Generell ist diese Position der Drosselung jedoch nicht für alle Anwendungsformen als optimal anzusehen, da auch ein Teil der aufwendig erzeugten Druckdifferenz bei Verdichterbetrieb **12** wieder abgebaut wird.

[0050] In [Fig. 2](#) wird eine weitere Anordnung zur Lärmreduzierung an den Aufgabestellen des Transportguts durch Begrenzung der treibenden Druckdifferenz auf ein für den Spülvorgang erforderliches Maß, vorzugsweise im Betriebsmodus II, bereitgestellt.

[0051] Für den zuverlässigen Betrieb sollte dieser Auslegungspunkt oberhalb des Verhaltens mit Verdichterbetrieb liegen. Damit bleibt immer noch ausreichend Potenzial zur Lärmreduzierung in Reiseflughöhe, bei der üblicherweise die maximale Druckdifferenz auftritt. Dies gilt insbesondere, da dieser Zustand zumeist den Hauptanteil der Nutzungszeit von Vakuumsystemen in Luftfahrzeugen darstellt.

[0052] Im wesentlichen bewirkt das Luftvolumen **9** im Sammelntank **7** einen instationären Druckverlauf im zweiten Behälter **7** während des Spülvorgangs. So steigt zumeist der Druck im Sammelntank **7** bis zum Erreichen des stationären Zustandes an. Dieser Druckanstieg ist durch die Strömungsverluste von **9** nach **14** im stationären Fall bestimmt. Die Druckdifferenz zwischen Kabine **1** und Sammelntank **7** induziert einen entsprechenden zeitlichen Verlauf der Lufttrittsgeschwindigkeit und damit des erzeugten Lärmpegels an dem ersten Behälter **3**.

[0053] Um die Geräuschemission zu begrenzen, gilt es, eine im Wesentlichen konstante Druckdifferenz von **1** nach **7** zu gewährleisten. Generell kann ein zusätzliches Belüftungsventil **16a–16d** nach [Fig. 2](#) diese Aufgabe vor, während und nach dem Spülvorgang übernehmen. Allerdings kann dies mit hohen Geschwindigkeiten bzw. Volumenströmen zwischen den Verbindungsleitungen **5** oder **11** oder dem Tank **7** und dem Belüftungsventil **16a–16d** verbunden sein. Dies kann durch Einsatz eines weiteren regelbaren Drosselventil **17a** oder **17b** stromab des Belüftungsventils **16a–16d** kompensiert werden. Bei einem alleinigen Einsatz eines Drosselventils **15**, **17** ist dessen Einfluss jedoch auf die Zeitdauer des Spülvorgangs beschränkt.

[0054] Je größer das Luftvolumen **9** im Tank ist, desto stärker prägt der anfängliche Tankdruck den Spülvorgang. Ein stationärer Zustand stellt sich dann erst nach einer relativ langen Öffnungszeit des Spülventils **4** ein (vgl. [Fig. 3](#)). Somit kommt der Belüftung in diesem Fall eine entscheidende Bedeutung zu.

[0055] Für den Fall eines kleinen zweiten Behälters **7** fällt auch das Luftvolumen **9** gering aus. Somit kann gegebenenfalls auf ein Belüftungsventil **16a–16d** verzichtet werden. Bei einer geringen Anzahl angeschlossener und in ähnlicher Entfernung vom Tank **7** installierter Aufnahmebehälter **3** ist auch ein ungeregeltes Drosselungselement, zum Beispiel an der Stelle **15b**, möglich. An dieser Position wird der Verdichterbetrieb **12** durch die Reduzierung nicht beeinflusst. Eine verminderte Transportleistung in geringen Flughöhen bzw. bei geringen Druckdifferenzen ohne Verdichterbetrieb **12** kann gegebenenfalls durch die Ausweitung des Verdichterbetriebes kompensiert werden. Der Nutzung der Anlage in dieser Grenzregion ist zudem kein typischer Anwendungsfall.

[0056] Prinzipiell kann das Belüftungsventil **16** an den Positionen **16a–16d** montiert sein. Unmittelbar nach der Anforderung eines Spülvorganges stellt es den erforderlichen Tankdruck bis zum Öffnen des Spülventils **4** ein. Dieser Vorgang kann als Gegenstück zur Evakuierungsphase bei Verdichterbetrieb **12** interpretiert werden. Anschließend hält zum Beispiel das Drosselventil an den Positionen **17a** oder

17b den Tankdruck während des Spülvorgangs konstant.

[0057] Da der Druckverlust **1–9** abhängig von Länge und Verlauf der Verbindungsleitung **5** ist, sollte die einzustellende Druckdifferenz abhängig von der Position des ersten Behälters **3** implementiert sein. Auf diese Weise kann das häufig sehr unterschiedliche Transportverhalten von Aufnahmebehältern **3** in unterschiedlicher Entfernung vom Sammelntank **7** einheitlich gestaltet werden.

[0058] Im Fehlerfall sollte ein Belüftungsventil **16** ohne Hilfsenergie in einen voll geschlossenen und ein regelbares Drosselventil **17** in einen voll geöffneten Zustand gehen. Auf diese Weise bleibt das System funktionsfähig.

[0059] Interessant ist auch die Vereinigung der Belüftungs- und Drosselfunktion an den Positionen **16d** und **17a** zu einem Bauteil.

[0060] Für die Regelung bietet sich der Zugriff auf im Luftfahrzeugsystem bereits vorhandene Daten wie Kabinendruck, Umgebungsdruck und Tankfüllstand (zur Ermittlung des Luftvolumens im Tank) an. Die Füllstandsbestimmung auf Grundlage zweier Absolutdrucksensoren liefert zudem direkt den Druck im Tank **7**. Der Einsatz zusätzlicher Sensorik kann somit durch geeignete Systemverknüpfungen minimiert werden.

[0061] Aus den Regelabweichungen für einen lediglich mit Luft durchgeführten Spülvorgang lassen sich zudem Informationen über mögliche Verstopfungen in den Bereichen **1–9** und **9–14** gewinnen. Diese Diagnosefunktion ist auch auf konventionelle Vakuumsysteme übertragbar.

Patentansprüche

1. Anordnung zur Anpassung des Transportverhaltens von Fördergut **(2)** für ein Luftfahrzeug, insbesondere Flugzeug, wobei die Anordnung aufweist:

- mindestens einen ersten Behälter **(3)**, der mit einem ersten Druckniveau **(1)** koppelbar ist;
- mindestens einen zweiten Behälter **(7)**, der mit einem zweiten Druckniveau **(14)** koppelbar ist;
- eine Verbindungsleitung **(5; 11)** zum Transportieren von Fördergut **(2)** von dem mindestens einen ersten Behälter **(3)** zu dem mindestens einen zweiten Behälter **(7)**;
- eine Druckmindervorrichtung **(15; 16; 17)**, mittels welcher ein Druckunterschied zwischen dem mindestens einen ersten Behälter **(3)** und dem mindestens einen zweiten Behälter **(7)** steuerbar veränderbar ist; und
- ein Verdichterelement **(12)** zwischen dem zweiten Druckniveau **(14)** und dem mindestens einen zweiten Behälter **(7)** zum Erzeugen eines Unterdrucks in dem

mindestens einen zweiten Behälter (7), wenn die Differenz zwischen dem ersten Druckniveau (1) und dem zweiten Druckniveau (14) zum Transportieren des Förderguts nicht ausreicht.

2. Anordnung nach Anspruch 1, wobei die Druckmindervorrichtung (15; 16; 17) mindestens eine Belüftungseinheit (16a–16d) zwischen dem mindestens einen ersten Behälter (3) und dem zweiten Druckniveau (14) aufweist.

3. Anordnung nach Anspruch 2, wobei die mindestens eine Belüftungseinheit (16a–16d) regelbar oder ungeregelt ausgebildet ist.

4. Anordnung nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Belüftungseinrichtung (16a–16d) eine Geräuschreduktionseinrichtung, insbesondere einen Schalldämpfer, aufweist.

5. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Druckmindervorrichtung (15; 16; 17) mindestens ein Drosselement (15a, 15b) zwischen dem mindestens einen ersten Behälter (3) und dem zweiten Druckniveau aufweist.

6. Anordnung nach Anspruch 5, wobei das mindestens eine Drosselement (15a; 15b; 17a; 17b) regelbar oder ungeregelt ausgebildet ist.

7. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei mindestens ein Drosselement zwischen der Belüftungseinheit (16a–16d) einerseits und dem mindestens einen zweiten Behälter (7) oder der Verbindungsleitung (5; 11) andererseits angebracht ist.

8. Anordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei das Drosselement (15a; 15b; 17a; 17b) zwischen dem mindestens einen zweiten Behälter (7) und dem zweiten Druckniveau (14) angebracht ist.

9. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei ein regelbares oder ungeregeltes Drosselement (15a; 15b; 17a; 17b) zu dem Verdichterelement (12) parallel geschaltet ist.

10. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, ferner aufweisend ein Rückschlagventil (13) in der Verbindungsleitung (11) zwischen dem zweiten Druckniveau (14) und dem mindestens einen zweiten Behälter (7).

11. Anordnung nach Anspruch 10, wobei das Rückschlagventil (13) zu dem Verdichterelement (12) parallel geschaltet ist.

12. Anordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 11, wobei das Rückschlagventil (13) ein integriertes Drosselement aufweist.

13. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei ein Abscheider (10) zwischen dem mindestens einen zweiten Behälter (7) und dem zweiten Druckniveau (14) angebracht ist, welcher Abscheider (10) zum Aufnehmen von Fördergut (2) eingerichtet ist, so dass ein Transport von Fördergut von dem mindestens einen zweiten Behälter (7) zu dem zweiten Druckniveau vermieden ist.

14. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, ferner aufweisend ein Betätigungsventil (4) zwischen dem mindestens einen ersten Behälter (3) und der Verbindungsleitung (5; 11).

15. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei Geräuschreduktionseinrichtungen, insbesondere an dem mindestens einen ersten Behälter (3), angebracht sind.

16. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei eine Einlaufschutzvorrichtung (6) in einem Grenzbereich zwischen der Verbindungsleitung (5) und dem mindestens einen zweiten Behälter (7) angebracht ist.

17. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Druckmindervorrichtung (15; 16; 17) zwischen dem zweiten Druckniveau und dem mindestens einen zweiten Behälter (7) ein Bauteil mit integrierter Drossel und Belüpfungsfunktion aufweist.

18. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Druckmindervorrichtung (15; 16; 17) derart eingerichtet ist, dass mit ihr ein Druckunterschied zwischen dem ersten Behälter (3) und dem zweiten Behälter (7) zum Transportieren des Förderguts (2) mit einer verminderten Geräuschemission steuerbar veränderbar ist.

19. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, ferner aufweisend einen Sensor, der zum Detektieren von mindestens einer Transporteigenschaft von Fördergut (2) zwischen dem mindestens einen ersten Behälter (3) und dem mindestens einen zweiten Behälter (7) eingerichtet ist.

20. Anordnung nach Anspruch 19, ferner aufweisend eine Überwachungseinrichtung, die mit dem Sensor gekoppelt ist, und die basierend auf mindestens einer von dem Sensor detektierten Transporteigenschaft die Funktionsfähigkeit der Anordnung ermittelt.

21. Verfahren zur Anpassung des Transportverhaltens von Fördergut (2) in einem Luftfahrzeug, insbesondere in einem Flugzeug, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:
– Koppeln mindestens eines ersten Behälters (3) mit einem ersten Druckniveau (1);

- Koppeln mindestens eines zweiten Behälters (7) mit einem zweiten Druckniveau (14);
- Transportieren von Fördergut (2) von dem mindestens einen ersten Behälter (3) zu dem mindestens einen zweiten Behälter (7);
- Steuern einer Druckmindervorrichtung (15; 16; 17) zum Verändern eines Druckunterschied zwischen dem mindestens einen ersten Behälter (3) und dem mindestens einen zweiten Behälter (7); und
- Erzeugen eines Unterdruckes in dem mindestens einen zweiten Behälter (7) mittels eines Verdichterelements, wenn die Differenz zwischen dem ersten Druckniveau (1) und dem zweiten Druckniveau (14) zum Transportieren des Förderguts nicht ausreicht.

22. Verfahren nach Anspruch 21, wobei die Druckdifferenz zwischen dem mindestens einen ersten Behälter (3) und dem mindestens einen zweiten Behälter (7) konstant gehalten wird.

23. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Druck in dem mindestens einen zweiten Behälter (7) erhöht wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 23, wobei mittels einer Belüftungseinrichtung (16a–16d) die Druckdifferenz zwischen dem ersten Druckniveau (1) und dem mindestens einen zweiten Behälter (7) erhöht wird oder konstant gehalten wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 24, wobei mittels eines Drosselements (15b; 17a; 17b) eine Transportgeschwindigkeit von Fördergut (2) geregelt wird.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 25, wobei durch eine zwischen dem mindestens einen zweiten Behälter (7) und dem zweiten Druckniveau (14) angeordnete Belüftungseinrichtung (16d) der Druck derart gesteuert wird, dass ein Fluss des Förderguts (2) in den mindestens einen zweiten Behälter (7) ermöglicht wird.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 26, wobei in einem Fehlerfall die Belüftungseinrichtung (16a–16d) im Wesentlichen ohne Hilfsenergie geschlossen wird.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 27, wobei in einem Fehlerfall das Drosselement (15b; 17a; 17b) im Wesentlichen ohne Hilfsenergie geöffnet wird.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 28, wobei zur Steuerung der Belüftungseinrichtung (16a–16d) und/oder des Drosselements (15b; 17a; 17b) als Führungsgröße die Druckdifferenz zwischen dem mindestens einen ersten Behälter (3) und dem mindestens einen zweiten Behälter (7) verwendet wird.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 29, wobei die Führungsgröße für die Steuerung der Belüftungseinrichtung (16a–16d) und/oder des Drosselements (15b; 17a; 17b) abhängig von der Position des mindestens einen ersten Behälters (3) und des mindestens einen zweiten Behälters (7) eingestellt wird.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 30, wobei der Druck durch das Verdichterelement (12) und die Belüftungseinrichtung (16a–16d) zeitversetzt vor und nach dem Befördern des Förderguts (2) verändert und eingestellt wird.

32. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 31, wobei die zur Regelung der Belüftungseinrichtung (16a–16d) und/oder des Drosselements (15b; 17a; 17b) erforderlichen Sensordaten ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Kabinendruckdaten (1), Umgebungsdruckdaten (14), Füllstandsdaten und Druckdaten des mindestens einen zweiten Behälters (7), Flughöhedaten und Temperaturdaten.

33. Verfahren nach Anspruch 32, wobei aus den Sensordaten Soll- und Istwerte, insbesondere aus dem gemessenen Tankdruckverlauf, verglichen werden und daraus etwaige Störungen diagnostiziert werden.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

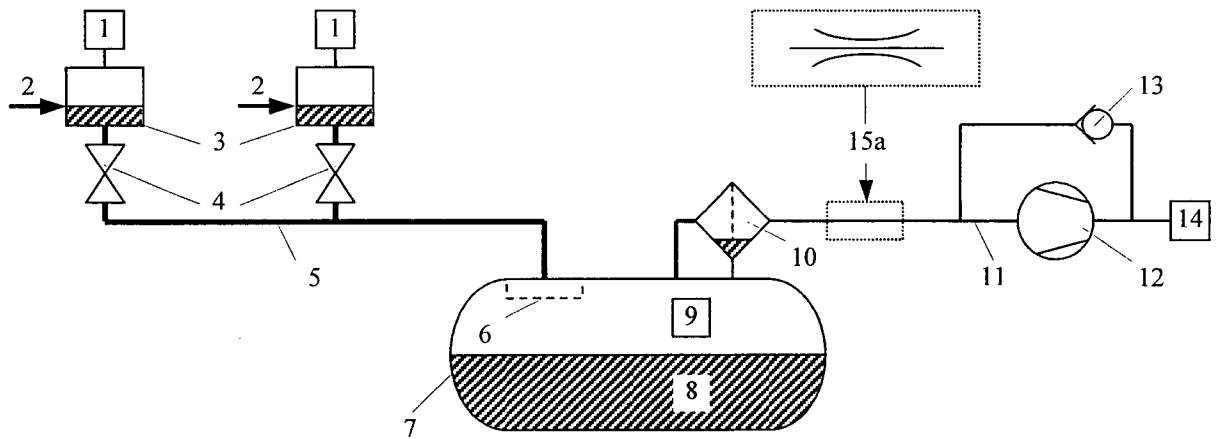


Fig. 1

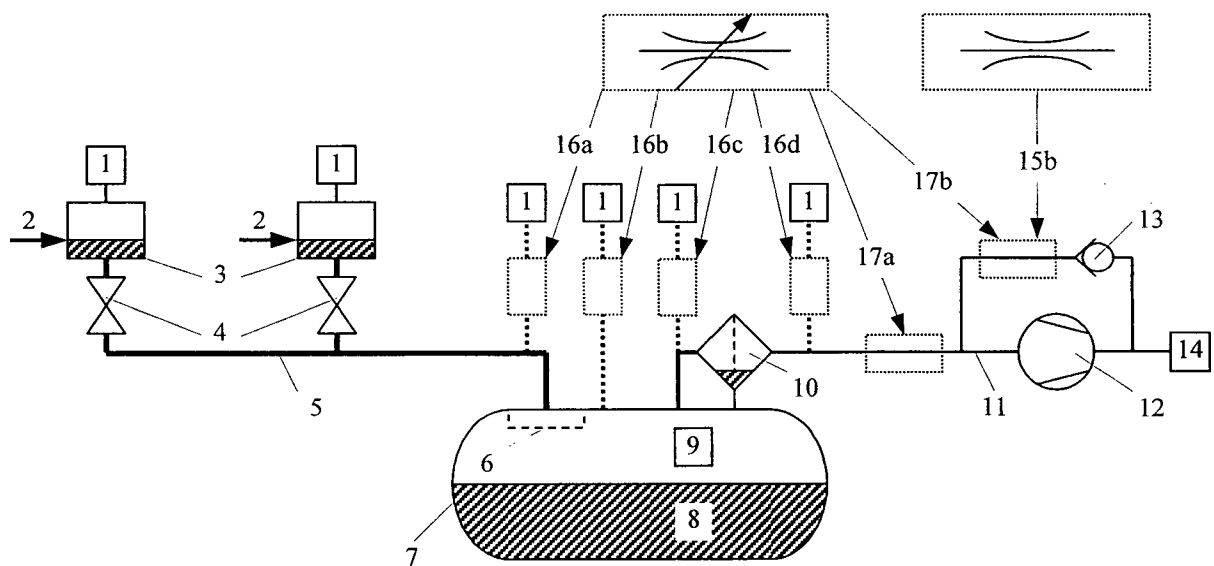


Fig. 2

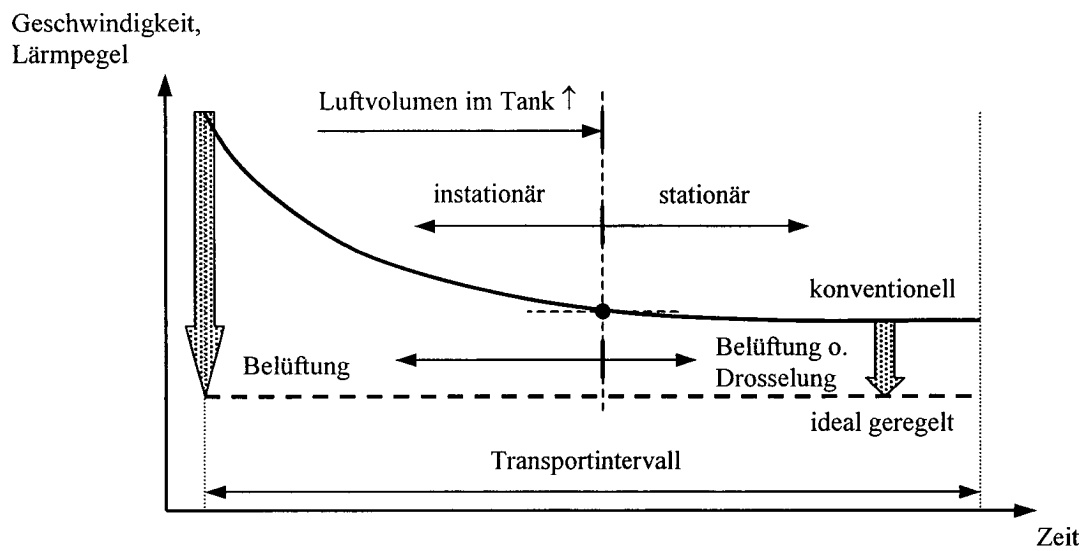


Fig. 3