



(10) **DE 10 2014 114 858 A1** 2016.04.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 114 858.4**

(22) Anmeldetag: **14.10.2014**

(43) Offenlegungstag: **14.04.2016**

(51) Int Cl.: **G01F 1/84 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**NSB Niederelbe Schifffahrtsgesellschaft mbH &
Co. KG, 21614 Buxtehude, DE**

(72) Erfinder:

Erdtmann, Jörg, 21640 Horneburg, DE

(74) Vertreter:

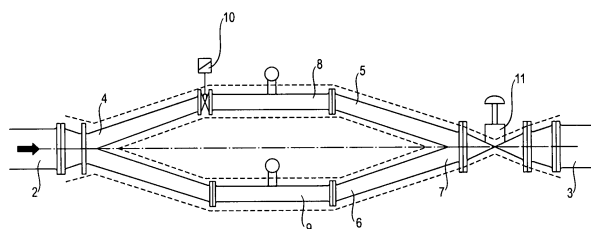
**Hauck Patentanwaltpartnerschaft mbB, 20355
Hamburg, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Bunkermesssystem**

(57) Zusammenfassung: Bunkermesssystem zum Befüllen von Kesselwagen, Tankfahrzeugen, Schiffen oder anderen großvolumigen Tanks mit Brennstoff oder anderen Flüssigkeiten mit

- einem Einlass zum Einspeisen von Flüssigkeit und einem Auslass zum Ausgeben von Flüssigkeit,
- parallelen Leitungszweigen zwischen Einlass und Auslass, die jeweils an einem Ende über eine Abzweigung mit dem Einlass und jeweils am anderen Ende über eine Zusammenführung mit dem Auslass verbunden sind,
- in den verschiedenen Leitungszweigen angeordneten Coriolis-Massendurchflussmessern zum Messen des Massenstroms der Flüssigkeit in den Leitungszweigen und
- einem Ventil in mindestens einem Leitungszweig zum Umschalten auf unterschiedliche Messbereiche durch Absperren oder Öffnen des Leitungszweiges mittels des Ventils.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Bunkermesssystem zum Messen von Massenströmen beim Bunkern von Flüssigkeiten in Kesselwagen, Tankfahrzeugen, Schiffen oder anderen großvolumigen Tanks.

[0002] Beim Bunkern von Schweröl, Dieselöl, Marinedieselöl und anderen Schiffsbrennstoffen besteht das Problem der Kontrolle der übernommenen Brennstoffmengen. In den Seehäfen werden die Schiffsbrennstoffe vielfach mittels Tankbargen angeliefert, die über eigene Messsysteme verfügen. Mitglieder der Schiffsbesatzung kontrollieren die gebunkerten Flüssigkeitsmengen meist durch Peilung des Füllstandes im Tank mittels eines Längenmaßes und Ablesung des Füllvolumens aus einer Eich-tabelle. Diese Überprüfung ist mühselig. Zudem ist die Eich-tabelle vielfach ungenau, weil der Schiffstank durch Versteifungen sowie Anbringung von Leitern, Rohr-leitungen, Heizungen oder anderen Einbauten nach-träglich verändert wurden. Ferner ist die Genauig-keit der Peilmessung durch den Trimm, List, Lokale Durchbiegung und Verdrehung bzw. die Ausrichtung des Schiffes im Wasser beeinträchtigt. Das Erstellen einer genauen Eich-tabelle ist aufwändig, da hier-für der Tank gereinigt und optisch dreidimensional vermessen werden muss. Vielfach werden Schiffsbetriebsstoffe gezielt mit Luft angereichert oder über-hitzt, um eine größere Liefermenge vorzutäuschen. Beigemischte Luft perlt erst über einen längeren Zeit-raum aus dem Schiffsbrennstoff aus und die Tempa-ratur sinkt nur allmählich wieder ab, sodass die Luft-beimischung und Erwärmung kurz nach der Benut-zung durchgeführte Volumenmessung verfälschen. Bei Betankung eines Schiffes mit mehreren tausend Tonnen Schiffsbetriebsstoff entstehen hierdurch den Reedereien und Schiffsbetreibern erhebliche Schä-den.

[0003] Ferner gibt es Schiffe, bei denen in eine Lei-tung zu den Schiffstanks ein Coriolis-Massendurch-flussmesser eingebaut ist, um beim Bunkern den Massenstrom des Schiffsbrennstoffs zu messen. Ein Coriolis-Massendurchflussmesser umfasst zwei pa-rallele Röhren, die in Vibration versetzt werden, wo-bei die Röhren durch das hindurchströmende Medi-um gedämpft werden. Mit Hilfe einer Messung der Auslenkung der Röhren ist der durch die Röhren hindurch gehende Massenstrom ermittelbar. Coriolis-Massendurchflussmesser ermöglichen grundsätzlich eine genaue Messung des Massenstromes durch-strömender Flüssigkeiten oder Gase. Zudem ermög-lichen Coriolis-Durchflussmesser die Ermittlung der Dichte des hindurchgehenden Mediums. Bei Ausrüs-tung mit einem Temperatursensor ermöglichen sie zudem die Feststellung der Temperatur des Mediums und die Detektion von eingeperrter Luft..

[0004] Davon ausgehend liegt der Erfindung die Auf-gabe zugrunde, ein Bunkermesssystem zum Mes-sen des Massendurchflusses von Flüssigkeiten beim Bunkern mit einer erhöhten Genauigkeit zu schaffen.

[0005] Die Aufgabe wird durch ein Bunkermesssys-tem gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausge-staltungen des Bunkermesssystems sind in Unteran-sprüchen angegeben.

[0006] Das erfindungsgemäße Bunkermesssystem zum Befüllen von Kesselwagen, Tankfahrzeugen, Schiffen oder anderen großvolumigen Tanks mit Brennstoff oder anderen Flüssigkeiten hat

- einen Einlass zum Einspeisen von Flüssigkeit und einen Auslass zum Ausgeben von Flüssigkeit,
- parallele Leitungszweige zwischen Einlass und Auslass, die jeweils an einem Ende über eine Aufzweigung mit dem Einlass und jeweils am anderen Ende über eine Zusammenführung mit dem Auslass verbunden sind, in den verschie-denen Leitungszweigen angeordnete Coriolis-Mas-sendurchflussmesser zum Messen des Massen-stroms der Flüssigkeit in den Leitungszweigen und
- ein Ventil in mindestens einem Leitungszweig zum Umschalten auf verschiedene Messbereiche durch Absperren oder Öffnen des Leitungszweigs mittels des Ventils.

[0007] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die Genauigkeit von Bunkermesssystem mit Co-riolis-Massendurchflussmessern durch eine geringe Bunkerrate stark vermindert werden kann. Ist näm-lich das Bunkermesssystem für eine bestimmte Bun-kerrate ausgelegt, so misst es bei dieser Bunker-rate den Massenstrom unter Einhaltung des zuläs-sigen Messfehlers. Bei einer geringeren Bunkerrate kann es jedoch einen erheblich größeren Mess-fehler aufweisen. Dies eröffnet den Betreibern von Tankbargen eine weitere Möglichkeit, eine genaue Überprüfung der Bunkerung zu vereiteln, indem sie die Bunkerrate gegenüber üblichen Werten reduzie-ren. Bei einem Defekt der Tankbarge kann der Be-treiber sogar gezwungen sein, mit einer nur gerin-gen Bunkerrate zu arbeiten, bei der das Bunker-messsystem einen verhältnismäßig großen Messfeh-ler hat. Das erfindungsgemäße Bunkermesssystem überwindet das Problem hoher Messfehler durch Co-riolis-Massendurchflussmesser in mehreren paralle-len Leitungszweigen, die je nach Massendurchfluss des Bunkermesssystems eingeschaltet oder abge-schaltet werden. In einer Art Kaskadenschaltung kön-nen mehr oder weniger Coriolis-Massendurchfluss-messer zugeschaltet werden, um den maximal ge-wünschten Durchfluss zu erreichen. Hierbei werden die Leitungszweige so eingeschaltet oder abgeschal-tet, dass die darin angeordneten Coriolis-Massen-durchflussmesser stets in einem Bereich arbeiten, in dem sie den Massendurchfluss mit einem nur gerin-

gen Messfehler messen. Zu Beginn und zum Ende der Bunkerung wird häufig mit geringeren Massenströmen als dazwischen gearbeitet. Durch Abschalten und Zuschalten von Leitungszweigen kann das Bunkermesssystem in der Startphase und der Endphase der Bunkerung stets mit bestmöglicher Messgenauigkeit betrieben werden. Der Messfehler des Bunkermesssystems kann so über den gesamten Bereich der Bunkerraten, mit denen in der Praxis zu rechnen ist, auf einen Wert von maximal 0,5 % abgesenkt werden, ggf auf einen Wert von 0,3% für Meßgeräte in Rohrleitungen. Hierdurch können Verluste aufgrund von Messfehlern beim Bunkern stark reduziert werden.

[0008] Gemäß einer Ausgestaltung ist in einem Leitungszweig kein Ventil vorhanden. Beim Bunkern von Flüssigkeit wird dieser Leitungszweig des Bunkermesssystems stets durchströmt. Bei geringen Massenströmen ist nur der Leitungszweig ohne Ventil geöffnet und bei höheren Massenströmen wird mindestens ein weiterer Leitungszweig geöffnet. Ferner umfasst die Erfindung Ausgestaltungen, bei denen in jedem Leitungszweig ein Ventil zum Umschalten auf unterschiedliche Messbereiche durch Absperren oder Öffnen des Leitungszweiges vorhanden ist.

[0009] Das Ventil ist vorzugsweise ein Absperrventil. Alternativ ist das Ventil ein Druckregelventil mit einer entsprechenden Funktion, sodass durch Absperren oder Öffnen des Leitungszweiges mittels des Druckregelventils, das in dem Leitungszweig angeordnet ist, ein Umschalten auf verschiedene Messbereiche möglich ist. Ein Druckregelventil hat zudem den Vorteil, dass es so eingestellt werden kann, dass der Druck in dem Leitungszweig auf einen bestimmten Mindestwert gehalten werden kann. Hierdurch wird die korrekte Funktionsweise der Coriolis-Massendurchflussmesser sichergestellt. Insbesondere wenn die Leitung vom Bunkermesssystem zum Tank eine Fallstrecke durchläuft, kann es ansonsten dazu kommen, dass der Druck im Leitungszweig dermaßen fällt, dass der Coriolis-Massendurchflussmesser ganz oder teilweise leerläuft. Hierdurch werden Messfehler verursacht. In einer Vielzahl von Einsatzfällen des Bunkermesssystems besteht jedoch diese Problematik nicht, weil die Leitung vom Bunkermesssystem zum Tank keine Fallstrecke durchläuft, die so ausgeprägt ist, dass der Druck in den Leitungszweigen dermaßen absinkt, dass die Messgenauigkeit der Coriolis-Massendurchflussmesser beeinträchtigt wird.

[0010] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung umfasst das Bunkermesssystem eine Vorrichtung zum Halten des Druckes in der Flüssigkeit im Auslass, so dass dieser einen bestimmten Minimalwert nicht unterschreitet. Die Vorrichtung zum Halten des Druckes dient dazu, einen Druckabfall in den Leitungszweigen bzw. ein Leerlaufen und damit einen Messfehler

der Coriolis-Massendurchflussmesser zu verhindern, wie oben beschrieben. Die Vorrichtung zum Halten des Druckes ist beispielsweise eine Drossel oder eine Blende. Vorzugsweise ist sie ein Druckregelventil. Weiterhin vorzugsweise ist die Vorrichtung zum Halten des Druckes eine gemeinsame Vorrichtung für sämtliche parallele Leitungszweige. Die gemeinsame Vorrichtung zum Halten des Druckes ist vorzugsweise in Strömungsrichtung der Flüssigkeit durch das Bunkermesssystem hindurch hinter der Zusammenführung angeordnet. Weiterhin vorzugsweise ist die Vorrichtung zum Halten des Druckes vor dem Auslass des Bunkermesssystems angeordnet.

[0011] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung haben die Coriolis-Massendurchflussmesser in verschiedenen Leitungszweigen gleiche Messbereiche. Gemäß einer anderen Ausgestaltung haben die Coriolis-Massendurchflussmesser in verschiedenen Leitungszweigen verschiedene Messbereiche. Ferner ist eine Kombination beider Ausgestaltungen möglich, bei der in einigen Leitungszweigen die Coriolis-Massendurchflussmesser gleiche Messbereiche und in anderen Leitungszweigen verschiedene Messbereiche aufweist.

[0012] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung hat der Coriolis-Massendurchflussmesser in dem Leitungszweig ohne Ventil den kleinsten Messbereich.

[0013] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist das Ventil mit einer Steuerungsvorrichtung verbunden, die mit einem Drucksensor zum Erfassen des Drucks in der Flüssigkeit zwischen Einlass und Auslass oder mit dem Druckregelventil verbunden ist, wobei die Steuerungsvorrichtung so beschaffen ist, dass sie bei Druck ab einem bestimmten Schwellenwert das Ventil öffnet und bei einem Abfall des Druckes unter den Schwellenwert das Ventil schließt. Bei dieser Ausgestaltung passt sich das Bunkermesssystem automatisch an den Massenstrom der Flüssigkeit an, so dass bei einem großen Massenstrom ein Coriolis-Massendurchflussmesser zugeschaltet und bei einem kleinen Massenstrom abgeschaltet wird.

[0014] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist zwischen Einlass und Aufzweigung ein erster Drucksensor und/oder zwischen Zusammenführung und Auslass ein zweiter Drucksensor vorhanden. Der erste und/oder zweite Drucksensor können zur Überwachung der Drucke im Bunkermesssystem und/oder zur Steuerung des Absperrventils verwendet werden.

[0015] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ermitteln die Coriolis-Massendurchflussmesser zusätzlich zum Massenstrom die Dichte und/oder die Temperatur der durch die Coriolis-Massendurchflussmesser hindurchströmenden Flüssigkeit. Coriolis-Massendurchflussmesser sind in der Lage, zusätzlich zum Massendurchfluss auch die Dichte und/oder die

Temperatur der hindurchströmenden Flüssigkeit zu messen. Bei dieser Ausgestaltung kann die Messung der Dichte und/oder der Temperatur zur Überprüfung genutzt werden, ob in die Flüssigkeit Luft eingeblasen und/oder Flüssigkeit auf eine Temperatur oberhalb eines vereinbarten Wertes erwärmt wurde.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist zwischen der Zusammenführung und dem Auslass ein Temperatursensor zum Messen der Mischtemperatur der Flüssigkeit hinter den Coriolis-Massendurchflussmessern angeordnet. Vorzugsweise ist der Temperatursensor ein geeichter Temperatursensor. Dieser dient vorzugsweise zur Kalibrierung der Temperaturmessung mittels Coriolis-Massendurchflussmessern.

[0017] Gemäß einer weiteren Lösung der Aufgabe sind in den mindestens einem Leitungszweig Messeinrichtungen zum Messen von Massenstrom, Dichte und Temperatur der den Leitungszweig hindurchströmenden Flüssigkeit angeordnet und die Messeinrichtungen mit einer Auswerteeinrichtung verbunden, die den gemessenen Massenstrom und/oder Dichte und/oder Temperatur fortlaufend mit einem Referenzwert vergleicht und bei Überschreiten einer vorgegebenen Abweichung von dem Referenzwert einen Alarm ausgibt. Die Messeinrichtungen zum Messen von Massenstrom und/oder Dichte und/oder Temperatur sind vorzugsweise Coriolis-Massendurchflussmesser. Diese Lösung umfasst Ausführungen mit nur einem einzigen Leitungszweig. Vorzugsweise umfasst sie mehrere Leitungszweige, wie in Anspruch 1 und den Unteransprüchen angegeben. Die automatische Ausgabe eines Alarms beim Überschreiten vorgegebener Abweichungen von Massenströmen und/oder Dichten und/oder Temperaturen dient dazu, dem Betreiber des Bunkermesssystems auf eine mögliche Manipulation beim Bunkern von Flüssigkeit aufmerksam zu machen. Der Betreiber erhält so die Möglichkeit, einzuschreiten, falls die Abweichungen der Massenströme und/oder Dichten und/oder Temperaturen von vorgegebenen Referenzwerten ein zulässiges Maß überschreitet.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung sind in mindestens einem Leitungszweig Messeinrichtungen zum Messen der Massenströme und/oder Dichten und/oder Temperaturen der durch die Leitungsstränge hindurchströmenden Flüssigkeiten angeordnet und die Messeinrichtungen mit einer Anzeigeeinrichtung verbunden, die die gemessenen Massenströme und/oder Dichten und/oder Temperaturen fortlaufend anzeigen. Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung zeichnet die Anzeigeeinrichtung die gemessenen Massenströme und/oder Dichten und/oder Temperaturen fortlaufend auf. Hierdurch wird dem Betreiber des Bunkermesssystems das Erkennen von allmählichen Änderungen der Messparameter erleichtert und die Erstellung eines Protokolls des Abfüllvorgangs erleichtert.

[0019] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung zeigt die Anzeigeeinrichtung zusätzlich zu den von den Messeinrichtungen erfassten Massenströmen und/oder Dichten und/oder Temperaturen Referenzwerte für die Massenströme und/oder Dichten und/oder Temperaturen an. Dies erleichtert dem Betreiber des Bunkermesssystems die Bewertung der Messwerte. Die Referenzwerte sind vorzugsweise mit den Lieferanten vereinbarte Werte, z. B. gemäß Lieferschein („Bunker Delivery Note“ – BDN).

[0020] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist der Auslass über eine weitere Aufzweigung und verschiedene Verbindungsleitungen mit verschiedenen Bunkertanks verbunden, wobei in jeder Verbindungsleitung ein Absperrventil angeordnet ist, das gesondert absperrbar und offenbar ist, um durch Befüllen einzelner Bunkertanks unter Messung des Massenstromes mittels der Coriolis-Massendurchflussmesser eine Kalibrierung der Bunkertanks vorzunehmen. Bei der Kalibrierung eines Bunkertanks wird der Füllstand im Bunkertank durch Peilung ermittelt. Diese Ausgestaltung ermöglicht ein einfaches Erstellen von Kalibriertabellen (Peiltabellen) für die Bunkertanks unter Nutzung der Coriolis-Massendurchflussmesser. Die Kalibriertabellen sind beispielsweise für die Ermittlung des Verbrauchs des aus den Bunkertanks entnommenen Brennstoffs verwendbar.

[0021] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung sind die Bunkertanks über gesondert öffnen- und schließbare Absperrventile mit einem gemeinsamen Zumesstank (Setztank Tank) verbunden. Über eine Brennstoffaufbereitung ist dieser mit dem Service Tank verbunden der einen Verbraucher speist, um die Menge der vom Verbraucher verbrauchten Flüssigkeit zu ermitteln. Der Zumesstank ist eine weitere Möglichkeit, den Verbrauch der Flüssigkeit aus den Bunkertanks zu ermitteln. Eine Kalibrierung des Zumesstanks ist mittels einer einfachen Vermessung möglich da dieser Tank überschaubar klein ist oder durch das Befüllen vom kalibrierten Bunkertanks möglich. Hierfür wird der Zumesstank vom niedrigsten bis zum höchsten Niveau aus einem Bunkertank befüllt und die aus dem Bunkertank entnommen und in den Zumesstank eingegebene Flüssigkeitsmenge durch Peilung des Flüssigkeitsstandes im Bunkertank und Ablesung aus der Kalibriertabelle ermittelt.

[0022] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist das Bunkermesssystem an Bord eines Kesselwagens oder Tankfahrzeugs oder Schiffes oder eines anderen Fahrzeugs mit einem großvolumigen Tank angeordnet.

[0023] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der anliegenden Zeichnungen von Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

[0024] Fig. 1 das Bunkermesssystem in einem grobschematischen Anlagenbild;

[0025] Fig. 2 den Verlauf verschiedener Messparameter und Referenzparameter über der Zeit in einem Diagramm;

[0026] Fig. 3 das Bunkermesssystem in Verbindung mit verschiedenen Bunkertanks und einem Zumesstank zu einem Verbraucher in einem Anlagenschema;

[0027] Fig. 4 das Bunkermesssystem in Verbindung mit Bunkertanks und einem Zumesstank zu einem Verbraucher sowie einer Auswerteeinrichtung für verschiedene Messparameter und Referenzparameter in einem Anlagenschema.

[0028] Gemäß Fig. 1 hat das Bunkermesssystem 1 einen Einlass 2, der mit mindestens einer Bunkerstation verbindbar ist, und einen Auslass 3, der mit mindestens einem Bunkertank verbindbar ist. Der Einlass 2 ist über eine Aufzweigung 4 mit zwei Leitungszweigen 5, 6 verbunden. Die beiden Leitungszweige 5, 6 sind über eine Zusammenführung 7 mit dem Auslass 3 verbunden.

[0029] In jedem Leitungszweig 5, 6 ist ein Coriolis-Massendurchflussmesser 8, 9 (Massendurchflussmesser) angeordnet. In dem Leitungszweig 5 ist vor dem Coriolis-Massendurchflussmesser 8 ein Absperrventil 10 angeordnet.

[0030] Die Zusammenführung 7 ist über ein Druckregelventil 11 mit dem Auslass 3 verbunden.

[0031] Die Coriolis-Massendurchflussmesser 8, 9 sind geeignet, jeweils den Massenstrom $\dot{m}_1$, $\dot{m}_2$, die Dichte p_1 , p_2 und Temperatur T_1 , T_2 der hindurchströmenden Flüssigkeit zu messen.

[0032] Zwischen dem Einlass 2 und der Aufzweigung 4 ist ein Druckmesssensor 12 angeordnet. Zwischen der Zusammenführung 7 und dem Auslass 3 ist ein weiterer Drucksensor 13 und ein Temperatursensor 14 angeordnet.

[0033] Das gesamte Bunkerungssystem 1 ist zwischen Einlass 2 und Auslass 3 mit einer Heizeinrichtung 15 und mit einer Wärmeisolierung 16 versehen, um eine definierte Temperatur in den Leitungen einzuhalten.

[0034] Bei geringen Massenströmen wird das Absperrventil 10 geschlossen und nur mit dem Massendurchflussmesser 9 die Messwerte $\dot{m}_2$, p_2 und T_2 gemessen. Wenn der Messbereich des Massendurchflussmessers 9 überschritten wird, wird das Absperrventil 10 geöffnet und zusätzlich mit dem Massendurchflussmesser 8 die Messwerte $\dot{m}_1$, p_2 und T_2 ge-

messen. Das Überschreiten des Messbereichs des Massendurchflussmessers 9 wird mit Hilfe der Drucksensoren 12, 13 ermittelt. Wenn der Druck p_1 , p_1 an den Drucksensoren 12, 13 einen bestimmten Schwellenwert erreicht, wird das Absperrventil 10 geöffnet.

[0035] Gemäß Fig. 2 werden vom Beginn t_0 bis zum Ende t_x einer Bunkerung verschiedene Messgrößen angezeigt und aufgezeichnet, die am Bunkermesssystem 1 von Fig. 1 gewonnen werden. Hierbei handelt es sich um die Massenströme $\dot{m}_1$ und $\dot{m}_2$, die Dichten p_1 und p_2 und die Temperaturen T_1 und T_2 der durch die Massendurchflussmesser 8, 9 hindurchströmenden Flüssigkeiten. Zudem wird die Summe der Massenströme $\dot{m}_1$ und $\dot{m}_2$ angezeigt und aufgezeichnet. Schließlich werden auch die Drucke p_1 und p_2 vor und hinter den Massendurchflussmessern angezeigt und aufgezeichnet.

[0036] Zusätzlich zu den Dichten p_1 und p_2 wird die Dichte p_{BDN} der Flüssigkeit gemäß Lieferschein (Bunker Delivery Note) sowie die relative Abweichung der gemessenen Dichten von der Dichte gemäß Lieferschein $\Delta p_{1,2}/p_{BDN} = (\Delta p_{1,2} - p_{BDN})/p_{BDN}$ angezeigt. Wenn die relative Abweichung einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet, wird ein Alarm ausgegeben.

[0037] Zusätzlich wird die Temperatur F_{BDN} der Flüssigkeit gemäß Lieferschein (Bunker Delivery Note) angezeigt und ein Alarm (Cappuccino Fuel Alert) ausgegeben, wenn die von den Massendurchflussmessern gemessenen Temperaturen T_1 und T_2 diese Temperatur überschreitet (Superheated Fuel Alarm).

[0038] Die Summe der gemessenen Massenströme $\dot{m}_1$ und $\dot{m}_2$ wird über die Bunkerzeit t_x zu der insgesamt gebunkerten Masse an Flüssigkeit integriert.

[0039] Gemäß Fig. 3 ist das Bunkermesssystem 1 von Fig. 1 an seinem Einlass 2 mit Bunkerstationen 17 und 18 verbunden, die beispielsweise an Steuerbord und an Backbord eines Schiffes angeordnet sind. Der Auslass 2 des Bunkermesssystems 1 ist über Absperrventile 19 bis 26 mit verschiedenen Bunkertanks 27, 28, 29 ... sowie 30, 31, 32 ... verbunden, wobei die Bunkertanks 27, 28, 29 ... beispielsweise steuerbordseitig und die Bunkertanks 30, 31, 32 ... beispielsweise backbordseitig angeordnet sind.

[0040] Ferner sind die Bunkertanks 27, 28, 29 sowie 30, 31, 32 usw. über Absperrventile 33, 34 mit einem Zumesstank 35 verbunden, der über eine Pumpe 36 mit einem Verbraucher 37 verbunden ist.

[0041] Die Bunkertanks 27, 28, 29 ... und 30, 31, 32 ... werden beim Bunkern von Flüssigkeit mit Hilfe des Bunkermesssystems 1 kalibriert. Hierfür wird beim Bunkern jeweils nur ein Bunkertank 27 bis 32 über die Absperrventile 19 bis 26 mit dem Bunkermess-

system **1** verbunden und die übrigen Bunkertanks **27** bis **32** abgesperrt. Beim Befüllen des geöffneten Bunkertanks **27** bis **32** wird mit Hilfe des Bunkermesssystems **1** die abgefüllte Masse gemessen und der Flüssigkeitsstand in dem Bunkertank **27** bis **32** gepeilt. Auf diese Weise wird eine genaue Kalibriertabelle erstellt. Die Peilung des Flüssigkeitsstands im Bunkertank **27** bis **32** kann manuell, über Fernbedienung und fortlaufend oder interimistisch erfolgen.

[0042] Auf diese Weise können sämtliche Bunkertanks **27** bis **32** kalibriert werden.

[0043] Bei der Kalibrierung der Bunkertanks **27** bis **32** kann von vorliegenden Kalibriertabellen ausgegangen werden, die aufgrund baulicher Veränderungen ungenau sind, oder durch lagebedingte Verformung oder Füllstände außerhalb der Peiltabellen im Volumen nicht richtig erfaßt werden könnten.

[0044] Die Kalibrierung der Bunkertanks **27** bis **32** kann wiederum dafür verwendet werden, den Zumesstank **35** zu kalibrieren. Hierfür wird nur einer der Bunkertanks **27** bis **32**, usw. mit dem Zumesstank **35** verbunden und durch Peilung des Flüssigkeitsstandes in dem betreffenden Bunkertank **27** bis **32** beim Befüllen des Zumesstanks **35** vom niedrigsten (LL) bis zum höchsten Niveau (HL) der Flüssigkeit im Zumesstank **35** die an den Bunkertank **27** bis **32** entnommene und in den Zumesstank **35** hineingegebene Flüssigkeitsmenge gemessen.

[0045] Nach der Kalibrierung des Zumesstanks **37** kann mit Hilfe der Anzahl der Füllungen des Zumesstanks **37** die verbrauchte Flüssigkeitsmasse genau ermittelt werden.

[0046] Die Kalibrierung des Bunkertanks **27** bis **32** und des Zumesstanks **35** kann bei jedem Bunkervorgang und Verbrauchsvorgang verifiziert oder verbessert werden. Bei der Kalibrierung können die Krängung (List), Trimmung (Trim) und Verformung des Schiffskörpers (Hogging/Sagging) erfasst und hierfür Korrekturfaktoren ermittelt und zu einer mehrdimensionalen Kalibriertabelle verarbeitet werden.

[0047] Gemäß **Fig. 4** ist die Anlage von **Fig. 3** mit einer Auswerteeinrichtung **38** verbunden. Die Auswerteeinrichtung **37** ist vorzugsweise ein PC oder eine andere Datenverarbeitungsanlage.

[0048] Der Auswerteeinrichtung **38** werden die Messgrößen der Coriolis-Massendurchflussmesser **8**, **9** (Massenströme $\dot{m}_1$ und $\dot{m}_2$) Dichten p_1 , p_2 und Temperaturen T_1 , T_2 zugeführt. Ferner werden der Auswerteeinrichtung **38** die Drucke p_1 , p_2 vor und hinter den Massendurchflussmessern **8**, **9** zugeführt. Desweiteren wird in die Auswerteeinrichtung **38** die Temperatur T_3 an der Zusammenführung **7** eingespeist.

[0049] Ferner werden in die Auswerteeinrichtung **38** die vereinbarten Temperaturen, Dichten und Massenströme TBDN, pBDN und mBDN gemäß Lieferschein eingespeist.

[0050] Darüber hinaus werden in die Auswerteeinrichtung **38** die jeweiligen Peilhöhen in den Bunkertanks **27** bis **32** und im Zumesstank **35** eingegeben. Ferner werden in die Auswerteeinrichtung **38** die Stellungen des Absperrventils **10** und des Druckregelventils **11** eingespeist.

[0051] Des Weiteren werden in die Auswerteeinrichtung Daten über Trimmung und Krängung sowie existierende Peiltabellen für die Bunkertanks **27** bis **32** und den Zumesstank **35** eingespeist.

[0052] Des Weiteren werden in die Auswerteeinrichtung **38** die jeweiligen Stellungen der Absperrventile **19** bis **26** und **33**, **34** eingespeist.

[0053] Die Auswerteeinrichtung **38** wertet die eingespeisten Daten aus und gibt bei einer definierten Abweichung der Dichte oder der Temperatur von den vorgegebenen Werten gemäß Lieferschein einen Alarm aus. Ferner ermittelt die Alarmeinrichtung mit Hilfe der von den Massendurchflussmessern gemessenen Massenströme die in die verschiedenen Bunkertanks eingefüllte Gesamtmasse. Darüber hinaus kann sie eine Abweichung der gemessenen eingefüllten Gesamtmasse von der Liefermenge gemäß Lieferschein ermitteln und ausgeben.

[0054] Ferner ermittelt die Auswerteeinrichtung **38** Peiltabellen für die verschiedenen Bunkertanks. Die Peiltabellen können mehrdimensionale korrigierte Peiltabellen sein, welche die Krängung, die Trimmung und Verformung des Schiffskörpers berücksichtigen.

[0055] Schließlich kann die Auswerteeinrichtung **38** den Zumesstank **37** kalibrieren, indem sie die Flüssigkeitsmenge zwischen einem minimalen (LL) bis zu einem maximalen Füllstand (HL) im Zumesstank (**37**) ermittelt.

[0056] Die ermittelten Daten können von der Auswerteeinrichtung **38** drahtlos, insbesondere über (Mobil-)Funk (z.B. GSM, Internet oder Satellit) oder drahtgebunden weitergeleitet werden. Alarmsignale können beispielsweise an Alarmvorrichtungen an Bord eines Schiffes, an andere PCs oder Smartphones von Besatzungsmitgliedern oder Inspektoren an Land übermittelt werden, oder an die Brennstoffeinkaufsabteilung des Schiffsbetreibers.

Patentansprüche

1. Bunkermesssystem zum Befüllen von Kesselwagen, Tankfahrzeugen, Schiffen oder anderen

großvolumigen Tanks mit Brennstoff oder anderen Flüssigkeiten mit

- einem Einlass zum Einspeisen von Flüssigkeit und einem Auslass zum Ausgeben von Flüssigkeit,
- parallelen Leitungszweigen zwischen Einlass und Auslass, die jeweils an einem Ende über eine Abzweigung mit dem Einlass und jeweils am anderen Ende über eine Zusammenführung mit dem Auslass verbunden sind, in den verschiedenen Leitungszweigen angeordneten Coriolis-Massendurchflussmessern zum Messen des Massenstroms der Flüssigkeit in den Leitungszweigen und
- einem Ventil in mindestens einem Leitungszweig zum Umschalten auf unterschiedliche Messbereiche durch Absperren oder Öffnen des Leitungszweiges mittels des Ventils.

2. System nach Anspruch 1, bei dem in einem Leitungszweig kein Ventil angeordnet ist.

3. System nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Ventil ein Absperrventil oder ein Druckregelventil ist.

4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit einer Vorrichtung zum Halten des Drucks in der Flüssigkeit im Auslass.

5. System nach Anspruch 4, bei dem die Vorrichtung zum Halten des Druckes ein Druckregelventil zum Regeln des Druckes in der Flüssigkeit im Auslass ist.

6. System nach Anspruch 4 oder 5, bei dem die Vorrichtung zum Halten des Druckes hinter der Zusammenführung und/oder vor dem Auslass angeordnet ist.

7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem die Coriolis-Massendurchflussmesser in verschiedenen Leitungszweigen gleiche Messbereiche aufweisen.

8. System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die Coriolis-Massendurchflussmesser in verschiedenen Leitungszweigen verschiedene Messbereiche aufweisen.

9. System nach Anspruch 2 und 8, bei dem der Coriolis-Massendurchflussmesser in dem Leitungszweig ohne Ventil den kleinsten Messbereich hat.

10. System nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem das Ventil mit einer Steuerungsvorrichtung verbunden ist, die mit einem Drucksensor zum Erfassen des Drucks in der Flüssigkeit zwischen Einlass und Auslass oder mit dem Druckregelventil verbunden ist, wobei die Steuerungsvorrichtung so beschaffen ist, dass sie bei einem Druck ab einem Schwellenwert das Ventil öffnet und bei einem Abfall des Drucks unter den Schwellenwert das Ventil schließt.

11. System nach Anspruch 10, das zwischen Einlass und erster Abzweigung einen ersten Drucksensor und/oder zwischen Zusammenführung und Auslass einen zweiten Drucksensor aufweist.

12. System nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem die Coriolis-Massendurchflussmesser zusätzlich zum Massenstrom die Dichte und/oder die Temperatur der durch die Coriolis-Massendurchflussmesser hindurchströmenden Flüssigkeit ermitteln.

13. System nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei dem zwischen der Zusammenführung und dem Auslass ein Temperatursensor zum Messen der Mischtemperatur der Flüssigkeit hinter den Coriolis-Massendurchflussmessern angeordnet ist.

14. System nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei dem in den verschiedenen Leitungszweigen Messeinrichtungen zum Messen der Massenströme und/oder Dichten und/oder Temperaturen der durch die Leitungszweige hindurch strömenden Flüssigkeit angeordnet sind und die Messeinrichtungen mit einer Auswerteeinrichtung verbunden sind, die die gemessenen Massenströme und/oder Dichten und/oder Temperaturen fortlaufend mit einem Referenzwert vergleicht und bei Überschreiten einer vorgegebenen Abweichung von dem Referenzwert einen Alarm ausgibt.

15. System nach einem der Ansprüche 1 bis 14, bei dem in den verschiedenen Leitungszweigen Messeinrichtungen zum Messen der Massenströme und/oder Dichten und/oder Temperaturen der durch die Leitungsstränge hindurch strömenden Flüssigkeit angeordnet sind und die Messeinrichtungen mit einer Anzeigeeinrichtung verbunden sind, die die gemessenen Massenströme und/oder Dichten und/oder Temperaturen fortlaufend anzeigen oder aufzeichnen.

16. System nach Anspruch 15, bei der die Anzeigeeinrichtung zusätzlich zu den von den Messeinrichtungen erfassten Massenströmen und/oder Dichten und/oder Temperaturen Referenzwerte für die Massenströme und/oder Dichten und/oder Temperaturen anzeigt.

17. System nach einem der Ansprüche 1 bis 16, bei dem der Auslass über eine weitere Abzweigung und verschiedene Verbindungsleitungen mit verschiedenen Bunkertanks verbunden ist, wobei in jeder Verbindungsleitung ein Absperrventil angeordnet ist, das gesondert absperrenbar und offenbar sind, um durch Befüllen einzelner Bunkertanks unter Messung des Massenstroms mittels der Coriolis-Massendurchflussmesser eine Kalibrierung der Bunkertanks vorzunehmen.

18. System nach Anspruch 17, bei dem die Bunkertanks über gesondert öffnen- und schließbare Absperrventile mit einem gemeinsamen Zumesstank verbunden sind, der einen Verbraucher speist, um die Menge der vom Verbraucher verbrauchten Flüssigkeit zu ermitteln.

19. System nach einem der Ansprüche 1 bis 18, das an Bord eines Kesselwagens oder Tankfahrzeugs oder Schiffes oder eines anderen Fahrzeuges mit einem großvolumigen Tank angeordnet ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

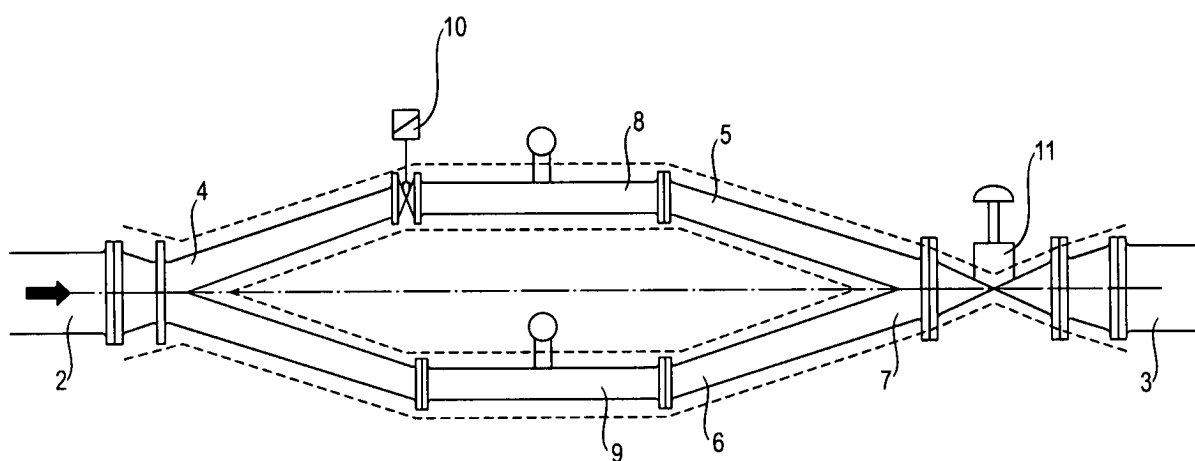


Fig. 1

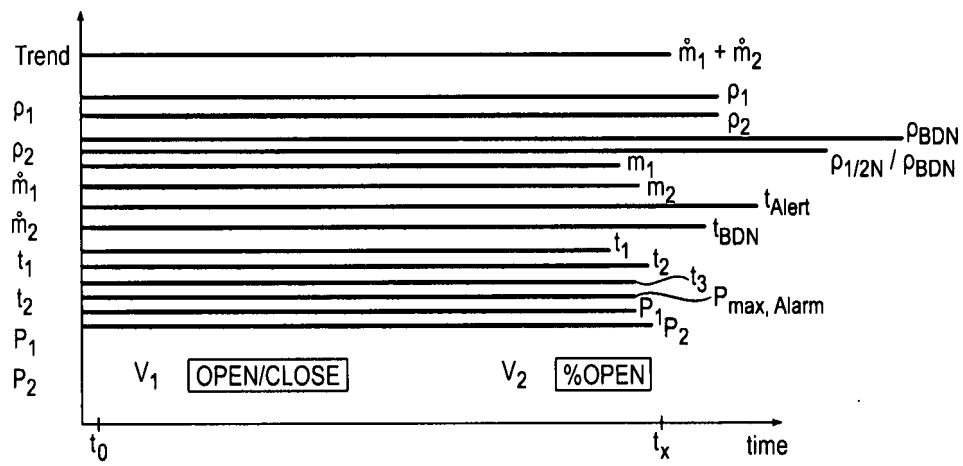


Fig. 2

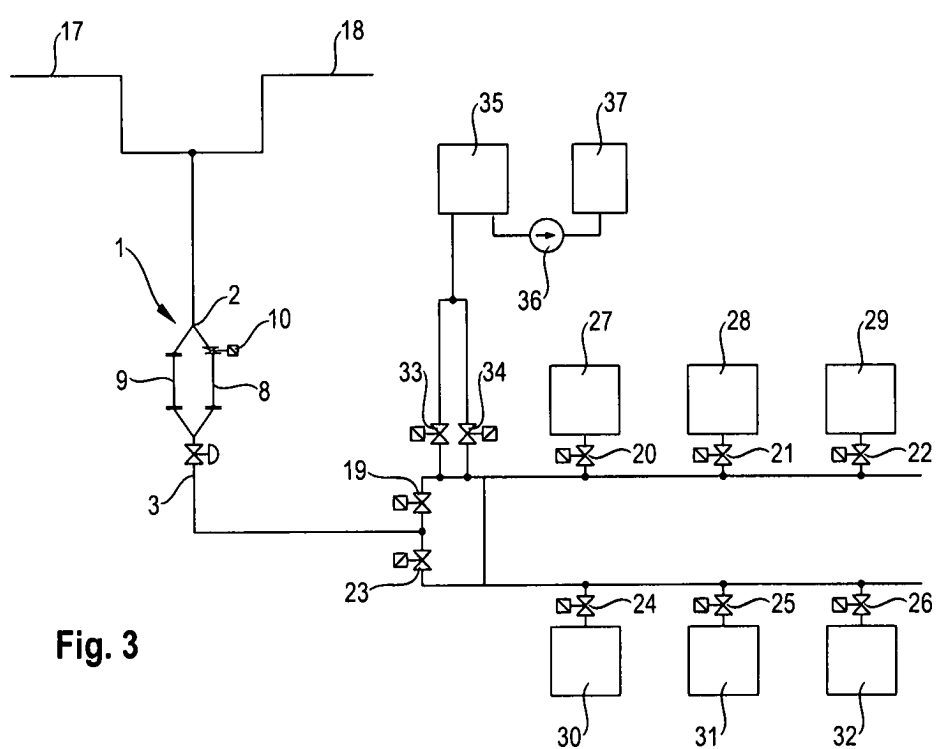


Fig. 3

