

(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
18. Juni 2020 (18.06.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/118341 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01F 1/00 (2006.01) G01F 7/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2019/060435

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Dezember 2019 (12.12.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A51099/2018 12. Dezember 2018 (12.12.2018) AT

(71) Anmelder: AVL LIST GMBH [—/AT]; Hans-List-Platz
1, 8020 Graz (AT).

(72) Erfinder: BUCHNER, Michael; Leechgasse 46/17, 8010
Graz (AT). ROTHLÄNDER, Thomas; Fichtestraße 75,
8020 Graz (AT). STEINHÖFLER, André; Großwilfers-

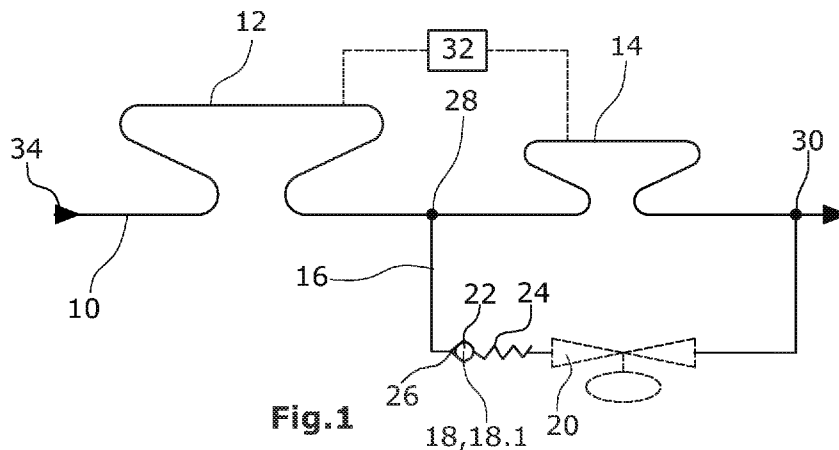
dorf 264, 8263 Großwilfersdorf (AT). TINAUER, Patrick;
Hafnerriegel 53 / 39, 8010 Graz (AT). BISCHOF, David;
Sparbersbachgasse 53, 8010 Graz (AT). DIAZ FERNAN-
DEZ, Jaime; Körösistraße 29b, Top 78, 8010 Graz (AT).

(74) Anwalt: RÜTTEN, Peter; PATENTANWÄLTE TER
SMITEN EBERLEIN-VAN HOOF RÜTTEN PART-
NERSCHAFTSGESELLSCHAFT MBB, Burgunderstr.
29, 40549 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) Title: MEASURING SYSTEM AND METHOD FOR MEASURING A MASS FLOW RATE, A DENSITY, A TEMPERATURE OR A FLOW SPEED

(54) Bezeichnung: MESSSYSTEM UND VERFAHREN ZUR MESSUNG EINES MASSENDURCHFLUSSES, EINER DICHTe, EINER TEMPERATUR ODER EINER STRÖMUNGSGESCHWINDIGKEIT



(57) Abstract: The invention relates to a measuring system for measuring a mass flow rate, a density, a temperature or a flow speed, having: a main line (10); a first Coriolis meter (12) arranged in the main line (10); a second Coriolis meter (14) arranged in series with the first Coriolis meter (12) in the main line (10); a bypass line (16), via which the second Coriolis meter (12) can be bypassed; a valve (18) arranged in the bypass line (16); and a computing unit (32), which is connected to the first Coriolis meter (12) and to the second Coriolis meter (14), the first Coriolis meter (12) being designed for a higher maximum flow rate than the second Coriolis meter (14) and the valve (18) opening depending on pressure. The invention further relates to a method for measuring a mass flow rate, a density, a temperature or a flow speed using a measuring system of this kind.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Messsystem zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit mit einer Hauptleitung (10), einem ersten Coriolis-Messgerät (12), welches in der Hauptleitung (10) angeordnet ist, einem zweiten Coriolis-Messgerät (14), welches in Reihe zum ersten Coriolis-Messgerät (12) in der Hauptleitung (10) angeordnet ist, einer Bypassleitung (16), über die das zweite Coriolis-Messgerät (12) umgehbar ist, einem Ventil (18), welches in der Bypassleitung (16) angeordnet ist, und einer Recheneinheit (32), die mit dem ersten Coriolis-Messgerät (12) und dem zweiten Coriolis-Messgerät (14) verbunden ist, wobei das erste Coriolis-Messgerät (12) für einen höheren Maximaldurchfluss ausgelegt ist als das zweite Coriolis-Messgerät (14) und das Ventil (18) ein druckabhängig öffnendes Ventil ist. Weiter betrifft die Erfindung

WO 2020/118341 A1

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)

B E S C H R E I B U N G

Messsystem und Verfahren zur Messung eines

5 Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit

Die Erfindung betrifft ein Messsystem zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer
10 Strömungsgeschwindigkeit mit einer Hauptleitung, einem ersten Coriolis-Messgerät, welches in der Hauptleitung angeordnet ist, einem zweiten Coriolis-Messgerät, welches in Reihe zum ersten Coriolis-Messgerät in der Hauptleitung angeordnet ist, einer Bypassleitung, über die das zweite Coriolis-Messgerät umgehbar ist, einem Ventil, welches in der
15 Bypassleitung angeordnet ist, und einer Recheneinheit, die mit dem ersten Coriolis-Messgerät und dem zweiten Coriolis-Messgerät verbunden ist, sowie ein Verfahren zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit mit einem derartigen Messsystem.

20

Derartige Messsysteme und zugehörige Messverfahren werden in einer Vielzahl von Anlagen genutzt, in denen Aussagen zu den in der Anlage vorhandenen Durchflüssen, Dichten oder Geschwindigkeiten erforderlich sind. Mit den verwendeten Messgeräten können sowohl die Durchflüsse
25 von Flüssigkeiten als auch von Gasen in den entsprechenden Leitungen gemessen werden. Ein Beispiel für eine Durchflussmessung ist die Verwendung einer derartigen Anordnung zur Verbrauchsmessung von Kraftstoffen in Kraftfahrzeugen, die entweder gasförmig oder flüssig vorliegen können.

30

Bei den bekannten Verbrauchsmesssystemen werden üblicherweise Coriolis-Messgeräte verwendet, die eine hohe Genauigkeit bei einphasigen Strömungen aufweisen und auch geeignet sind, Strömungsgeschwindigkeiten und Durchflüsse gasförmiger Medien zu messen. Bei diesen Coriolis-Messgeräten handelt es sich um Messgeräte, die einen Druck aufbauen müssen, um korrekte Messergebnisse anzuzeigen. Des Weiteren erreichen diese Messgeräte immer nur in einem und einem bestimmten Durchflussbereich ausreichend genaue Messergebnisse. Aus diesem Grund sind Messgeräte bekannt geworden, bei denen mehrere unterschiedlich große Coriolis-Messgeräte miteinander kombiniert werden.

Ein Beispiel hierfür ist das in der EP 2 660 570 A2 beschriebene System zur Versorgung einer Gasturbine mit gasförmigem Kraftstoff. Zur Verbrauchsmessung wird hier vorgeschlagen, zwei Durchflussmesser parallel zu schalten und einen dritten Durchflussmesser in Reihe zu schalten. Alle drei Durchflussmesser können dabei über eine Umgehungsleitung, in der ein Schaltventil angeordnet ist, umgangen werden. Hierzu werden zwei kleinere Durchflussmessgeräte parallel vor ein größeres Durchflussmessgerät geschaltet, wobei der Maximaldurchfluss der kleinen Geräte in Summe dem Maximaldurchfluss des großen Gerätes entspricht. Dabei werden immer alle drei Durchflussmesser durchströmt, außer wenn einer der Durchflussmesser zur Kalibrierung ausgebaut wird. Das Ergebnis der Summe der beiden kleinen Durchflussmesser wird mit dem Messergebnis des großen Durchflussmessers verglichen. Als Ergebnis werden bei zu großer Abweichung entweder die Messwerte gewichtet oder lediglich einer der Messwerte verwendet.

Bei der Verwendung solcher unterschiedlich großer Durchflussmesser, die in Reihe oder parallel geschaltet werden, ergibt sich jedoch das Problem, dass keine ausreichende Genauigkeit für unterschiedliche geforderte

Drücke über einen großen Durchflussmessbereich kontinuierlich zur Verfügung gestellt werden kann. Des Weiteren entstehen bei den bekannten Ausführungen beim Umschalten der Schaltventile Druckstöße, die das gesamte System beeinflussen und so nicht nur zu Messfehlern führen, sondern gegebenenfalls auch das angeschlossene zu vermessende Gerät beschädigen.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Messsystem und ein Messverfahren zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit zur Verfügung zu stellen, mit denen bei unterschiedlichen Anforderungen an den Ausgangsdruck durch den Kunden über einen weiten Messbereich die vorhandenen Durchflüsse sehr genau ermittelt werden können, wobei Einschwingvorgänge des Systems vermieden werden sollten, um Druckstöße und damit verbundene Verbrauchspeaks und Schäden am angeschlossenen Prüfling zu vermeiden und so sowohl bei gasförmigen als auch bei flüssigen Medien eine genaue und kontinuierliche, dynamische Messung vornehmen zu können.

Diese Aufgabe wird durch ein Messsystem zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein entsprechendes Verfahren zur Messung mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst.

Dadurch, dass das erste Coriolis-Messgerät für einen höheren Maximaldurchfluss ausgelegt ist als das zweite Coriolis-Messgerät und das Ventil ein druckabhängig öffnendes Ventil ist, wird es möglich jeweils die Messwerte des im entsprechenden Messbereich mit höherer Genauigkeit messenden Messgerätes zu verwenden. Unter einem abhängig vom Druck öffnenden Ventil wird ein Ventil verstanden, welches bei Erreichen eines Schwelldruckes beginnt einen Öffnungsquerschnitt freizugeben, wobei

dieser Öffnungsquerschnitt mit steigendem Druck zunimmt. Auf diese Weise können im Vergleich zu einem Schaltventil Druckstöße, die zu einer Unstetigkeit des gemessenen Durchflusses führen, vermieden werden. Diese Druckstöße entstünden, wenn plötzlich der vollständige Durchströmungsquerschnitt der Bypassleitung freigegeben würde, wodurch eine plötzliche Entspannung und daraus folgend ein plötzlicher Druckabfall am Coriolis-Messgerät mit dem kleineren Maximaldurchfluss entstehen würde. Dies hätte Rückwirkungen auf das gesamte System, so dass keine korrekten Messwerte ausgelesen werden könnten.

10

Eine korrekte Messung wird durch ein Verfahren zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit mit einem derartigen Messsystem erreicht, bei dem in einem ersten Messbereich, in dem das druckabhängig öffnende Ventil in der Bypassleitung geschlossen ist, die Messwerte des Coriolis-Messgerätes mit geringerem Maximaldurchfluss als Ausgangswerte des Massendurchflusses, der Dichte, der Temperatur oder der Strömungsgeschwindigkeit verwendet werden, in einem zweiten Messbereich, in dem das druckabhängig öffnende Ventil weiterhin geschlossen ist und der Durchfluss und der Druck größer als der Durchfluss und der Druck im ersten Messbereich ist, die Messwerte des Coriolis-Messgerätes mit höherem Maximaldurchfluss und die Messwerte des Coriolis-Messgerätes mit niedrigerem Maximaldurchfluss gemessen und in Abhängigkeit vom Differenzdruck des zweiten Coriolis-Messgerätes gewichtet werden und in der Recheneinheit aus den gewichteten Messwerten des ersten Coriolis-Messgerätes und des zweiten Coriolis-Messgerätes die Ausgangswerte für den Massendurchflusses, die Dichte, die Temperatur oder die Strömungsgeschwindigkeit errechnet werden, und in einem dritten Messbereich, in dem das druckabhängig öffnende Ventil geöffnet ist, und der Druck in der Bypassleitung über dem Druck im zweiten Messbereich liegt, die Messwerte des Coriolis-Messgerätes mit

dem höheren Maximaldurchfluss als Ausgangswerte für den Massendurchfluss, die Dichte, die Temperatur oder die Strömungsgeschwindigkeit verwendet werden. Bei den Coriolis-Messgeräten ist es zum Erhalt von korrekten Messwerten bezüglich des 5 Verbrauchs am Prüfling erforderlich, dass über das Messgerät eine ausreichende Strömungsgeschwindigkeit vorliegt und plötzliche Druckschwankungen vermieden werden. Das große Coriolis-Messgerät wird immer durchströmt, liefert jedoch bei geringen Strömungsgeschwindigkeiten Messwerte mit geringerer Genauigkeit. Die 10 Messwerte des kleinen Coriolis-Messgerätes werden nur bei geschlossenem druckabhängig öffnenden Ventil verwendet. Dieses zweite Coriolis-Messgerät liefert für kleine Durchflüsse dann hochgenaue Messwerte. Die Messwerte des ersten Coriolis-Messgeräts mit dem höheren Maximaldurchfluss entsprechen nunmehr in dem dritten 15 Messbereich immer den tatsächlichen zu messenden Werten des Prüflings, da Druckstöße vermieden werden und eine Verfälschung der gemessenen Werte im Vergleich zu den tatsächlichen Werten am Prüfling, die durch eine sich am kleineren Coriolis-Messgerät auftretende Druckschwankung entstehen könnten, verhindert wird. Eine Druckschwankung, die eine 20 Durchflussschwankung hervorrufen würde, die wiederum vom Coriolis-Messgerät mit dem höheren Maximaldurchfluss gemessen würde und somit die gewünschten Werte des Prüflings verfälschen würde, wird verhindert, da das Coriolis-Messgerät mit dem geringeren Maximaldurchfluss nach dem Schalten des druckabhängig öffnenden Ventils mit nahezu 25 konstantem Durchfluss durchströmt wird, so dass der Differenzdruck über das zweite Coriolis-Messgerät unverändert bleibt und Druckschwankungen vermieden werden. Im Interpolationsbereich liefern beide Coriolis-Messgeräte gute Messwerte, die dann gewichtet interpoliert werden können, so dass über den gesamten Verlauf ein stetiges Ausgangssignal 30 erzeugt werden kann.

In einer hierzu weiterführenden Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden in einem vierten Messbereich, der zwischen dem zweiten und dem dritten Messbereich liegt, die Messwerte des Coriolis-Messgerätes mit dem höheren Maximaldurchfluss verwendet und das
5 druckabhängig öffnende Ventil ist noch geschlossen. Durch die Einführung dieses vierten Messbereichs wird ein Sicherheitsabstand zu dem Bereich hergestellt, in dem noch Messwerte des kleineren Coriolis-Messgerätes berücksichtigt werden, so dass bei geringfügigen Verschiebungen des Öffnungsdrucks keine Messwertfehler aufgrund eines am kleineren
10 Coriolis-Messgerätes vorbeiströmenden Mediums entstehen können.

In dem erfindungsgemäßen Messsystem ist das druckabhängig öffnende Ventil vorzugsweise ein Rückschlagventil. Dieses hat den Vorteil, dass es ohne äußere Ansteuerung bei einem definierten Druck den
15 Durchströmungsquerschnitt in Abhängigkeit des Druckes im Bypasskanal allmählich freigibt oder verschließt, wodurch Druckstöße, die eine Rückwirkung auf das Messsystem ausüben würden, zuverlässig vermieden werden. Eine externe Stromversorgung wird nicht benötigt. Des Weiteren sind Rückschlagventile kleinbauend und weitestgehend wartungsfrei.

20

In einer hierzu weiterführenden Ausführungsform weist das Rückschlagventil einen kugeligen oder kegeligen Verschlusskörper auf. Diese Verschlusskörper haben den Vorteil, dass sie bei geringerer Nennweite nicht zu einer Wirbelbildung neigen, die dazu führen könnte,
25 dass Pulsationen im Druck und im Durchfluss entstehen, was sich auf die Messwerte des Coriolis-Messgerätes negativ auswirken würde.

In einer alternativen Ausbildung der Erfindung ist das druckabhängig öffnende Ventil ein mechanisch verstellbarer Differenzdruckregler. Dieser
30 öffnet ebenfalls je nach gewählter Einstellung bei einem definierten anliegenden Differenzdruck allmählich den freien

Durchströmungsquerschnitt, so dass auch hier Druckstöße vermieden werden und genaue Messergebnisse erzielt werden können. Ein derartiger Druckregler weist eine sehr kleine Hysterese auf und ist im Gegensatz zum Rückschlagventil bezüglich seines Umschaltpunktes einstellbar.

5

In einer hierzu weiterführenden vorteilhaften Ausbildung der Erfindung ist in der Bypassleitung oder in der Hauptleitung ein Drucksensor angeordnet, der direkt oder über die Recheneinheit mit dem Druckregler verbunden ist, welcher in Abhängigkeit der Messwerte des Drucksensors verstellbar ist.

10 Je nach Kundenanforderung bezüglich des Ausgangsdrucks kann entsprechend eine Öffnung des Ventils bei Erreichen eines definierten, über den Drucksensor ermittelten Druck erfolgen.

Vorzugsweise ist das Ventil ein Druckregler, der über einen
15 elektropneumatischen Wandler in Abhängigkeit des vom Drucksensor gemessenen Druckes verstellt wird. Ein solcher elektropneumatischer Wandler ist ein Ventil, bei dem in Abhängigkeit des anliegenden Stromes an der Spule ein bestimmter Druck am Ausgang des Ventils erzeugt wird. Anders ausgedrückt handelt es sich um einen Druckregler mit I/P-Wandler.

20 Dieser kann zum Öffnen eines pneumatisch betätigten Ventils genutzt werden, so dass eine Öffnung des Durchströmungsquerschnittes in Abhängigkeit des anliegenden Stromes am elektropneumatischen Wandler erfolgt. Der anliegende Strom kann dabei über die Verbindung zum Drucksensor in direkter Abhängigkeit des gemessenen Drucks erfolgen. Da
25 für verschiedene gemessene Drücke verschiedene Spannungen am elektropneumatischen Wandler hinterlegt werden können, ist es auf einfache Weise möglich, den Umschaltpunkt auch im Betrieb zu verändern, so dass dieser bezüglich des Eingangsdruckes und des Ausgangsdruckes optimiert werden kann. Entsprechend kann der Umschaltpunkt bei hohem
30 Eingangsdruck erhöht werden, so dass auch bei höherem Durchfluss noch mit dem kleineren Coriolis-Messgerät gemessen werden kann. Umgekehrt

kann bei niedrigem Eingangsdruck der Umschaltpunkt auf einen geringeren Druck verschoben werden, wodurch zwar die Genauigkeit des kleineren Coriolis-Messgerätes nicht über einen so großen Messbereich genutzt werden kann, jedoch weiterhin der vom Kunden vorgegebene
5 Ausgangsdruck gehalten werden kann.

Alternativ kann das Ventil einen Elektromotor oder einen Elektromagneten als Aktor aufweisen und in Abhängigkeit der Messwerte des Drucksensors verstellbar sein. Es ergeben sich dabei im Wesentlichen die gleichen
10 Vorteile, wie bei der Verwendung des elektropneumatischen Wandlers, jedoch entsteht mehr Wärme, deren Eintrag in das Medium vermeiden werden muss. Die Regelung eines derartigen Ventils ist zwar aufwendig, jedoch sehr präzise.

15 Entsprechend ist es bezüglich des Verfahrens vorteilhaft, wenn in Abhängigkeit des Eingangsdrucks in das Messsystem oder des Ausgangsdrucks aus dem Messsystem der Schaltpunkt des Ventils verstellt wird, was, wie oben bereits beschrieben wurde, die Möglichkeit des Haltens des Ausgangsdrucks und die Erweiterung des Messbereichs des kleineren
20 Coriolis-Messgerätes ermöglicht. Dies erfolgt, wie ebenfalls bereits beschrieben wurde, indem der Druck, bei dem das Ventil geöffnet wird, bei steigendem Eingangsdruck oder steigendem geforderten Ausgangsdruck, erhöht oder erniedrigt wird. Soll ein bestimmter Ausgangsdruck gehalten werden, ist es gegebenenfalls erforderlich, den Schaltpunkt zu verringern,
25 also bei einem niedrigeren Druck bereits das Ventil zu Öffnen, um den Druckabfall im System zu verringern. Dies kann prinzipiell zwischen den Messungen oder während der Messungen erfolgen, wobei bei einer Verstellung während der Messung das Druckniveau verschoben würde, wodurch die Genauigkeit der Messungen sinkt.

Vorzugsweise ist das Ventil ein Nadelventil, bei dem nur eine geringe Wirbelbildung und somit keine sprunghaften Druckunterschiede beim Öffnen zu befürchten sind.

- 5 Des Weiteren ist es vorteilhaft, wenn stromabwärts des druckabhängig öffnenden Ventils in der Bypassleitung ein weiteres Ventil angeordnet ist. Dieses wird genutzt, um eine Dichtheitskontrolle am druckabhängig öffnenden Ventil durchführen zu können.
- 10 Selbstverständlich ist es ebenfalls bevorzugt, wenn drei oder mehr Coriolis-Messgeräte mit unterschiedlichem Maximaldurchfluss seriell hintereinander geschaltet werden, wobei alle Coriolis-Messgeräte mit Ausnahme des Coriolis-Messgerätes mit dem höchsten Maximaldurchfluss über eine Bypassleitung umgehbar sind, in der jeweils ein druckabhängig
- 15 öffnendes Ventil angeordnet ist. Deren Messwerte würden dann mit steigendem Durchfluss nacheinander verwendet werden, wobei die druckabhängig öffnenden Ventile jeweils bei einer anderen Druckdifferenz öffnen würden. Bei steigendem Druck werden jeweils die Messwerte des Coriolis-Messgerätes mit dem nächst höheren Maximaldurchfluss von der
- 20 Recheneinheit verwendet.

- Vorzugsweise ist das druckabhängig öffnende Ventil derart ausgelegt, dass es innerhalb des Messbereichs des Coriolis-Messgerätes mit dem höheren Maximaldurchfluss, in dem das Coriolis-Messgerät seine
- 25 Maximalgenauigkeit aufweist, und im Bereich eines Maximaldurchflusses des Coriolis-Messgerätes mit dem geringen Maximaldurchfluss schaltet. In diesem Bereich wird die Drosselwirkung des kleinen Sensors zu groß, so dass die erlaubte Druckdifferenz oder maximale Strömungsgeschwindigkeit überschritten wird oder kein ausreichender
- 30 Ausgangsdruck mehr im System gehalten werden kann, weswegen ein zusätzlicher Querschnitt freigegeben werden muss, um die tatsächlich am

Prüfling anliegenden Werte messen zu können. Durch diese Auslegung können entsprechend auftretende Druckstöße verhindert werden und ein möglichst großer Messbereich des kleineren Coriolis-Messgerätes genutzt werden, wodurch auch die maximale Messgenauigkeit erhöht wird.

- 5 Entsprechend wird ein Messsystem und ein Messverfahren geschaffen, mit denen über einen weiten Durchflussbereich auftretende Durchflüsse sehr genau auch bei Gasen im unteren Messbereich gemessen werden können. Ein derartiges Messsystem ist auf einfache Weise an Kundenwünsche bezüglich des Ausgangsdrucks anzupassen und erreicht deutlich höhere
- 10 Genauigkeiten als bekannte Messgeräte.

Drei erfindungsgemäße Ausführungsbeispiele von Messsystemen sind in den Figuren dargestellt und werden ebenso wie das erfindungsgemäße Verfahren im Folgenden anhand der Figuren beschrieben.

15

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Messsystems.

- Figur 2 zeigt einen Graphen, in dem der Druck über den Durchfluss für das
- 20 erfindungsgemäße Verfahren beispielhaft eingetragen ist.

Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung eines zweiten alternativen Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Messsystems.

- 25 Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung eines dritten alternativen Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Messsystems.

Das in Figur 1 dargestellte erfindungsgemäße Messsystem besteht aus einer ersten Hauptleitung 10, die von einem gasförmigen oder flüssigen

30 Medium, wie beispielsweise einem gasförmigem Kraftstoff durchströmt wird, dessen Massendurchfluss bestimmt werden soll.

In dieser Hauptleitung 10 ist ein erstes Coriolis-Messgerät 12 angeordnet, welches auf einen Maximaldurchfluss aufweist, der über dem zu erwartenden Maximaldurchfluss in das Messsystem liegt. Ein solches
5 Coriolis-Messgerät 12 liefert bei geringen Durchflüssen keine exakten Messwerte aufgrund einer Nullpunktsdrift, die entsteht, weil ein gewisser Mindestdurchfluss für eine exakte Messung bei Coriolis-Messgeräten erforderlich ist.

10 Stromabwärts dieses ersten Coriolis-Messgerätes 12 ist ein zweites Coriolis-Messgerät 14 in der Hauptleitung 10 angeordnet, dessen Maximaldurchfluss geringer ist als der Maximaldurchfluss des ersten Coriolis-Messgerätes 12, welches jedoch bei geringeren Durchflüssen aufgrund seines Messbereichs exaktere Messwerte liefert als das erste
15 Coriolis-Messgerät 12.

Da dieses zweite, stromabwärtige Coriolis-Messgerät 14 jedoch im oberen zu messenden Bereich oberhalb seines Maximaldurchflusses liegen würde und so einen extrem hohen Druckverlust aufgrund der entstehenden
20 Blendenwirkung verursachen würde, der den zu messenden Durchfluss am Prüfling verfälschen würde beziehungsweise diesen aufgrund eines nicht mehr ausreichenden Mindestausgangsdrucks unmöglich machen würde, zweigt von der Hauptleitung 10 zwischen dem ersten Coriolis-Messgerät 12 und dem zweiten Coriolis-Messgerät 14 eine Bypassleitung 16 ab. Diese
25 Bypassleitung 16 mündet stromabwärts des zweiten Coriolis-Messgerätes im vorliegenden Ausführungsbeispiel wieder in die Hauptleitung 10.

In der Bypassleitung 16 ist ein druckabhängig schaltendes Ventil 18 angeordnet, welches im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 als
30 Rückschlagventil 18.1 ausgebildet ist.

Optional kann stromabwärts des Rückschlagventils 18.1 noch ein zusätzliches Ventil 20 in der Bypassleitung 16 angeordnet werden, welches jedoch lediglich dazu dient, die Dichtheit des Rückschlagventils 18.1 zu überprüfen.

5

Da Rückschlagventil 18.1 besteht im vorliegenden Ausführungsbeispiel aus einem Kugelkörper 22, der mittels einer Feder 24 gegen einen Ventilsitz 26 belastet ist. In Abhängigkeit der Federstärke der Feder 24 und der am Kugelkörper 22 anliegenden Druckgefälle öffnet oder schließt das
10 Rückschlagventil 18.1 einen Durchströmungsquerschnitt der Bypassleitung 16. Liegt eine Druckdifferenz am Kugelkörper 22 an, der die Federkraft überschreitet, wird entsprechend der Durchströmungsquerschnitt freigegeben und das Medium kann von einer Abzweigung 28 der Bypassleitung 16 aus dem Hauptkanal 10 durch den Bypasskanal 16 und
15 über eine Mündung 30 der Bypassleitung 16 zurück in den Hauptkanal 10 strömen.

Das Rückschlagventil 18.1 ist dabei so dimensioniert, dass auch bei Durchflusssprüngen kein Schwingen des Verschlusskörpers entsteht.

20 Entstehen am Rückschlagventil 18.1 zu hohe Strömungsgeschwindigkeiten entstehen Wirbel hinter dem Ventil, wodurch Druckpulsationen verursacht werden können, die möglichst auszuschließen sind. Aus diesem Grund wird das Rückschlagventil 18.1 überdimensioniert und dessen Nennweite erhöht.

25

Die beiden Coriolis-Messgeräte 12, 14 sind mit einer Recheneinheit 32 verbunden, an die die Messwerte der Coriolis-Messgeräte 12, 14 übertragen werden und in der diese Messwerte verarbeitet werden, um ein nutzbares Messergebnis zu erzeugen.

30

Wie dieses Messergebnis in der Recheneinheit 32 bei der Messung mit diesem Messsystem erzeugt wird, wird im Folgenden anhand der Figur 2 erklärt.

5 Gelangt das Medium über einen Einlass 34 in die Hauptleitung, wird zunächst das erste Coriolis-Messgerät 12 durchströmt und es baut sich ein Druck auf. Ebenso wird das zweite Coriolis-Messgerät 14 durchströmt, in dem ebenfalls ein Druck aufgebaut wird. Das zweite, kleinere Coriolis-Messgerät 14 erreicht bereits bei relativ kleinen Durchflüssen seinen
10 Messbereich, in dem es exakte Messwerte liefert. Diese sind in Figur 2 im linken Graphen 36 dargestellt. Ein ausreichender Durchfluss für exakte Messwerte hat zu diesem Zeitpunkt bei dem Coriolis-Messgerät 12 mit dem höheren Maximaldurchfluss noch nicht stattgefunden. Entsprechend werden in diesem ersten Messbereich 38 von der Recheneinheit 32 die
15 Messwerte des zweiten Coriolis-Messgerätes 14 als Ausgabewert ausgegeben.

Bei steigendem Durchfluss im Messsystem erhöht sich die Genauigkeit des ersten Coriolis-Messgerätes 12 und der Druckabfall über das zweite
20 Coriolis-Messgerät 14 steigt an. Entsprechend wird ein zweiter Messbereich 40 ausgewählt, in dem sowohl die Messwerte des ersten Coriolis-Messgerätes 12 als auch die Messwerte des zweiten Coriolis-Messgerätes 14 von der Recheneinheit 32 berücksichtigt und verarbeitet werden, indem diese gewichtet und interpoliert werden und zwar in Abhängigkeit vom
25 Differenzdruck des zweiten Coriolis-Messgerätes 14. Dieses kann als Rohrstück mit bekanntem Innendurchmesser betrachtet werden, so dass durch Messung des Massendurchflusses und der Dichte mittels des ersten Coriolis-Messgerätes 12 der momentane Differenzdruck des zweiten Coriolis-Messgerätes 14 jederzeit berechnet werden kann und dann eine
30 entsprechende Gewichtung vorgenommen werden kann.

Sowohl im ersten als auch im zweiten Messbereich 38, 40 verschließt das Rückschlagventil 18.1 die Bypassleitung 16.

Im sich anschließenden Bereich, in dem der Durchfluss so hoch ist, dass
5 präzise Messwerte durch das erste Coriolis-Messgerät 12 ausgegeben werden, werden diese Messwerte, die im rechten Graphen 42 in Figur 2 dargestellt sind, auch von der Recheneinheit 32 als Ausgabewert verwendet.

10 Dieser Bereich teilt sich in zwei Teile und zwar in einen dritten Messbereich 44, in dem das druckabhängig öffnende Ventil 18 aufgrund des anliegenden Druckes öffnet und einem vierten Messbereich 46, der zwischen dem zweiten Messbereich 40 und dem dritten Messbereich 44 liegt, in dem zwar die Messwerte des ersten Coriolis-Messgerätes 12 als
15 Ausgabewert genutzt werden, jedoch das druckabhängig öffnende Ventil 18 noch geschlossen ist.

Dies bedeutet, dass ein Schalterpunkt 48 des druckabhängig öffnenden Ventils 18 beabstandet zu dem Bereich ist, in dem die Messwerte des
20 zweiten, kleineren Coriolis-Messgerätes 14 verwendet werden, so dass eine Verfälschung der Ausgabewerte durch eine Verschiebung des Öffnungsdrucks des druckabhängig öffnenden Ventils 18 ausgeschlossen werden kann. Falsche Ausgabewerte durch falsche Messergebnisse des zweiten Coriolis-Messgerätes 14 aufgrund eines vorzeitigen Öffnens
25 beispielsweise aufgrund einer vorhandenen Hysterese oder einer alterungsbedingten Verschiebung des druckabhängig öffnenden Ventils 18 werden so zuverlässig ausgeschlossen.

Eine Rückwirkung durch das Schalten des Rückschlagventils 18.1 auf die
30 Ausgangswerte des Messsystems sind dadurch weitestgehend ausgeschlossen, dass das Rückschlagventil 18.1 mit steigendem Druck

weiter öffnet und somit allmählich einen zusätzlichen Durchströmungsquerschnitt freigibt, während der Widerstand am zweiten Coriolis-Messgerät 14 wächst. Ein Drucksprung wird auf diese Weise zuverlässig verhindert.

5

In der Figur 3 ist eine alternative Ausführungsform des erfindungsgemäßen Messsystems dargestellt. Dieses unterscheidet sich von dem in Figur 1 dargestellten Messsystem dadurch, dass statt des Rückschlagventils ein mechanisch verstellbarer Differenzdruckregler 18.2 verwendet wird.

10 Dieser hat im Wesentlichen die gleichen Eigenschaften, wie das Rückschlagventil 18.1, hat jedoch den zusätzlichen Vorteil, dass der Umschaltpunkt 48 leicht und präzise einstellbar ist und der Druckregler eine sehr geringe Hysterese aufweist. Entsprechend kann in der Bypassleitung 16 oder an der Abzweigung 28 der Bypassleitung 16 von der
15 Hauptleitung 10 ein Drucksensor 50 angeordnet werden, der dazu dient, in der entsprechenden Leitung 10, 16 den Druck zu messen und die Öffnung des Differenzdruckreglers 18.2 auf einen gewünschten Schaltpunkt einzustellen. Im Betrieb entspricht die Funktion dieses Differenzdruckreglers 18.2 im Wesentlichen der Funktion des
20 Rückschlagventils, außer dass eine deutlich reduzierte Hysterese vorliegt.

Eine weiterführende Ausführung ist in der Figur 4 dargestellt. Als Ventil 18 wird ein Druckregler 18.3 verwendet, der hier über einen elektropneumatischen Wandler 52 aktuiert wird, der über eine
25 Druckluftquelle 54 mit Druckluft zur Betätigung des Druckreglers 18.3 versorgt wird und diese Druckluft entweder vollständig oder in verminderter Größe in direkter Abhängigkeit der anliegenden Stromstärke in die Betätigungskammer des Druckreglers 18.3 gibt. Der elektropneumatische Wandler 52 ist ebenso wie der Drucksensor 50 mit
30 der Recheneinheit 32 verbunden.

Ein derartiger Aufbau hat den Vorteil, dass nun der Umschaltpunkt des Druckreglers 18.3 im Betrieb verschoben werden und somit zum jeweiligen Eingangsdruck oder Ausgangsdruck optimal angepasst werden kann.

- 5 Der Ausgangsdruck ist üblicherweise ein Wert, der durch den Verwender des Messsystems vorgegeben werden kann. Existiert nun ein sehr hoher tatsächlicher Eingangsdruck, so kann der Umschaltpunkt des Druckreglers 18.3 hin zu größeren Drücken verschoben werden, wodurch das kleinere Coriolis-Messgerät 14 über ein breiteres Druckspektrum genutzt werden
10 kann, da dieses in seinem Messbereich bis zum Erreichen eines Maximaldurchflusses beziehungsweise einer maximalen Strömungsgeschwindigkeit die exakteren Messwerte liefert. Entsprechend wird der erste Messbereich 38, in dem die Messwerte des kleineren Coriolis-Messgerätes 14 verwendet werden, breiter, während die anderen
15 Messbereiche 40, 44, 46 nach rechts verschoben werden.

Liegt ein sehr geringer Eingangsdruck an, kann umgekehrt der Umschaltpunkt nach links verschoben und der erste Messbereich verkleinert werden. Dies kann notwendig sein, um einen vorgegebenen
20 Ausgangsdruck zu halten.

Für diese Verschiebungen des Umschaltpunktes 48 und der Messbereiche 38, 40, 44, 46 können in der Recheneinheit 32 entsprechende Kennfelder für verschiedene anliegende und über den Drucksensor 50 gemessene
25 Drücke eingestellt werden, um jeweils optimierte Ausgangswerte durch das Messsystem zu erhalten.

Die beschriebenen Messsysteme sowie das beschriebene Messverfahren mit einem derartigen Messsystem liefern über ein breites Druck- und
30 Durchflussspektrum sehr genaue Messwerte, die kontinuierlich zur Verfügung stehen. Ein Einschwingen des Systems ist bei Druckänderungen

nicht erforderlich. Insbesondere ist dieses Messsystem auch für die Messung von Durchflüssen von Gasen geeignet und erreicht hohe Messgenauigkeiten auch bei sehr kleinen Durchflüssen.

- 5 Selbstverständlich sind auch verschiedene Alternativen denkbar. So können auch mehr als zwei unterschiedliche Coriolis-Messgeräte mit sich mindernden Maximaldurchflüssen in Serie hintereinander geschaltet werden, wobei außer am größten Coriolis-Messgerät jeweils ein Bypass vorzusehen ist. In diesem Fall werden im untersten Messbereich die
- 10 Messwerte des Coriolis-Messgerätes mit dem kleinsten Maximaldurchfluss. Vor dem Öffnen des jeweiligen Ventils in der Bypassleitung werden dann jeweils die Messwerte des jeweils größeren Coriolis-Messgerätes zur Bestimmung des Ausgangswertes verwendet, wobei jeweils ein Interpolationsbereich zwischengeschaltet wird. Der Öffnungspunkt der
- 15 Ventile variiert dann entsprechend mit der am Ventil entstehenden Druckdifferenz, die durch den Druckverlust im jeweils parallel geschalteten Coriolis-Messgerät entsteht. Auch kann statt des elektropneumatischen Wandlers mit dem Drucksensor und dem Druckregler ein elektromotorisch oder elektromagnetisch angetriebenes und in Abhängigkeit der Werte des
- 20 Drucksensors geregeltes Ventil verwendet werden, mit dem die gleichen Vorteile erzielt werden können. Weitere Änderungen ergeben sich ebenfalls für den Fachmann innerhalb des Schutzbereiches der Hauptansprüche.

AVL List GmbH

PATENTANSPRÜCHE

- 5 1. Messsystem zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit mit einer Hauptleitung (10),
einem ersten Coriolis-Messgerät (12), welches in der Hauptleitung (10) angeordnet ist,
10 einem zweiten Coriolis-Messgerät (14), welches in Reihe zum ersten Coriolis-Messgeräts (12) in der Hauptleitung (10) angeordnet ist, einer Bypassleitung (16), über die das zweite Coriolis-Messgerät (12) umgehbar ist,
einem Ventil (18), welches in der Bypassleitung (16) angeordnet ist,
15 und einer Recheneinheit (32), die mit dem ersten Coriolis-Messgerät (12) und dem zweiten Coriolis-Messgerät (14) verbunden ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
das erste Coriolis-Messgerät (12) für einen höheren Maximaldurchfluss ausgelegt ist als das zweite Coriolis-Messgerät
20 (14) und das Ventil (18) ein druckabhängig öffnendes Ventil ist.
2. Messsystem zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit nach Anspruch 1,
25 **dadurch gekennzeichnet, dass**
das druckabhängig öffnende Ventil (18) ein Rückschlagventil (18.1) ist.
3. Messsystem zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte,
30 einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Rückschlagventil (18.1) einen kugeligen oder kegeligen Verschlusskörper (22) aufweist.

- 5 4. Messsystem zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

- 10 das druckabhängig öffnende Ventil (18) ein mechanisch verstellbarer Differenzdruckregler (18.2) ist.

5. Messsystem zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit nach Anspruch 1,

15 **dadurch gekennzeichnet, dass**

- in der Bypassleitung (16) oder in der Hauptleitung (10) ein Drucksensor (50) angeordnet ist, der direkt oder über die Recheneinheit (32) mit dem druckabhängig öffnenden Ventil (18) verbunden ist, welches in Abhängigkeit der Messwerte des Drucksensors (50) verstellbar ist.
- 20

6. Messsystem zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit nach Anspruch 5,

25 **dadurch gekennzeichnet, dass**

das Ventil (18) ein Druckregler (18.3) ist, der über einen elektropneumatischen Wandler (52) in Abhängigkeit des vom Drucksensor (50) gemessenen Druckes verstellbar ist.

7. Messsystem zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

- 5 das druckabhängig öffnende Ventil (18) einen Elektromotor oder einen Elektromagneten als Aktor aufweist und in Abhängigkeit der Messwerte des Drucksensors (50) verstellbar ist.

8. Messsystem zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit nach einem der Ansprüche 6 oder 7,

dadurch gekennzeichnet, dass

das druckabhängig öffnende Ventil (18) ein Nadelventil ist.

9. Messsystem zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

stromabwärts des druckabhängig öffnenden Ventils (18) in der Bypassleitung (16) ein weiteres Ventil (20) angeordnet ist.

10. Messsystem zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

das druckabhängig öffnende Ventil (18) derart ausgelegt ist, dass es innerhalb des Messbereiches des Coriolis-Messgerätes (12) mit dem höheren Maximaldurchfluss, in dem das Coriolis-Messgerät (12) seine Maximalgenauigkeit aufweist, und im Bereich eines Maximaldurchflusses des Coriolis-Messgerätes (14) mit dem geringen Maximaldurchfluss verstellbar ist.

11. Messsystem zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

5 drei oder mehr Coriolis-Messgeräte (12, 14) mit unterschiedlichem Maximaldurchfluss hintereinander geschaltet werden, wobei alle Coriolis-Messgeräte (12, 14) mit Ausnahme des Coriolis-Messgerätes (12) mit dem höchsten Maximaldurchfluss über eine Bypassleitung (16) umgehbar sind, in der jeweils ein druckabhängig öffnendes Ventil (18) angeordnet ist.

12. Verfahren zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit mit einem Messsystem gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem

15 - in einem ersten Messbereich (38), in dem das druckabhängig öffnende Ventil (18) in der Bypassleitung (16) geschlossen ist, die Messwerte des Coriolis-Messgerätes (14) mit geringerem Maximaldurchfluss als Ausgangswerte des Massendurchflusses, der Dichte, der Temperatur oder der Strömungsgeschwindigkeit verwendet werden,

20 - in einem zweiten Messbereich (40), in dem das druckabhängig öffnende Ventil (18) weiterhin geschlossen ist und der Durchfluss und der Druck größer als der Durchfluss und der Druck im ersten Messbereich (38) ist, die Messwerte des Coriolis-Messgerätes (12) mit höherem Maximaldurchfluss und die Messwerte des Coriolis-Messgerätes (14) mit niedrigerem Maximaldurchfluss gemessen und in und in Abhängigkeit vom Differenzdruck des zweiten Coriolis-Messgerätes gewichtet werden und in der Recheneinheit aus den gewichteten Messwerten des ersten Coriolis-Messgerätes (12) und
25
30 des zweiten Coriolis-Messgerätes (14) die Ausgangswerte für den

Massendurchflusses, die Dichte, die Temperatur oder die Strömungsgeschwindigkeit errechnet werden,

- und in einem dritten Messbereich (44), in dem das druckabhängig öffnende Ventil (18) geöffnet ist, und der Druck in der Bypassleitung (16) über dem Druck im zweiten Messbereich (40) liegt, die Messwerte des Coriolis-Messgerätes (12) mit dem höheren Maximaldurchfluss als Ausgangswerte für den Massendurchfluss, die Dichte, die Temperatur oder die Strömungsgeschwindigkeit verwendet werden.

10

13. Verfahren zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit nach Anspruch 12, mit einem Messsystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass**

15

in einem vierten Messbereich (46), der zwischen dem zweiten Messbereich (40) und dem dritten Messbereich (44) liegt, die Messwerte des Coriolis-Messgerätes (12) mit höherem Maximaldurchfluss als Ausgangswerte verwendet werden und das druckabhängig öffnende Ventil (18) in der Bypassleitung (16) noch geschlossen ist.

20

14. Verfahren zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit gemäß Anspruch 12 oder 13 mit einem Messsystem gemäß einem der Ansprüche 5 bis 7,

25

dadurch gekennzeichnet, dass

in Abhängigkeit des Eingangsdrucks in das Messsystem oder des Ausgangsdrucks aus dem Messsystem der Öffnungsdruck des druckabhängig öffnenden Ventils (18) verstellt wird.

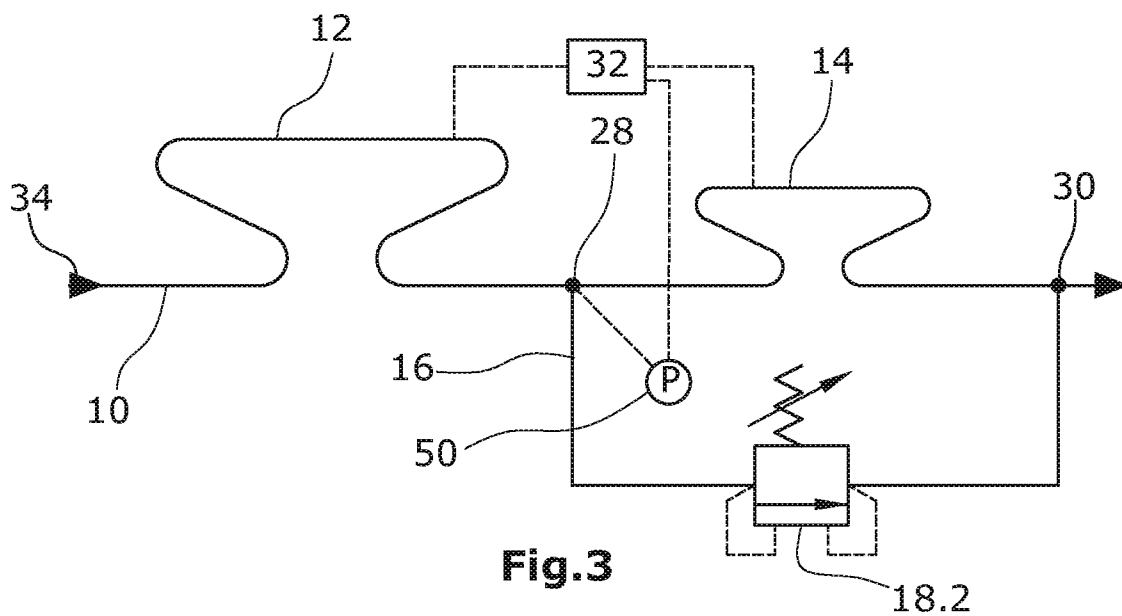
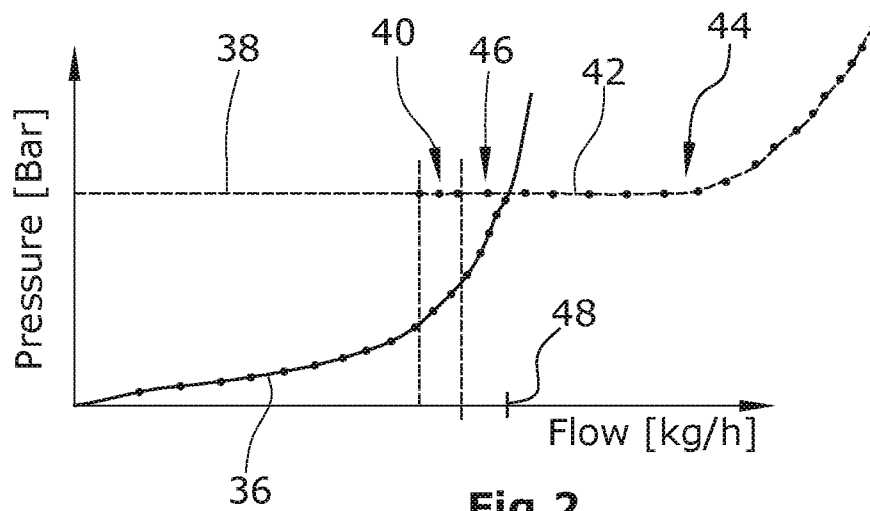
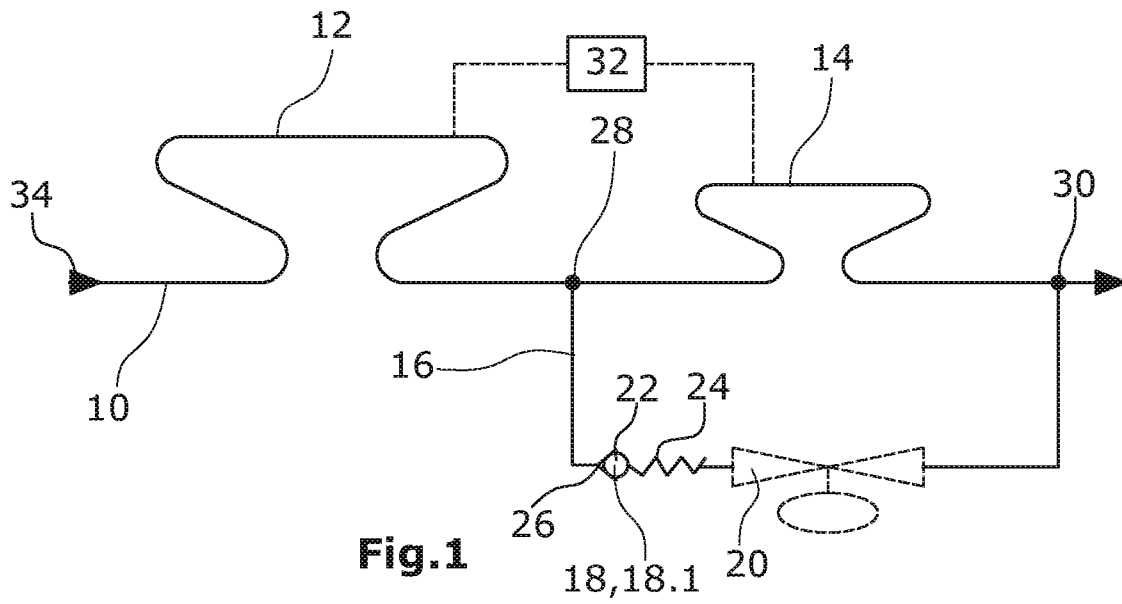
30

15. Verfahren zur Messung eines Massendurchflusses, einer Dichte, einer Temperatur oder einer Strömungsgeschwindigkeit gemäß Anspruch 14 mit einem Messsystem gemäß einem der Ansprüche 5 bis 7,

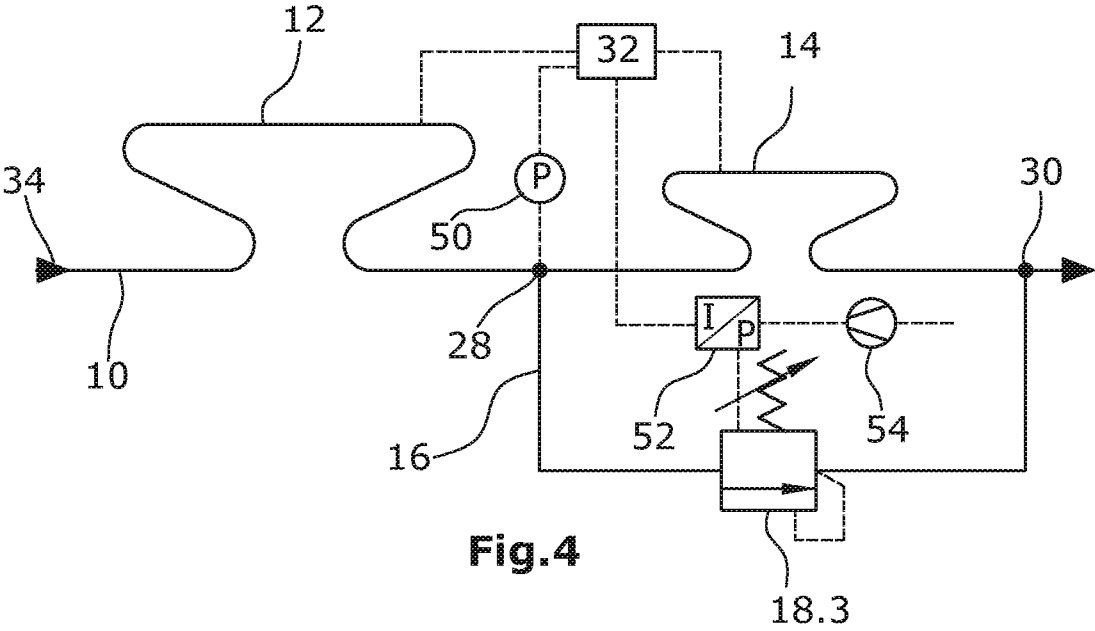
dadurch gekennzeichnet, dass

- 5 der Öffnungsdruck, bei dem das druckabhängig öffnende Ventil (18) geöffnet wird, bei steigendem Eingangsdruck oder steigendem gefordertem Ausgangsdruck, erhöht oder erniedrigt wird.

-1/2-



-2/2-



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/AT2019/060435

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01F 1/00**(2006.01)i; **G01F 7/00**(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01F; G05D

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	GB 384383 A (MEAF MACH EN APPARATEN FAB NV) 08 December 1932 (1932-12-08) figure 1	1-15
A	AT 519880 A4 (AVL LIST GMBH) 15 November 2018 (2018-11-15) title; page 10, paragraph 2; figures 1, 2 page 11, paragraph 2	1,2,6,8
A	CN 206095334 U (XINJIANG CENTRAL TANON OIL & GAS TECH CO LTD) 12 April 2017 (2017-04-12) abstract; paragraph [0005]; figure 1	1,4,5
A	JP S5827020 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 17 February 1983 (1983-02-17) abstract; paragraph [0004]; figure 1	9
A	US 2017199529 A1 (DING JUNHUA [US]) 13 July 2017 (2017-07-13) figure 2	1
A	US 2007006640 A1 (GYSLING DANIEL L [US]) 11 January 2007 (2007-01-11) figure 13	1



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 February 2020

Date of mailing of the international search report

27 February 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

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

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

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

Authorized officer

Decaix, François

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/AT2019/060435

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
GB	384383	A	08 December 1932	NONE			
AT	519880	A4	15 November 2018	AT	519880	A4	15 November 2018
				WO	2019006485	A1	10 January 2019
CN	206095334	U	12 April 2017	NONE			
JP	S5827020	A	17 February 1983	NONE			
US	2017199529	A1	13 July 2017	US	2014190579	A1	10 July 2014
				US	2017199529	A1	13 July 2017
US	2007006640	A1	11 January 2007	AT	482380	T	15 October 2010
				AT	486270	T	15 November 2010
				AU	2006269351	A1	18 January 2007
				AU	2006269354	A1	18 January 2007
				BR	PI0612597	A2	30 November 2010
				BR	PI0612768	A2	30 November 2010
				CA	2612625	A1	18 January 2007
				CA	2614015	A1	18 January 2007
				CA	2614021	A1	18 January 2007
				EP	1899687	A1	19 March 2008
				EP	1899688	A1	19 March 2008
				NO	339424	B1	12 December 2016
				NO	340170	B1	20 March 2017
				NO	340171	B1	20 March 2017
				US	2007006640	A1	11 January 2007
				WO	2007008623	A1	18 January 2007
				WO	2007008626	A1	18 January 2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01F1/00 G01F7/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01F G05D

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	GB 384 383 A (MEAF MACH EN APPARATEN FAB NV) 8. Dezember 1932 (1932-12-08) Abbildung 1	1-15
A	----- AT 519 880 A4 (AVL LIST GMBH) 15. November 2018 (2018-11-15) Titel; Seite 10, Absatz 2; Abbildungen 1, 2 Seite 11, Absatz 2	1,2,6,8
A	----- CN 206 095 334 U (XINJIANG CENTRAL TANON OIL & GAS TECH CO LTD) 12. April 2017 (2017-04-12) Abstrakt; Absatz [0005]; Abbildung 1 ----- -/-	1,4,5



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. Februar 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

27/02/2020

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

Dcaix, François

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP S58 27020 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 17. Februar 1983 (1983-02-17) Abstrakt; Absatz [0004]; Abbildung 1 -----	9
A	US 2017/199529 A1 (DING JUNHUA [US]) 13. Juli 2017 (2017-07-13) Abbildung 2 -----	1
A	US 2007/006640 A1 (GYSLING DANIEL L [US]) 11. Januar 2007 (2007-01-11) Abbildung 13 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2019/060435

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 384383	A	08-12-1932	KEINE
AT 519880	A4	15-11-2018	AT 519880 A4 15-11-2018
		WO 2019006485 A1	10-01-2019
CN 206095334	U	12-04-2017	KEINE
JP S5827020	A	17-02-1983	KEINE
US 2017199529	A1	13-07-2017	US 2014190579 A1 10-07-2014
		US 2017199529 A1	13-07-2017
US 2007006640	A1	11-01-2007	AT 482380 T 15-10-2010
		AT 486270 T	15-11-2010
		AU 2006269351 A1	18-01-2007
		AU 2006269354 A1	18-01-2007
		BR PI0612597 A2	30-11-2010
		BR PI0612768 A2	30-11-2010
		CA 2612625 A1	18-01-2007
		CA 2614015 A1	18-01-2007
		CA 2614021 A1	18-01-2007
		EP 1899687 A1	19-03-2008
		EP 1899688 A1	19-03-2008
		NO 339424 B1	12-12-2016
		NO 340170 B1	20-03-2017
		NO 340171 B1	20-03-2017
		US 2007006640 A1	11-01-2007
		WO 2007008623 A1	18-01-2007
		WO 2007008626 A1	18-01-2007