

(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
11. Dezember 2014 (11.12.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/195076 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01F 23/296 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/059274

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. Mai 2014 (06.05.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
13170914.9 6. Juni 2013 (06.06.2013) EP

(71) Anmelder: **VEGA GRIESHABER KG** [DE/DE];
Hauptstraße 1-5, 77709 Wolfach (DE).

(72) Erfinder: **BURGERT, Florian**; Rebhalde 12, 77723
Gengenbach (DE). **KASPAR, Stefan**; Georg-
Neumaierstraße 8, Hofstetten 77716 (DE).

(74) Anwalt: **WESTPHAL, MUSSGUG & PARTNER**;
Patentanwälte, Am Riettor 5, 78048 Villingen-
Schwenningen (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, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

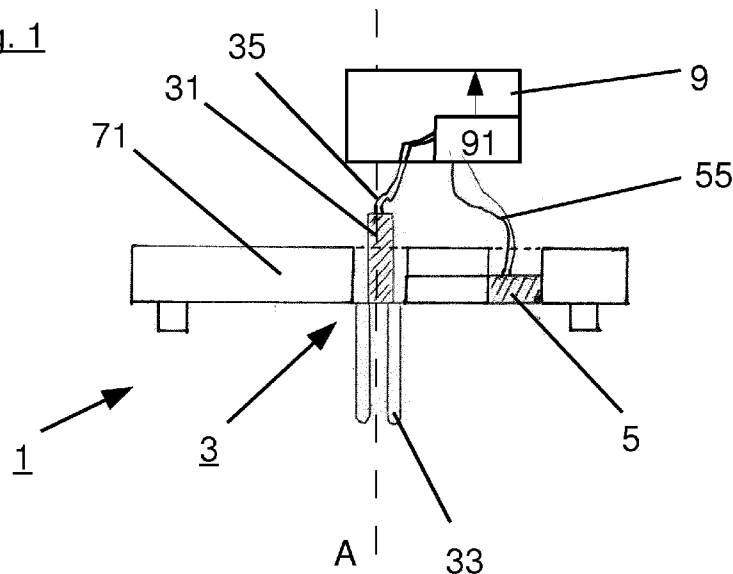
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MEASURING INSTRUMENT

(54) Bezeichnung : MESSGERÄT

Fig. 1



(57) Abstract: A measuring instrument (1) having at least one level sensor (3) for detecting a level of a medium, which outputs a level signal; wherein the measuring instrument (1) has at least one pressure sensor (5) from which a pressure measurement signal can be read at the output; wherein the level sensor (3) and the pressure sensor (5) have a shared process connection (71).

(57) Zusammenfassung: Messgerät (1) mit wenigstens einem Grenzstandsensor (3) zur Erfassung eines Grenzstands eines Mediums der ausgangsseitig ein Grenzstandssignal

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/195076 A2



Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Messgerät

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Messgerät mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

5

Aus dem Stand der Technik sind Messgeräte mit wenigstens einem Grenzstandsensoren zur Erfassung eines Grenzstands eines Mediums, der ausgangsseitig ein Grenzstandsignal bereitstellt bekannt. Solche Messgeräte weisen häufig Grenzstandsensoren auf, die als Vibrationsgrenzstandsensoren ausgebildet sind. Solche Vibrationsgrenzstandsensoren weisen eine über einen Antrieb zu einer Schwingung anregbare Membran auf, mittels der ein an der Membran angeordneter mechanischer Schwinger zu einer Schwingung anregbar ist. Abhängig von einem Bedeckungszustand des mechanischen Schwingers mit einem Füllgut sowie abhängig von der Viskosität dieses Füllgutes schwingt dieser mit einer charakteristischen Frequenz und Amplitude, wobei von dem Vibrationsensor die Frequenz und / oder die Amplitude überwacht und Änderungen detektiert und in ein Messsignal umgewandelt werden kann.

20

Aus dem Stand der Technik sind außerdem Messgeräte mit Drucksensoren bekannt, wobei beispielsweise kapazitive [SJM1]

[BF2] Druckmesszellen als Drucksensor eingesetzt werden. Solche kapazitiven Druckmesszellen erfassen einen Umgebungsdruck mittels einer an einem Messzellenkörper angeordneten Messmembran, wobei sowohl an dem Messzellenkörper als auch an der Messmembran Elektroden angeordnet sind. Abhängig von einer Druckbeaufschlagung ändert sich eine Durchbiegung der Messmembran und damit ein Abstand der Elektroden, so dass eine Kapazitätsänderung einer durch die Elektroden gebildeten Messkapazität detektiert und damit auf einen anliegenden Messdruck geschlossen werden kann.

30

Die einzelnen Messgeräte werden bei ihrem Einsatz über einen sogenannten Prozessanschluss mit einer Messumgebung verbunden. Insbesondere in Anwendungen der Lebensmittelindustrie oder der pharmazeutischen Industrie ist es notwendig, gewisse Hygienestandards und insbesondere eine Reinigbarkeit der verwendeten Messgeräte zu gewährleisten.

Bei den vorgenannten Anwendungen wird es als nachteilig empfunden, dass entsprechende Hygienestandards hinsichtlich Reinigbarkeit und Abdichtung für jeden einzelnen Prozessanschluss eingehalten werden müssen, was jeweils zu einem erhöhten Aufwand bei der Herstellung des jeweiligen Prozessanschlusses führt.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung Messgerät gemäß dem Stand der Technik derart weiterzubilden, dass diese Nachteile behoben werden.

Ein erfindungsgemäßes Messgerät mit wenigstens einem Grenzstandsensord zur Erfassung eines Grenzstands eines Mediums, der ausgangsseitig ein Grenzstandssignal bereitstellt, zeichnet sich dadurch aus, dass das Messgerät wenigstens einen Drucksensord aufweist, an dem ausgangsseitig ein Druckmesssignal abgreifbar ist, wobei der Grenzstandsensord und der Drucksensord einen gemeinsamen Prozessanschluss aufweisen.

Als Prozessanschluss wird in der vorliegenden Anmeldung die mechanische Schnittstelle eines Messgerätes verstanden, mittels derer das Messgerät mit der Messumgebung verbunden wird.

Durch eine Integration eines Grenzstandsensors und eines Drucksensors in einen einzigen Prozessanschluss wird eine

deutliche Reduktion des Herstellungsaufwandes dieses Prozessanschlusses hinsichtlich Abdichtung, Reinigbarkeit und Hygienestandards erreicht, so dass insgesamt deutlich günstigere Messgeräte zur Verfügung gestellt werden können. Ferner wird
5 eine deutlich kompaktere Bauform des Messgeräts möglich, so dass auch der Einsatzbereich des Messgeräts deutlich vergrößert werden kann.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist der Grenzstandsensor
10 bevorzugt als Vibrationsgrenzstandsensor ausgebildet.

Durch den Einsatz von Vibrationsgrenzstandsensoren wird auf eine gut erprobte und hinsichtlich der Messergebnisse zufriedenstellende Technik zurückgegriffen, so dass hochqualitative
15 Sensoren für die Grenzstandserfassung bereitstehen.

Für die Druckmessung wird bevorzugt der Drucksensor als keramischer Drucksensor, der bspw. als kapazitiver Drucksensor ausgestaltet sein kann, oder als metallischer Drucksensor, der
20 bspw. auf Basis von Dehnungsmessstreifen arbeiten kann, [BF3] ausgebildet. Auch hierbei handelt es sich um eine bekannte und gut erprobte Druckmesstechnik, die hochqualitative Messergebnisse liefert und für die Sensoren zur Verfügung stehen, die für eine Vielzahl von Messumgebungen geeignet sind.

Der Prozessanschluss kann beispielsweise als Flansch oder als ein Schraubgewinde ausgebildet sein, wobei der Drucksensor an dem Prozessanschluss lateral zu dem Grenzstandsensor angeordnet und axial ausgerichtet ist. In der vorliegenden Anmeldung
30 wird als Axialrichtung eine Richtung senkrecht zu einer Membranebene des Grenzstandsensoren verstanden.

Durch eine Anordnung des Drucksensors lateral zu dem Grenzstandsensord, beispielsweise in einem Flansch oder einem Einschraubgewinde kann eine weitestgehend plane Stirnseite des Prozessanschlusses zur Verfügung gestellt werden und eine frontbündige oder wenigstens annähernd frontbündige Anbindung des Messgerätes bzw. der Sensoren an die Prozessumgebung erreicht werden. Insbesondere im Hinblick auf das oben bereits angesprochene Thema der Reinigbarkeit ist dies ein besonderer Vorteil.

In einer alternativen Ausgestaltung, in der der Prozessanschluss als ein Schraubgewinde ausgebildet ist und einen Verlängerungsstutzen aufweist, ist der Drucksensor lateral zu dem Grenzstandsensord angeordnet und radial ausgerichtet und bevorzugt an dem Verlängerungsstutzen angeordnet. Durch eine laterale Anordnung des Drucksensors relativ zu dem Grenzstandsensord und eine radiale Ausrichtung, das heißt eine Ausrichtung senkrecht zur Axialrichtung wird eine in Radialrichtung kompaktere Bauform ermöglicht, wobei aber eine Verlängerung des Prozessanschlusses in axiale Richtung in Kauf genommen wird. Der Drucksensor ist in diesem Fall radial ausgerichtet und über eine Seitenwandung des Verlängerungsstutzens mit der Prozessumgebung verbunden.

Eine solche Einbauform kann vorteilhaft sein, wenn für den Prozessanschluss nur eine beschränkte Einbaufläche zur Verfügung steht.

Das Messgerät kann zusätzlich einen Temperatursensord aufweisen, an dem ausgangsseitig ein Temperatursignal abgreifbar ist.

Vorteilhafterweise werden das Grenzstandsignal und das Drucksignal einer gemeinsamen Auswerteelektronik zugeführt. Durch eine gemeinsame Auswerteelektronik werden weitere Komponenten bei dem Aufbau des Messgeräts eingespart, so dass insgesamt
5 durch die Verwendung nur einer Auswerteelektronik Herstellungskosten eingespart werden können.

Vorteilhafterweise weist die Auswerteelektronik ein Kompensationsmodul auf, das geeignet ausgebildet ist, eine Druckkom-
10 pensation des Grenzstandsignals durchzuführen.

Grundsätzlich ist es so, dass sich Schwingungsfrequenz und -amplitude, insbesondere die Resonanzfrequenz sowie die zugehörige Amplitude, eines mechanischen Schwingers eines Grenzstand-
15 sensors druckabhängig ändern. Bei den bisher üblichen Einsatzszenarien für Grenzstandsensoren, beispielsweise in Schüttgütern oder Flüssigkeiten ist eine Kompensation dieser [BF4] Änderungen auf Grund einer Druckänderung nicht notwendig, da durch eine Bedeckung des mechanischen Schwingers mit dem jeweiligen
20 Füllgut hinreichend große Frequenz- und/oder Amplitudenänderungen hervorgerufen werden, sodass mit Sicherheit ein Schaltzustand detektiert werden kann.

In neueren Einsatzszenarien, insbesondere bei einer Grenz-
25 standüberwachung von Flüssiggasen ist die durch eine Bedeckung mit dem Füllgut hervorgerufene Änderung der Resonanzfrequenz und/oder Amplitude des Grenzstandsensors in der Größenordnung von auf Grund einer möglichen Druckänderungen hervorgerufenen Veränderung der Resonanzfrequenz und / oder Amplitude, so dass
30 Fehldetektionen des Grenzstandsensors allein auf Grund einer Druckänderung möglich sind. Durch eine Kombination des Grenzstandsensors mit einem Drucksensor sowie die Verarbeitung beider Sensorsignale in eine gemeinsame Auswerteelektronik kann

eine Berücksichtigung des Umgebungsdruckes bei der Auswertung des Grenzstandsignals und damit eine Kompensation von Frequenz- oder Amplitudenänderungen [BF5] aufgrund Druckänderungen durchgeführt werden. Auf diese Weise wird ein Einsatz von Grenzstandssensoren für diese neuen Anwendungsgebiete erst ermöglicht.

Idealerweise ist hierfür der Grenzstandssensor als Vibrationsgrenzstandssensor ausgebildet und die Druckkompensation kompensiert eine druckbedingte Änderung einer Resonanzfrequenz und / oder -amplitude des mechanischen Schwingers des Vibrationsgrenzstandssensors.

In einer Weiterbildung ist das Temperatursignal ebenfalls der gemeinsamen Auswerteelektronik zugeführt, wobei das Kompensationsmodul vorzugsweise geeignet ausgebildet ist, zusätzlich eine Temperaturkompensation des Grenzstandssignals bzw. der Resonanzfrequenz- und / oder Amplitude durchzuführen.

Das vorliegende Messgerät kann beispielsweise als Durchflussgrenzschalter oder als Pumpenschutzschaltung ausgebildet sein.

Vorteilhafterweise ist das Messgerät nach dem Standard EHEDG TYPE EL Class I ausgebildet.

Durch ein erfindungsgemäßes Messgerät kann ein kompakter Pumpenschutz erreicht werden, der insbesondere bei beengten räumlichen Bedingungen in die Pumpe integriert werden kann. Die Pumpe wird damit mit einem einzigen Sensorsignal sowohl vor trocken laufen als auch vor Über- und Unterdrücken geschützt.

Der Drucksensor kann unter Umständen von den Schwingungen des Grenzstandssensors so beeinflusst werden, dass sich ein feh-

lerhaftes Druckmesssignal ergibt. Zur Vermeidung einer solchen Beeinflussung des Druckmesssignals ist es vorteilhaft, wenn der Drucksensor und der Grenzstandssensor wenigstens zeitweise nicht gleichzeitig betrieben werden.

5

Erfindungsgemäß wird ein Messgerät mit wenigstens einem Grenzstandsensord zur Erfassung eines Grenzstands eines Mediums, der ausgangsseitig ein Grenzstandssignal bereitstellt, und wenigstens einem Drucksensor, an dem ausgangsseitig ein Druckmesssignal abgreifbar ist, wobei der Grenzstandssensor und der Drucksensor einen gemeinsamen Prozessanschluss aufweisen daher so betrieben, dass das Grenzstandssignal und das Drucksignal erfasst und ausgewertet werden, wobei der Drucksensor und der Grenzstandssensor wenigstens zeitweise ungleichzeitig betrieben werden.

15

Beispielsweise können entweder beide Sensoren vorzugsweise zyklisch abwechselnd betrieben werden, oder der Vibrationssensor wird zyklisch ein- und ausgeschaltet, wobei er vorzugsweise während der ausgeschalteten Phase ein Trigger Signal liefert, welches das zum gleichen Zeitpunkt vorliegende Druckmesssignal als ungültigen Messwert ausweist.

20

Vorzugsweise wird zusätzlich zu dem Grenzstandssignal und dem Druckmesssignal ein Temperatursignal erfasst. Vorzugsweise wird außerdem eine Temperaturkompensation des Grenzstandssignals bzw. der erfassten Resonanzfrequenz und / oder Amplitude durchgeführt.

25

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren eingehend erläutert.

30

Es zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Messgerätes mit einem Flansch-Prozessanschluss,

5 Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel mit einem Gewinde-Prozessanschluss,

Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel mit einem Gewinde-Prozessanschluss,

10

Fig. 4a eine Abhängigkeit der Resonanzfrequenz eines Vibrationsgrenzstandsensors von einem Umgebungsdruck und

Fig. 4b eine Abhängigkeit der Resonanzfrequenz eines Vibrationsgrenzstandssensors von einer Umgebungstemperatur.

15

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Messgeräts 1 mit einem als Flansch 71 ausgebildeten Prozessanschluss 7.

20 In dem bevorzugt kreisrund ausgebildeten Flansch 71 ist mittig ein Grenzstandsensormit einem mechanischen Schwinger 33 und einem rückseitig angeordneten Antrieb 31 ausgebildet ist, angeordnet. An dem Antrieb 31, der gleichzeitig zur Detektion einer Resonanzfrequenz f_{res} des mechanischen Schwingers 33 ausgebildet ist, ist ein Grenzstandsignal abgreifbar und über eine erste Anschlussleitung 35 einer Auswerteelektronik 9 zugeführt. Der Grenzstandsensormit einem mechanischen Schwinger 33 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel in Axialrichtung A ausgerichtet, das heißt, dass der Antrieb 31 und der mechanische Schwinger 33 im Wesentlichen eine Erstreckung in Axialrichtung A aufweisen. Lateral zu dem Grenzstandssensormit einem mechanischen Schwinger 33 ist in dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ein Drucksensor 5, der vorliegend als piezoresistive Druck-

30

messzelle, die auf Basis von Dehnungsmessstreifen arbeitet und in Dünnschichttechnik hergestellt ist, ausgebildet ist, angeordnet. An dem Drucksensor 5 ist ausgangsseitig ein Drucksignal abgreifbar, das über eine zweite Anschlussleitung 55 ebenfalls der Auswerteelektronik 9 zugeführt ist.

Zusätzlich weist der Drucksensor 5 einen integrierten Temperatursensor 6 auf, an dem ausgangsseitig ein Temperaturmesssignal abgreifbar ist. Das Temperaturmesssignal ist ebenfalls der gemeinsamen Auswerteelektronik 9 zugeführt und wird dort verarbeitet.

Die Auswerteelektronik 9 weist ein Kompensationsmodul 91 auf, dem sowohl das Grenzstandsignal als auch das Drucksignal und das Temperatursignal zugeführt ist. In dem Kompensationsmodul 91 wird eine Druck- und Temperaturkompensation des Grenzstandsignals, das heißt eine Kompensation einer druck- und temperaturbedingten Änderung der Resonanzfrequenz f_{res} und / oder Amplitude des mechanischen Schwingers 33 des Grenzstandsensors 3 durchgeführt, so dass eine deutlich erhöhte Messgenauigkeit des Grenzstandsensors 3 erreicht werden kann.

Dies ist insbesondere bei Messgeräten 1 notwendig, die in einem großen Druck- und / oder Temperaturbereich eingesetzt werden sollen, beispielsweise bei der Grenzstandserfassung in Flüssiggastanks.

Der Hintergrund hierfür ist folgender:

Gase, wie beispielsweise Luft oder Flüssiggas, sind komprimierbar. Steigt der Druck des Gases, wird das Gas dichter, das heißt, es befinden sich mehr Moleküle innerhalb eines bestimmten Volumens. Dies hat Auswirkungen auf den Vibrationsgrenz-

schalter. Bei steigendem Druck des umgebenden Gases reduziert sich die Resonanzfrequenz f_{res} bzw. Amplitude des mechanischen Schwingers 33 geringfügig durch einen erhöhten Widerstand, den das komprimierte Gas auf den mechanischen Schwinger 33 ausübt.

5

Arbeitet der mechanische Schwinger beispielsweise innerhalb eines großen Druckbereiches, beispielsweise von -1 bar bis 160 bar, so kann durch die Änderung des Umgebungsdruckes die Resonanzfrequenz f_{res} und/oder Amplitude des mechanischen Schwingers 33 so stark verändert werden, dass diese Änderung von der Auswerteelektronik 9 eines herkömmlichen Grenzstandsensors 3 als Bedeckung des mechanischen Schwingers 33 durch das Füllgut fehlinterpretiert wird. Dieses Problem verstärkt sich bei Anwendungen, bei denen der mechanische Schwinger 33 mit maximaler Empfindlichkeit betrieben werden muss, das heißt, dass bei einer sehr kleinen Frequenz und/oder Amplitudenänderung schon ein Schaltvorgang ausgelöst wird. Dies ist z. B. der Fall bei der Detektion sehr leichter Stoffe, wie z. B. verflüssigter Gase.

20

Durch die vorliegende Anordnung wird durch die Messung des Umgebungsdruckes eine Kompensation dieser Verschiebung der Resonanzfrequenz f_{res} ermöglicht. Bei einem Druckbereich von -1 bar bis 160 bar und einer Änderung der Resonanzfrequenz f_{res} des mechanischen Schwingers 33 um 0,4 Hz/bar wird bei einer Änderung des Umgebungsdrucks um 100 bar eine Frequenzverschiebung von 40 Hz verursacht.

25

Bei einer Grenzstandserfassung in Flüssiggas wird durch Bedeckung des mechanischen Schwingers 33 mit Flüssiggas eine Frequenzänderung von ca. 40 Hz hervorgerufen. In diesem Fall würden sowohl eine Änderung des Umgebungsdruckes um 100 bar als auch eine Bedeckung des mechanischen Schwingers 33 mit Füllgut

30

ein Schaltsignal auslösen, obwohl dies nur bei Bedeckung des mechanischen Schwingers 33 mit dem Füllgut gewünscht ist. Durch eine Druckkompensation, wie vorliegend beschrieben, kann dies vermieden werden.

5

Zusätzlich besteht eine Abhängigkeit der Resonanzfrequenz f_{res} sowie der zugehörigen Amplitude von einer Temperatur ϑ des gemessenen Mediums. Steigt die Temperatur ϑ an, so nimmt bei konstantem Druck die Dichte des Mediums ab und folglich steigt
10 die Resonanzfrequenz f_{res} des mechanischen Schwingers an.

Zusätzlich zu der obigen Druckkompensation weist das vorliegende Messgerät daher vorzugsweise zusätzlich eine Temperaturkompensation auf. Das Messgerät ist dafür mit einem Temperatursensor zur Erfassung einer Prozesstemperatur im Inneren des Behälters versehen. Der Temperatursensor kann als separater
15 Sensor ausgeführt und in dem selben Prozessanschluss angeordnet oder in einen der beiden vorhandenen Sensoren, bspw. den Drucksensor, integriert sein.

20

Es wird dadurch zusätzlich zu der Druckkompensation eine Temperaturkompensation ermöglich.

Ferner würde auch eine Temperaturänderung ein solches Fehlverhalten auslösen können. Obwohl Temperaturänderungen in einer Größenordnung, die alleine einen Fehler auslösen würde eher selten sind, ist es sinnvoll zur Verbesserung der Messgenauigkeit dennoch eine Temperaturkompensation vorzusehen.

25

Selbst bei Einsatzbedingungen, bei denen durch die mögliche Druck- und / oder Temperaturänderung kein Schaltzustand hervorgerufen wird, wird die Messgenauigkeit und Schaltsicherheit
30

durch die vorliegende Anordnung deutlich erhöht, so dass auch hier Vorteile bestehen.

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem der Prozessanschluss 7 als Einschraubgewinde 72 ausgebildet ist. Der Drucksensor 5 ist in dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ebenfalls lateral zu dem Grenzstandsensord 3 angeordnet und in Axialrichtung A ausgerichtet. Sowohl das Grenzstandssignal als auch das Drucksignal sind beide einer gemeinsamen Auswerteelektronik 9 zugeführt, die entsprechend der obigen Beschreibung ebenfalls ein Kompensationsmodul 91 aufweisen kann.

Fig. 3 zeigt eine alternative Ausgestaltungsform, wobei der Prozessanschluss 7 in diesem Ausführungsbeispiel als zweites Einschraubgewinde 73 mit einem im Vergleich zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 reduzierten Durchmesser des Gewindes ausgebildet ist. Das zweite Einschraubgewinde 73 weist außerdem einen Verlängerungsstutzen 75 auf, an dem der Drucksensor 5 in radialer Ausrichtung angeordnet ist. Durch eine derartige Ausbildung wird die von dem Drucksensor 5 benötigte Fläche des Prozessanschlusses 7 von einer Stirnseite des Einschraubgewindes 73 auf eine Mantelfläche verlagert, so dass eine Ausgestaltung mit einem entsprechend reduzierten Durchmesser des Prozessanschlusses 7 realisiert werden kann. Solche Ausgestaltungen sind beispielsweise in Pumpenschutzschaltungen sinnvoll, da auf diese Weise eine Kombination aus Schwinggabel mit integrierter Druckmessung und einer gemeinsamen Auswerteelektronik 9 in einer sehr kompakten Ausgestaltungsform eine Pumpe sowohl vor einem Trockenlaufen als auch vor Über- und Unterdrücken schützen kann.

Die Abhängigkeit der Resonanzfrequenz f_{res} von dem in dem Behälter herrschenden Druck p , also dem Prozessdruck, ist in Fi-

gur 4a grafisch dargestellt. Die nachfolgende Tabelle gibt die Druckabhängigkeit der Resonanzfrequenz f_{res} bei einer Temperatur von 25° C wieder.

p / bar	0	80	160	240
f_{res} / Hz	1373	1337	1306	1281

5

Wie der obigen Tabelle und Figur 4a entnommen werden kann liegt ein linearer Zusammenhang zwischen Druck p und Resonanzfrequenz f_{res} vor. Bei ansonsten konstanten Umgebungsbedingungen kann also eine einfache Kompensation, bspw. durch eine exakte Berechnung oder über eine in einem Speicher hinterlegte Kompensationstabelle stattfinden.

10

Zusätzlich zu der o.g. Druckabhängigkeit der Resonanzfrequenz f_{res} liegt außerdem eine Temperaturabhängigkeit vor. Dies liegt daran, dass die Dichte eines Gases auch temperaturabhängig ist. Bei konstantem Volumen des Behälters und bei konstantem Druck p sinkt die Dichte des Gases, sodass die Resonanzfrequenz f_{res} ansteigt.

15

Der obige Zusammenhang zwischen Resonanzfrequenz f_{res} und Temperatur ϑ ist in nachfolgender Tabelle für ein konstantes Volumen und einen Druck p von 160 bar wiedergegeben.

20

ϑ / °C	-60	25	250	450
f_{res} / Hz	1271	1306	1335	1341

25 Eine grafische Darstellung ist in Figur 4b gezeigt.

Abhängig vom Einsatzbereich des Messgerätes 1 kann es sinnvoll sein, nur eine Druckkompensation oder zusätzlich eine Tempera-

turkompensation vorzusehen. Wie bereits oben erwähn kann eine Kompensation bspw. durch eine Berechnung oder durch eine hinterlegte Tabelle einfach erfolgen.

Bezugszeichenliste

1	Messgerät
3	Grenzstandsensoren
5	Drucksensor
6	Temperatursensor
7	Prozessanschluss
9	Auswerteelektronik
31	Antrieb / Detektor
33	mechanischer Schwinger
35	erste Anschlussleitung
55	zweite Anschlussleitung
71	Flansch
72	erstes Einschraubgewinde
73	zweites Einschraubgewinde
75	Verlängerungsstutzen
91	Kompensationsmodul
A	Axialrichtung
f_{res}	Resonanzfrequenz
p	Druck
ϑ	Temperatur

Patentansprüche

1. Messgerät (1) mit wenigstens einem Grenzstandssensor (3)
5 zur Erfassung eines Grenzstands eines Mediums der aus-
gangsseitig ein Grenzstandssignal bereitstellt,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
das Messgerät (1) wenigstens einen Drucksensor (5) auf-
weist, an dem ausgangsseitig ein Druckmesssignal abgreif-
10 bar ist, wobei der Grenzstandssensor (3) und der Druck-
sensor (5) einen gemeinsamen Prozessanschluss (7) aufwei-
sen.
2. Messgerät (1) nach Anspruch 1,
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
der Grenzstandssensor (3) als Vibrationsgrenzstandssensor
ausgebildet ist.
3. Messgerät (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
der Drucksensor (3) als kapazitiver oder piezoresistiver
Drucksensor, ausgebildet ist.
4. Messgerät (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
der Prozessanschluss (7) als Flansch (71) oder als Ein-
schraubgewinde (72, 73) ausgebildet und der Drucksensor
(3) an dem Prozessanschluss (7) lateral zu dem Grenz-
standssensor (3) angeordnet und axial ausgerichtet ist.
30
5. Messgerät (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
der Prozessanschluss (7) als Einschraubgewinde (72, 73)

ausgebildet ist, einen Verlängerungsstutzen (75) aufweist und der Drucksensor (5) lateral zu dem Grenzstandssensor (3) angeordnet, radial ausgerichtet und bevorzugt an dem Verlängerungsstutzen (75) angeordnet ist.

5

6. Messgerät (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass das Messgerät (1) zusätzlich einen Temperatursensor (6) aufweist, an dem ausgangsseitig ein Temperatursignal abgreifbar ist.

10

7. Messgerät (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass das Grenzstandssignal und das Drucksignal einer gemeinsamen Auswerteelektronik (9) zugeführt sind.

15

8. Messgerät (1) nach Anspruch 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Auswerteelektronik (9) ein Kompensationsmodul (91) aufweist, das geeignet ausgebildet ist, eine Druckkompensation des Grenzstandssignals durchzuführen.

20

9. Messgerät (1) nach Anspruch 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Grenzstandssensor (3) als Vibrationsgrenzstandssensor ausgebildet ist und die Druckkompensation eine druckbedingte Änderung einer Resonanzfrequenz (f_{res}) und / oder Amplitude eines mechanischen Schwingers (33) des Vibrationsgrenzstandssensors kompensiert.

25

30

10. Messgerät (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass das Temperatursignal der gemeinsamen Auswerteelektronik

(9) zugeführt ist.

11. Messgerät nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
5 das Kompensationsmodul (91) geeignet ausgebildet ist, zusätzlich eine Temperaturkompensation des Grenzstandssignals durchzuführen.

12. Messgerät (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet, dass
Messgerät (1) als Durchflussgrenzschalter ausgebildet ist.

13. Messgerät (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
15 dadurch gekennzeichnet, dass
das Messgerät (1) in einer Pumpenschuttschaltung angeordnet ist.

14. Messgerät (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
20 dadurch gekennzeichnet, dass
das Messgerät (1) nach dem Standard EHEDG TYPE EL Class I ausgebildet ist.

15. Verfahren zum Betreiben eines Messgerätes (1) gemäß einem
25 der vorhergehenden Ansprüche,
- erfassen eines Grenzstandssignals,
- erfassen eines Drucksignals, und
- Auswerten der Signale,
dadurch gekennzeichnet, dass
30 der Grenzstandssensor (3) und der Drucksensor (5) wenigstens abschnittsweise ungleichzeitig betrieben werden.

16. Verfahren nach Anspruch 15,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
der Grenzstandssensor (3) und der Drucksensor (5) abwech-
selnd, vorzugsweise zyklisch abwechselnd betrieben wer-
den.

5

17. Verfahren nach Anspruch 15,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
der Drucksensor (5) durchgehend betrieben und der Grenz-
standssensor (3) zeitweise, vorzugsweise zyklisch abge-
schaltet wird.

10

18. Verfahren nach Anspruch 17,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
der Grenzstandssensor (3) ein Triggersignal ausgibt, das
das Drucksignal während des Betriebes des Grenzstandssen-
sors (3) als ungültig kennzeichnet.

15

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18,

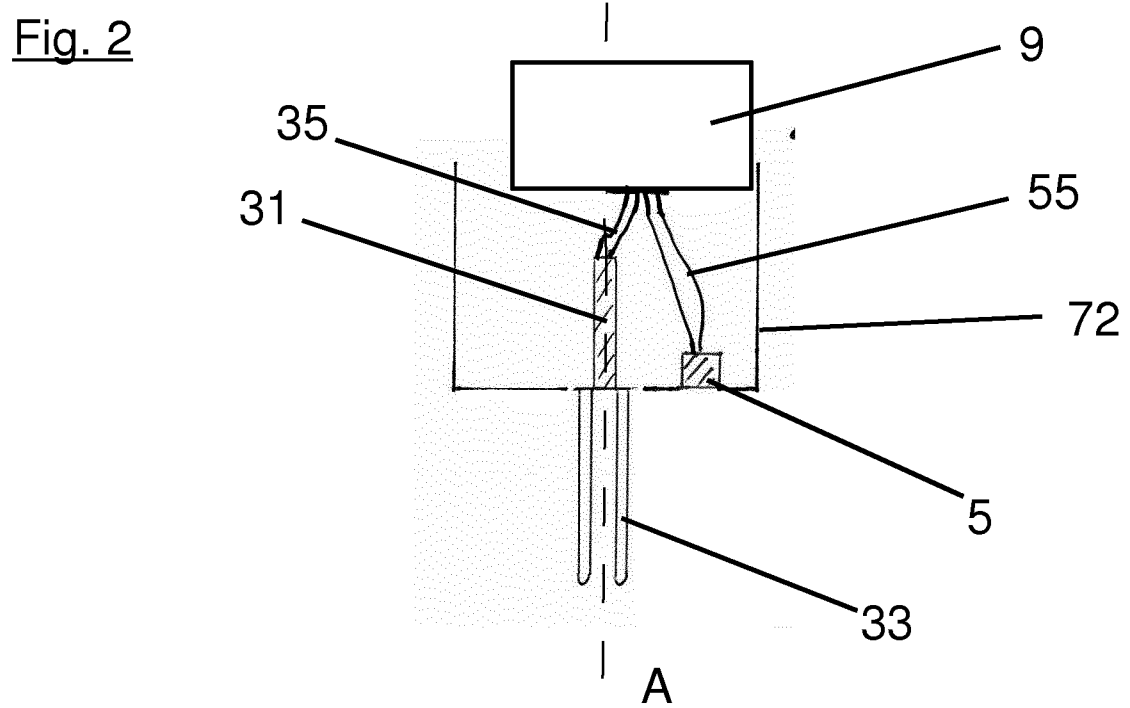
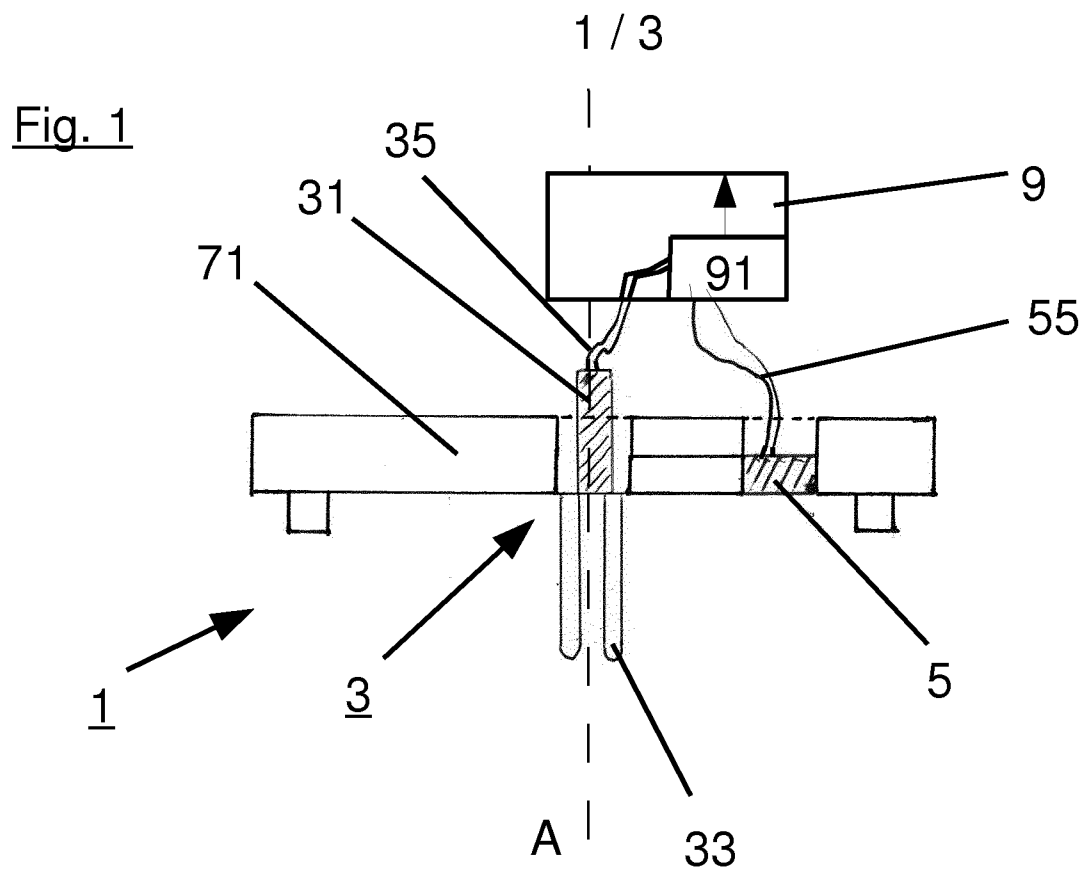
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
zusätzlich eine Temperatursignal erfasst wird.

20

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
eine Druck- und / oder Temperaturkompensation des Grenz-
standssignals durchgeführt wird.

25



2 / 3

Fig. 3

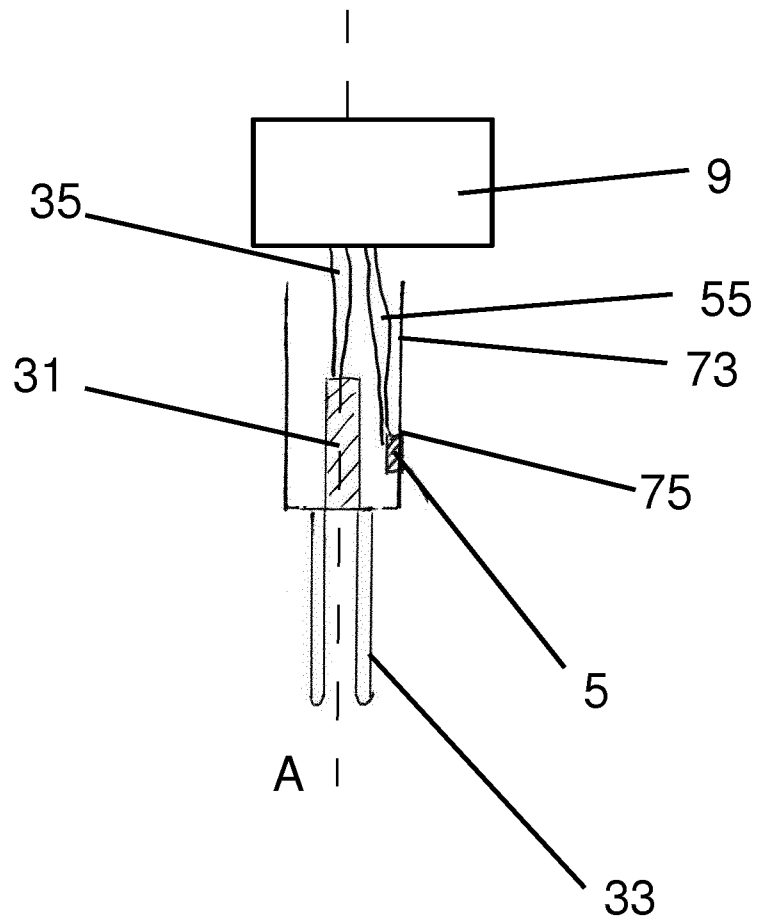
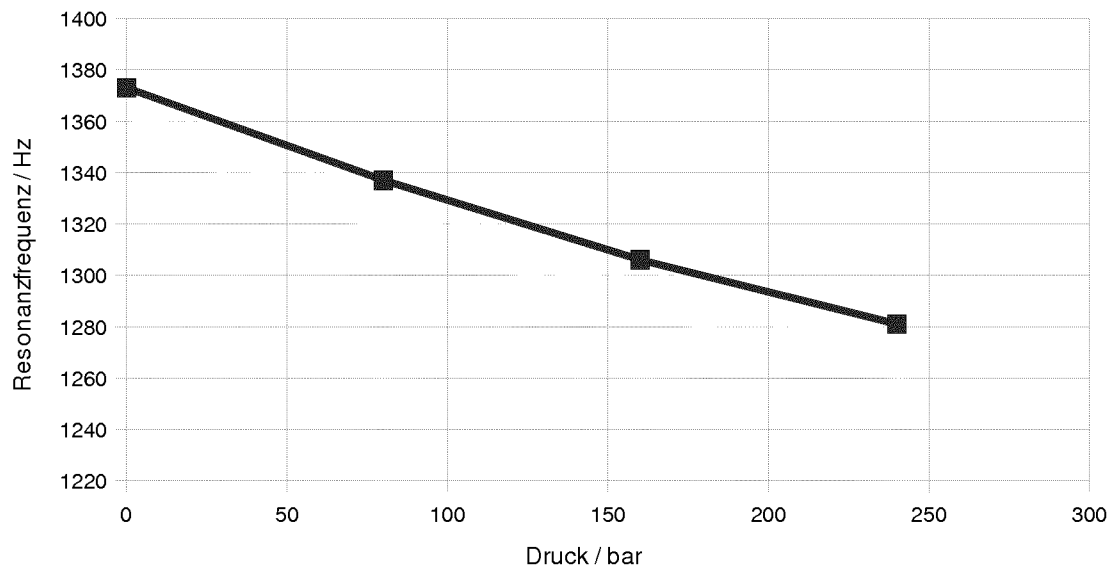


Fig. 4a

3 / 3

Fig. 4b