



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 119 240.0**

(22) Anmeldetag: **19.12.2014**

(43) Offenlegungstag: **23.06.2016**

(51) Int Cl.: **G01F 1/34 (2006.01)**

G01L 13/00 (2006.01)

F17D 5/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Endress + Hauser GmbH + Co. KG, 79689
Maulburg, DE**

(74) Vertreter:

**Hahn, Christian, Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 79576 Weil
am Rhein, DE**

(72) Erfinder:

**Jehle, Max, 66773 Schwalbach, DE; Parrotto,
Davide, 79576 Weil am Rhein, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

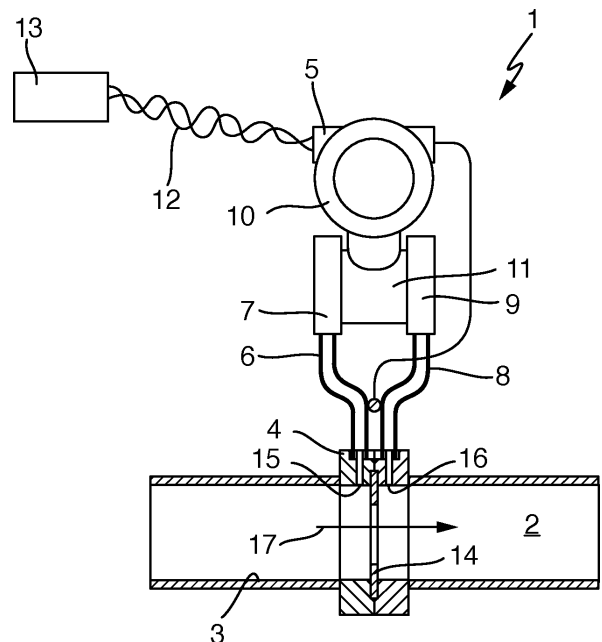
US	7 260 496	B2
US	7 650 245	B2
US	2004 / 0 068 392	A1
US	2004 / 0 204 883	A1
US	2006 / 0 206 288	A1
US	5 680 109	A
EP	1 840 549	A2
WO	2008/ 061 551	A1
JP	2006- 105 707	A

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Durchflussmessanordnung nach dem Differenzdruckmessprinzip zur Messung eines Durchflusses eines Mediums**

(57) Zusammenfassung: Durchflussmessanordnung zur Messung eines Durchflusses eines Mediums (2) durch ein Messrohr (3), umfassend mindestens einen im Messrohr (3) befindlichen Wirkdruckgeber (4), der ein vom Durchfluss abhängiges Gefälle des Mediendrucks bewirkt, umfassend einen Differenzdruckmesswandler (5) zum Bereitstellen eines Differenzdruckmesssignals (22), welches von der Differenz zwischen dem hochdruckseitigen Mediendruck und dem niederdruckseitigen Mediendruck abhängt, wobei die Differenz ein Maß für den Durchfluss des Mediums (2) ist, wobei die Auswerteeinheit (10) dazu eingerichtet ist, eine Relation zwischen dem Differenzdruckmesssignal (22) und einem charakteristischen Parameter einer Fluktuation des Differenzdruckmesssignals (22) festzustellen, die Feststellung einer monoton fallenden Relation zwischen dem Differenzdruckmesssignal (22) und dem charakteristischen Parameter als Hinweis auf eine verstopfte Hochdruckleitung (6) zu werten, und die Feststellung einer monoton steigenden Relation zwischen dem Differenzdruckmesssignal (22) und dem charakteristischen Parameter, dessen monoton steigende Relation signifikant stärker ist als die monoton steigende Relation einer unverstopften Durchflussmessanordnung, als Hinweis auf eine verstopfte Niederdruckleitung (8) zu werten.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Durchflussmessanordnung nach dem Differenzdruckmessprinzip mit einer Hoch- und Niederdruckleitung und ein Verfahren zum Erkennen einer verstopften Hoch- oder Niederdruckleitung. Durchflussmessanordnungen nach dem Differenzdruckmessprinzip mit Hoch- und Niederdruckleitungen dienen insbesondere zur Durchflussmessung oder Filterüberwachung, wobei die Hoch- und Niederdruckleitung in Strömungsrichtung oberhalb und unterhalb eines Wirkdruckgebers, beispielsweise einer Blende oder einer Venturi Düse, oder eines Filters an eine medienführende Leitung angeschlossen sind, um den Wirkdruck mittels des Mediums zu einem Differenzdruckmesswandler der Durchflussmessanordnung zu übertragen. Beim Betrieb dieser Messanordnungen kann es zu Verstopfungen der Hoch- und/oder Niederdruckleitung kommen, wodurch eine zuverlässige Messung beeinträchtigt wird. Es sind daher Bemühungen bekannt, die Verstopfung von Hoch- und Niederdruckleitung frühzeitig zu erkennen.

[0002] US 5,680,109 A beschreibt einen Differenzdrucksensor, der eine Hochdruckimpulsleitung und eine Niederdruckimpulsleitung aufweist, die jeweils an einem Prozessanschluss angeschlossen sind. An der Hochdruckimpulsleitung und Niederdruckimpulsleitung ist jeweils ein Absolutdrucksensor angeschlossen. Um festzustellen, ob die Hochdruckimpulsleitung oder die Niederdruckimpulsleitung blockiert ist, wird ein Rauschsignal aus dem entsprechenden Absolutdrucksensor ermittelt. Eine Varianz des Rauschsignals wird bestimmt und mit einem Schwellenwert verglichen. Wenn die Varianz kleiner als der Schwellenwert ist, wird eine Impulsleitungsblockierung angegeben.

[0003] Der obige Ansatz, Fluktuationen zu analysieren, ist an sich zielführend, ist jedoch sehr aufwändig, da zusätzliche Sensoren erforderlich sind.

[0004] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Durchflussmessanordnung nach dem Differenzdruckmessprinzip und ein Verfahren bereitzustellen, welche es ermöglichen einfacher zu erkennen, ob die Hochdruckleitung oder die Niederdruckleitung verstopft ist. Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Durchflussmessanordnung gemäß Patentanspruch 1 und das Verfahren gemäß Patentanspruch 4.

[0005] Die erfindungsgemäße Durchflussmessanordnung zur Messung eines Durchflusses eines Mediums durch ein Messrohr, umfasst mindestens einen im Messrohr befindlichen Wirkdruckgeber, der insbesondere eine Reduzierung einer vom Medium durchströmten Querschnittsfläche im Inneren des Messrohrs im Bereich des Wirkdruck-

gebers und damit ein von den Abmessungen des Wirkdruckgebers und vom Durchfluss abhängiges Gefälle des Mediendrucks bewirkt,

einen Differenzdruckmesswandler zum Erfassen einer Differenz zwischen einem hochdruckseitigen Mediendruck und einem niederdruckseitigen Mediendruck und zum Bereitstellen eines Differenzdruckmesssignals, welches von der Differenz zwischen dem hochdruckseitigen Mediendruck und dem niederdruckseitigen Mediendruck abhängt, wobei die Differenz zwischen dem hochdruckseitigen Mediendruck und dem niederdruckseitigen Mediendruck ein Maß für den Durchfluss des Mediums ist,

eine Hochdruckleitung, welche an einen Hochdruckeingang des Differenzdruckmesswandlers angeschlossen ist, um den Differenzdruckmesswandler mit dem hochdruckseitigen Mediendruck zu beaufschlagen,

eine Niederdruckleitung, welche an einen Niederdruckeingang des Differenzdruckmesswandlers angeschlossen ist um den Differenzdruckmesswandler mit dem niederdruckseitigen Mediendruck zu beaufschlagen,

eine Auswerteeinheit zum Auswerten des Differenzdruckmesssignals,

wobei die Auswerteeinheit dazu eingerichtet ist,

- eine Relation zwischen dem Differenzdruckmesssignal und einem charakteristischen Parameter eines Rauschens oder einer Fluktuation des Differenzdruckmesssignals festzustellen,
- die Feststellung einer monoton fallenden Relation zwischen dem Differenzdruckmesssignal und dem charakteristischen Parameter als Hinweis auf eine verstopfte Hochdruckleitung zu werten, und
- die Feststellung einer monoton steigenden Relation zwischen dem Differenzdruckmesssignal und dem charakteristischen Parameter, dessen monoton steigende Relation signifikant stärker ist als die monoton steigende Relation einer unverstopften Durchflussmessanordnung, als Hinweis auf eine verstopfte Niederdruckleitung zu werten.

[0006] Für die Entscheidung, ob die Hoch- oder die Niederdruckleitung verstopft ist, wird das Rauschen bzw. Fluktuation als Funktion des Differenzdruckmesssignals betrachtet. Weist die Funktion einen negativen Linearkoeffizienten auf, dann ist die Hochdruckleitung verstopft. Weist dagegen die Funktion einen signifikant größeren Linearkoeffizienten auf, als die Funktion einer nicht verstopften Durchflussmessanordnung, dann ist die Niederdruckleitung verstopft. Die Erkennung einer Verstopfung mittels der erfindungsgemäßen Durchflussmessanordnung ist insbesondere bei sehr dynamischen Prozessen vorteilhaft.

[0007] In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung ist die monoton steigende bzw. fallende Relation zwischen dem Differenzdruckmesssignal und dem charakteristischen Parameter näherungsweise durch

eine linear steigende bzw. fallende Funktion modelliert, wobei die signifikant stärker monoton steigende Relation, eine näherungsweise linear steigende Funktion ist, deren Linearkoeffizient signifikant größer ist als der fehlerbereinigte Linearkoeffizient einer linear steigenden Funktion einer unverstopften Durchflussmessanordnung.

[0008] In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung ist die monoton steigende bzw. fallende Relation zwischen dem Differenzdruckmesssignal und dem charakteristischen Parameter näherungsweise durch eine quadratisch steigende bzw. fallende Funktion modelliert, wobei die signifikant stärker monoton steigende Relation, eine näherungsweise quadratisch steigende Funktion ist, deren Koeffizient des quadratischen Glieds signifikant größer ist als der fehlerbereinigte Koeffizient des quadratischen Glieds einer quadratisch steigenden Funktion einer unverstopften Durchflussmessanordnung.

[0009] Die Aufgabe der Erfindung wird ebenfalls durch ein Verfahren gelöst. Das Verfahren beinhaltet, ein Verfahren zum Überwachen einer Durchflussmessanordnung, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend die Verfahrensschritte:

zumindest zeitweises Erfassen eines zeitlichen Verlaufs des Differenzdruckmesssignals und eines charakteristischen Parameters eines Rauschens oder einer Fluktuation des Differenzdruckmesssignals, Feststellen einer Relation zwischen dem Differenzdruckmesssignal und einem charakteristischen Parameter eines Rauschens oder einer Fluktuation des Differenzdruckmesssignals, wobei die Feststellung einer monoton fallenden Relation zwischen dem Differenzdruckmesssignal und dem charakteristischen Parameter als Hinweis auf eine verstopfte Hochdruckleitung zu werten ist, und die Feststellung einer monoton steigenden Relation zwischen dem Differenzdruckmesssignal und dem charakteristischen Parameter, dessen monoton steigende Relation signifikant stärker ist als die monoton steigende Relation einer unverstopften Durchflussmessanordnung, als Hinweis auf eine verstopfte Niederdruckleitung zu werten ist.

[0010] Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

[0011] Fig. 1: einen skizzierten Längsschnitt einer erfindungsgemäßen Durchflussmessanordnung,

[0012] Fig. 2a: eine graphische Darstellung des Differenzdruckmesssignals als Funktion der Zeit bei einer unverstopften Durchflussmessanordnung,

[0013] Fig. 2b: eine graphische Darstellung des Differenzdruckmesssignals als Funktion der Zeit bei einer verstopften Niederdruckleitung,

[0014] Fig. 2c: eine graphische Darstellung des Differenzdruckmesssignals als Funktion der Zeit bei einer verstopften Hochdruckleitung, und

[0015] Fig. 3: eine graphische Darstellung der Fluktuation bzw. Rauschen des Differenzdruckmesssignals als Funktion des Differenzdruckmesssignals bei mehreren Zuständen.

[0016] Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Durchflussmessanordnung **1**, umfassend einen Differenzdruckmessumformer **5**. Der Differenzdruckmessumformer **5** weist eine Auswerteeinheit **10** auf, die als Elektronikmodul ausgestaltet ist. Der Differenzdruckmessumformer **5** misst einen Differenzdruck zwischen einem Hochdruckeingang **7** und einem Niederdruckeingang **9** des Differenzdruckmessumformers **5**, wobei der Hochdruckeingang **7** bzw. der Niederdruckeingang **9** als hochdruckseitigen Prozessanschlussflansch bzw. niederdruckseitigen Prozessanschlussflansch ausgestaltet sind.

[0017] Ferner weist der Differenzdruckmessumformer **5** ein Sensormodul **11** auf, das die Auswerteeinheit **10** hält. Signale des Sensormoduls **11** werden von der Auswerteeinheit **10** verarbeitet. Die Auswerteeinheit **10** ist über eine Zweidrahtleitung **12** an ein Prozessleitsystem **13** angeschlossen, wobei die Auswerteeinheit **10** über die Zweidrahtleitung **12** kommuniziert und mit Energie versorgt wird. Die Zweidrahtleitung **12** kann insbesondere als Feldbus nach dem Profibus- bzw. Foundation Fieldbus-Standard oder nach dem HART-Standard betrieben werden. Derartige Differenzdruckmessumformer sind an sich bekannt und werden beispielsweise unter der Marke Deltabar von der Anmelderin hergestellt und in Verkehr gebracht.

[0018] Die Durchflussmessanordnung **5** umfasst weiterhin einen Wirkdruckgeber **4** zum Einbau in ein Messrohr **3**. Der Wirkdruckgeber **4** umfasst eine Blende **14**, einen hochdruckseitigen Druckabgriffkanal **15** auf einer Hochdruckseite der Blende **14** und einen niederdruckseitigen Druckabgriffkanal **16** auf einer Niederdruckseite der Blende **14**. Der Hochdruckeingang **7** ist über eine Hochdruckleitung **6** an den hochdruckseitigen Druckabgriffkanal **15** angeschlossen, und der Niederdruckeingang **9** ist über eine Niederdruckleitung **8** an den niederdruckseitigen Druckabgriffkanal **16** angeschlossen. Die Begriffe „hochdruckseitig“ und „niederdruckseitig“ beziehen sich auf eine durch einen Durchfluss (in der Zeichnung von links nach rechts) erzeugte Druckdifferenz **17**, wobei diese proportional zum Quadrat der Durchflussgeschwindigkeit ist und beispielsweise in der Größenordnung von einigen 10 bis 100 mbar beträgt.

[0019] Der statische Druck, dem diese durchflussabhängige Druckdifferenz überlagert ist, kann beispiels-

weise von 1 bar bis zu einigen 100 bar betragen. Die Druckdifferenz wird mit einem Sensorelement des Sensormoduls **11** erfasst, wobei das Sensormodul **11** ein von der erfassten Druckdifferenz abhängiges Sensormodulsignal an die Auswerteeinheit **10** ausgibt, wobei die Verarbeitungsschaltung der Auswerteeinheit **10** anhand des Sensormodulsignals ein die Druckdifferenz repräsentierendes Differenzdruckmesssignal generiert und über die Zweidrahtleitung **12** an das Prozessleitsystem **13** ausgibt.

[0020] Zeitreihen des Differenzdruckmesssignals und/oder von Fluktuationen des Differenzdruckmesssignals können in einem Datenspeicher der Auswerteeinheit **10** und/oder im Prozessleitsystem **13** gespeichert werden.

[0021] Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass Fluktuationen bzw. Rauschen des Drucks in einem strömenden Medium mit zunehmender Fließgeschwindigkeit des Mediums größer werden. Bei einer intakten Durchflussmessanordnung werden diese Fluktuationen aber über die Hoch- und Niederdruckleitung zum Differenzdruckmessumformer gelangen, und sich dort gegenseitig zu einem gewissen Grad kompensieren.

[0022] Wenn nun die Hoch- oder Niederdruckleitung verstopft, wird mit der Zeit diese Kompensation schwächer werden, so dass die Fluktuationen bzw. das Rauschen des Differenzdruckmesssignals ab- oder zunehmen. Hierbei geht es insbesondere um Fluktuationen in einem Frequenzbereich von mehr als 1 Hz, insbesondere mehr als 10 Hz bzw. mehr als 100 Hz.

[0023] Wenn also bei einem gegebenen Durchfluss bzw. mittleren Differenzdruck die Fluktuation des Differenzdruckmesssignals im Vergleich zu Referenzdaten, die bei offenen Wirkdruckleitungen erfasst wurden, zugenommen hat, ist dies ein erstes Indiz für eine ganz oder teilweise verstopfte Hoch- oder Niederdruckleitung.

[0024] Die Erfindung trägt nun dazu bei, Fehldiagnosen einer verstopften Hoch- oder Niederdruckleitung aufgrund zu- oder abnehmender Fluktuationen des Differenzdruckmesssignals zu vermeiden.

[0025] Fig. 2a zeigt eine graphische Darstellung, in welcher das Differenzdruckmesssignal **22** des Differenzdrucks Δp in mbar als Funktion der Zeit für eine unverstopfte Durchflussmessanordnung dargestellt ist. Ungefähr zu einem mittleren Zeitpunkt wird der Durchfluss in dem Messrohr **3** von $0,7 \text{ m}^3$ pro Stunde auf 1 m^3 pro Stunde angehoben. Dies resultiert in eine Änderung des Differenzdruckmesssignals **22** des Differenzdrucks Δp zwischen der Hoch- und Niederdruckseite des Wirkgebers. Das Differenzdruckmesssignal **22** des Differenzdrucks Δp steigt in die-

sem Fall von ca. 50 mbar auf ca. 100 mbar. Deutlich zu erkennen ist, dass das Rauschen bzw. die Fluktuation σ des Differenzdruckmesssignals **22** des Differenzdrucks Δp nach der Verdoppelung, ebenfalls verdoppelt ist.

[0026] Fig. 2b zeigt eine weitere graphische Darstellung, bei welcher das Differenzdruckmesssignal **22** des Differenzdrucks Δp in mbar als Funktion der Zeit für eine verstopfte Niederdruckleitung dargestellt ist. Ungefähr zum gleichen Zeitpunkt wie in Fig. 2a, wurde der Durchfluss in dem Messrohr **3** von ca. $0,7 \text{ m}^3$ pro Stunde auf ca. 1 m^3 pro Stunde angehoben. Deutlich zu erkennen ist, dass bei einer Verdoppelung des Rauschens bzw. der Fluktuation σ , das Differenzdruckmesssignal **22** des Differenzdrucks Δp von ca. 50 mbar auf fast 140 mbar verdoppelt ist. Dies ist eine Steigerung des Differenzdruckmesssignals **22** des Differenzdrucks Δp um beinahe das dreifache. Daraus lässt sich ableiten, dass bei einer verstopften Niederdruckleitung eine Erhöhung des Rauschens bzw. der Fluktuation σ mit einer signifikant größeren Erhöhung des Differenzdruckmesssignals **22** des Differenzdrucks Δp einhergeht.

[0027] Fig. 2c zeigt eine weitere graphische Darstellung, bei welcher das Differenzdruckmesssignal **22** des Differenzdrucks Δp in mbar als Funktion der Zeit für eine verstopfte Hochdruckleitung dargestellt ist. Auch hier wurde ungefähr zum gleichen Zeitpunkt wie in Fig. 2a bzw. Fig. 2c, der Durchfluss in dem Messrohr **3** von ca. $0,7 \text{ m}^3$ pro Stunde auf ca. 1 m^3 pro Stunde angehoben. Deutlich zu erkennen ist, dass bei einer Verdoppelung des Rauschens bzw. der Fluktuation σ , das Differenzdruckmesssignal **22** des Differenzdrucks Δp von ca. 50 mbar auf ca. 30 mbar absinkt. Dies ist eine Reduzierung des Differenzdruckmesssignals **22** des Differenzdrucks Δp um beinahe die Hälfte. Daraus lässt sich ableiten, dass bei einer verstopften Hochdruckleitung eine Erhöhung des Rauschens bzw. der Fluktuation σ mit einer Verringerung des Differenzdruckmesssignals **22** des Differenzdrucks Δp einhergeht.

[0028] Fig. 3 zeigt eine graphische Darstellung, bei der das mittlere Rauschen bzw. die mittlere Fluktuation σ des Differenzdruckmesssignals **22** des Differenzdrucks Δp als Funktion des Differenzdruckmesssignals **22** des Differenzdrucks Δp für vier verschiedene Zustände dargestellt ist. Die Relationen aller vier Zustände sind durch lineare Funktionen **18**, **19**, **20**, **21** modelliert.

[0029] Jede lineare Funktion beschreibt einen Zustand der Hochdruckleitung und der Niederdruckleitung. Diese vier Zustände sind: Hochdruckleitung und Niederdruckleitung offen (Funktion **18**), Hochdruckleitung verstopft und Niederdruckleitung offen (Funktion **19**), Hochdruckleitung offen und Niederdrucklei-

tung verstopft (Funktion **20**), Hochdruckleitung und Niederdruckleitung verstopft (Funktion **21**).

[0030] Deutlich zu sehen ist, dass die Funktion **19** des Zustands „Hochdruckleitung verstopft und Niederdruckleitung offen“ einen negativen Linearkoeffizienten ($-0,003$) aufweist. Des Weiteren weist die Funktion **20** mit dem Zustand „Hochdruckleitung offen und Niederdruckleitung verstopft“ einen Linearkoeffizienten ($+0,012$) auf, der signifikant größer ist als der Linearkoeffizient der Funktion **18** ($+0,003$) mit dem Zustand „Hochdruckleitung und Niederdruckleitung offen“. Der Linearkoeffizient der Funktion **20** ist ca. vier Mal größer als der Linearkoeffizient der Funktion **18**. Die Funktion **21**, bei dem sowohl die Hochdruckleitung als auch die Niederdruckleitung verstopft ist, weist einen Linearkoeffizienten von Null auf. Folglich lassen sich sämtliche Zustände anhand ihrer charakteristischen Linearkoeffizienten erkennen.

Bezugszeichenliste

- | | |
|-----------|---|
| 1 | Durchflussmessanordnung |
| 2 | Medium |
| 3 | Messrohr |
| 4 | Wirkdruckgeber |
| 5 | Differenzdruckmesswandler |
| 6 | Hochdruckleitung |
| 7 | Hochdruckeingang |
| 8 | Niederdruckleitung |
| 9 | Niederdruckeingang |
| 10 | Auswerteeinheit |
| 11 | Sensormodul |
| 12 | Zweidrahtleitung |
| 13 | Prozessleitsystem |
| 14 | Blende |
| 15 | hochdruckseitiger Druckabgriffkanal |
| 16 | niederdruckseitiger Druckabgriffkanal |
| 17 | Druckdifferenz |
| 18 | Hochdruckleitung und Niederdruckleitung offen |
| 19 | Hochdruckleitung verstopft und Niederdruckleitung offen |
| 20 | Hochdruckleitung offen und Niederdruckleitung verstopft |
| 21 | Hochdruckleitung und Niederdruckleitung verstopft |
| 22 | Differenzdruckmesssignal |

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 5680109 A [0002]

Patentansprüche

1. Durchflussmessanordnung zur Messung eines Durchflusses eines Mediums (2) durch ein Messrohr (3), umfassend mindestens einen im Messrohr (3) befindlichen Wirkdruckgeber (4), der insbesondere eine Reduzierung einer vom Medium (2) durchströmten Querschnittsfläche im Inneren des Messrohrs (1) im Bereich des Wirkdruckgebers (4) und damit ein von den Abmessungen des Wirkdruckgebers (4) und vom Durchfluss abhängiges Gefälle des Mediendrucks bewirkt, umfassend:

einen Differenzdruckmesswandler (5) zum Erfassen einer Differenz zwischen einem hochdruckseitigen Mediendruck und einem niederdruckseitigen Mediendruck und zum Bereitstellen eines Differenzdruckmesssignals (22), welches von der Differenz zwischen dem hochdruckseitigen Mediendruck und dem niederdruckseitigen Mediendruck abhängt, wobei die Differenz zwischen dem hochdruckseitigen Mediendruck und dem niederdruckseitigen Mediendruck ein Maß für den Durchfluss des Mediums (2) ist,

eine Hochdruckleitung (6), welche an einen Hochdruckeingang (7) des Differenzdruckmesswandlers (5) angeschlossen ist, um den Differenzdruckmesswandler (5) mit dem hochdruckseitigen Mediendruck zu beaufschlagen,

eine Niederdruckleitung (8), welche an einen Niederdruckeingang (9) des Differenzdruckmesswandlers (5) angeschlossen ist um den Differenzdruckmesswandler (5) mit dem niederdruckseitigen Mediendruck zu beaufschlagen,

eine Auswerteeinheit (10) zum Auswerten des Differenzdruckmesssignals (22),

wobei die Auswerteeinheit (10) dazu eingerichtet ist,

- eine Relation zwischen dem Differenzdruckmesssignal (22) und einem charakteristischen Parameter eines Rauschens oder einer Fluktuation des Differenzdruckmesssignals (22) festzustellen,

- die Feststellung einer monoton fallenden Relation zwischen dem Differenzdruckmesssignal (22) und dem charakteristischen Parameter als Hinweis auf eine verstopfte Hochdruckleitung (6) zu werten, und

- die Feststellung einer monoton steigenden Relation zwischen dem Differenzdruckmesssignal (22) und dem charakteristischen Parameter, dessen monoton steigende Relation signifikant stärker ist als die monoton steigende Relation einer unverstopften Durchflussmessanordnung, als Hinweis auf eine verstopfte Niederdruckleitung (8) zu werten.

2. Durchflussmessanordnung nach Anspruch 1, wobei die monoton steigende bzw. fallende Relation zwischen dem Differenzdruckmesssignal (22) und dem charakteristischen Parameter näherungsweise durch eine linear steigende bzw. fallende Funktion modelliert ist, und wobei die signifikant stärker monoton steigende Relation, eine näherungsweise linear steigende Funktion ist, deren Linearkoeffizient signifikant größer ist als der fehlerbereinigte Linearkoeffizient einer linear steigenden Funktion einer unverstopften Durchflussmessanordnung.

fizient einer linear steigenden Funktion einer unverstopften Durchflussmessanordnung.

3. Durchflussmessanordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die monoton steigende bzw. fallende Relation zwischen dem Differenzdruckmesssignal (22) und dem charakteristischen Parameter näherungsweise durch eine quadratisch steigende bzw. fallende Funktion modelliert ist, und wobei die signifikant stärker monoton steigende Relation, eine näherungsweise quadratisch steigende Funktion ist, deren Koeffizient des quadratischen Glieds signifikant größer ist als der fehlerbereinigte Koeffizient des quadratischen Glieds einer quadratisch steigenden Funktion einer unverstopften Durchflussmessanordnung.

4. Verfahren zum Überwachen einer Durchflussmessanordnung, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend die Verfahrensschritte:

zumindest zeitweises Erfassen eines zeitlichen Verlaufs des Differenzdruckmesssignals (22) und eines charakteristischen Parameters eines Rauschens oder einer Fluktuation des Differenzdruckmesssignals (22), Feststellen einer Relation zwischen dem Differenzdruckmesssignal (22) und einem charakteristischen Parameter eines Rauschens oder einer Fluktuation des Differenzdruckmesssignals (22), wobei die Feststellung einer monoton fallenden Relation zwischen dem Differenzdruckmesssignal (22) und dem charakteristischen Parameter als Hinweis auf eine verstopfte Hochdruckleitung (6) zu werten ist, und die Feststellung einer monoton steigenden Relation zwischen dem Differenzdruckmesssignal (22) und dem charakteristischen Parameter, dessen monoton steigende Relation signifikant stärker ist als die monoton steigende Relation einer unverstopften Durchflussmessanordnung, als Hinweis auf eine verstopfte Niederdruckleitung (8) zu werten ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

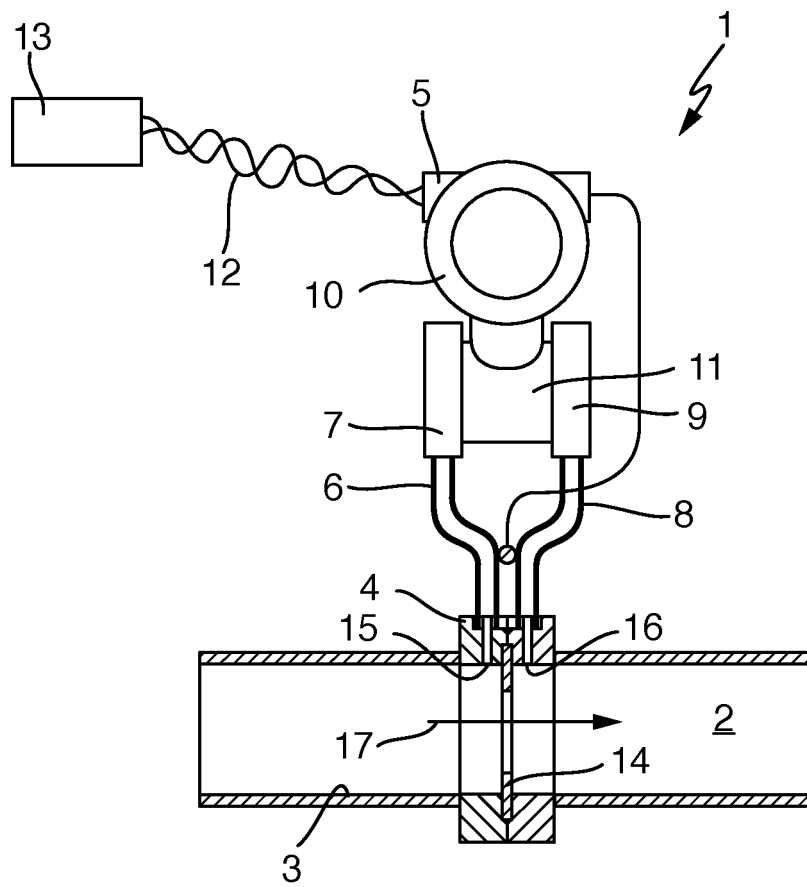


Fig. 1

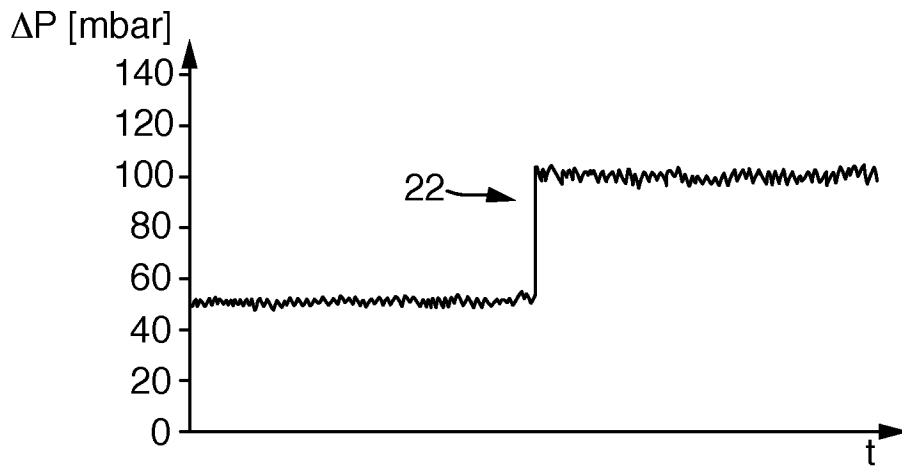


Fig. 2a

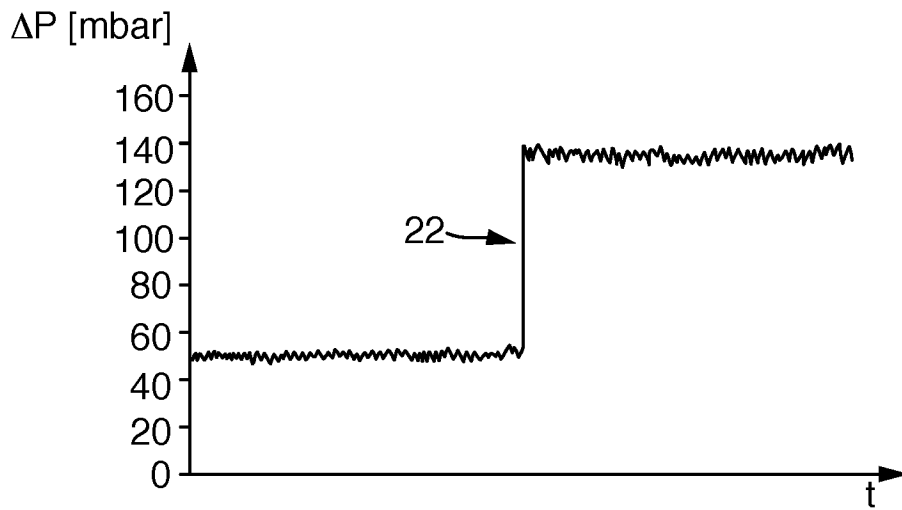


Fig. 2b

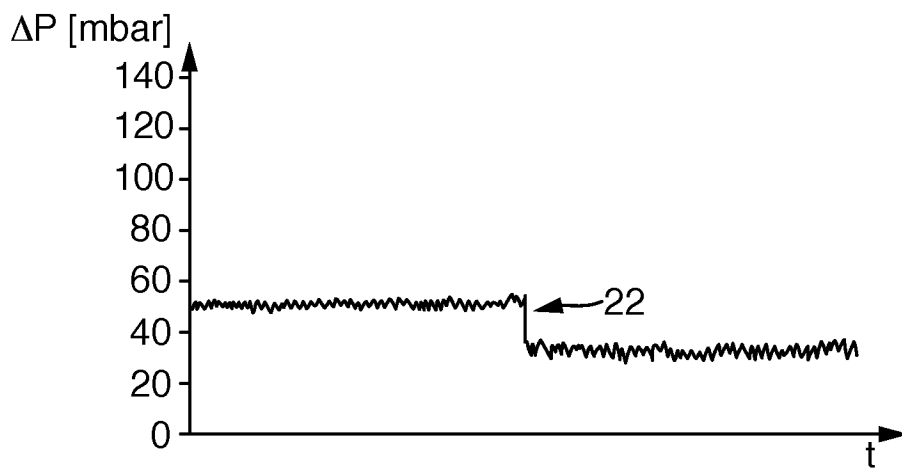


Fig. 2c

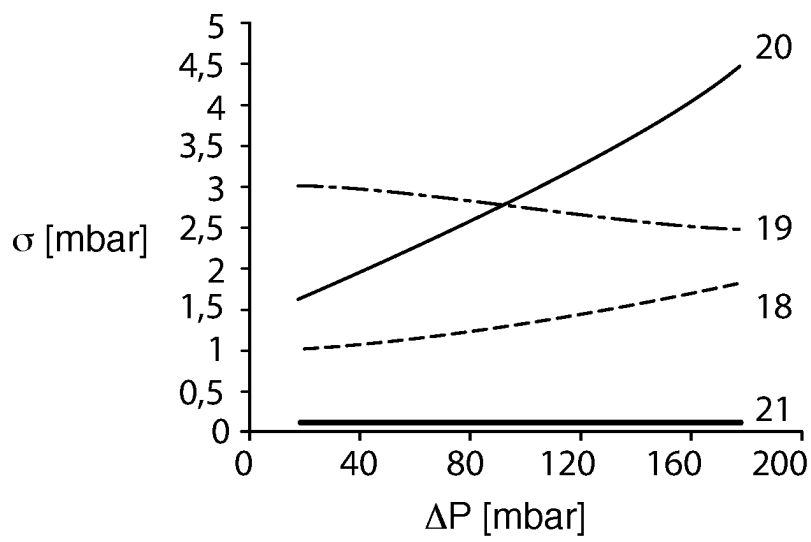


Fig. 3