



(10) **DE 10 2012 016 041 A1** 2014.02.20

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 016 041.0**

(22) Anmeldetag: **14.08.2012**

(43) Offenlegungstag: **20.02.2014**

(51) Int Cl.: **B01D 46/42 (2006.01)**

B01D 35/143 (2006.01)

(71) Anmelder:
FESTO AG & Co. KG, 73734, Esslingen, DE

(72) Erfinder:
Batsch, Christoph, 73092, Heiningen, DE

(74) Vertreter:
**Patentanwälte Magenbauer & Kollegen, 73730,
Esslingen, DE**

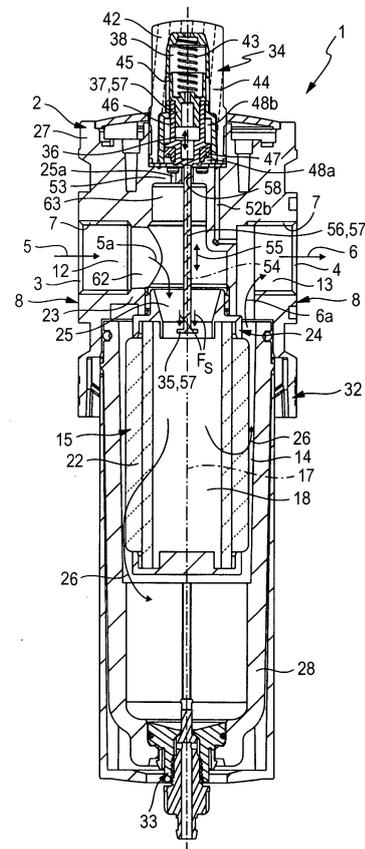
(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 22 28 864 A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Filtergerät zum Filtern von Druckluft**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Filtergerät (1) vorgeschlagen, das über eine zwischen einem Primärkanal (12) und einem Sekundärkanal (13) angeordnete Filtereinrichtung (15) verfügt und das mit einer Indikatoreinrichtung (34) für den Verschmutzungsgrad der Filtereinrichtung (15) ausgestattet ist. Der Verschmutzungsgrad der Filtereinrichtung (15) wird auf der Grundlage der zwischen dem Primärkanal (12) und dem Sekundärkanal (13) herrschenden Druckdifferenz ermittelt, auf deren Grundlage ein bewegliches Indikatorelement (37) in unterschiedlichen Stellungen positionierbar ist. Um die Indikation von Durchflussschwankungen unabhängig zu machen, ist das Indikatorelement (37) mit einem Strömungswiderstandsmittel (35) bewegungsgekoppelt, das von der im Primärkanal (12) strömenden Druckluft beaufschlagt ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Filtergerät zum Filtern von Druckluft, mit einem einen Einlass aufweisenden Primärkanal, einem einen Auslass aufweisenden Sekundärkanal und einer zwischen dem Primärkanal und dem Sekundärkanal angeordneten Filtereinrichtung, und ferner mit einer Indikatoreinrichtung für den Verschmutzungsgrad der Filtereinrichtung, die ein in Abhängigkeit von der zwischen dem Primärkanal und dem Sekundärkanal herrschenden Druckdifferenz zwischen einer Grundstellung bei unverschmutzter Filtereinrichtung und mindestens einer diesbezüglich ausgelenkten Arbeitsstellung bei verschmutzter Filtereinrichtung bewegliches Indikatorelement aufweist.

[0002] Filtergeräte dieser Art werden vorwiegend als sogenannte Wartungsgeräte zur Aufbereitung von in Druckluftnetzen strömender Druckluft eingesetzt. Meist ist das Filtergerät dabei mit weiteren Wartungsgeräten wie Druckregelgeräten oder Ventilgeräten zu einer modularen Wartungseinheit zusammengesetzt. Das Filtergerät hat den Zweck, in der hindurchströmenden Druckluft enthaltene Verunreinigungen herauszufiltern und von den sich anschließenden, mit Druckluft zu betätigenden Aggregaten fernzuhalten.

[0003] Ein aus der DE 20 2004 017 891 U1 bekanntes Filtergerät der eingangs genannten Art ist mit einer Indikatoreinrichtung ausgestattet, die eine Detektion des Verschmutzungsgrades der Filtereinrichtung ermöglicht. Die Indikatoreinrichtung arbeitet auf der Grundlage der Erfassung der Druckdifferenz zwischen dem vor der Filtereinrichtung angeordneten Primärkanal und dem nach der Filtereinrichtung angeordneten Sekundärkanal. Die Druckdifferenz ist umso größer, je größer der Verschmutzungsgrad der Filtereinrichtung ist. Ein bewegliches Indikatorelement nimmt bei unverschmutzter Filtereinrichtung eine Grundstellung ein und wird bei zunehmendem Verschmutzungsgrad und dementsprechend zunehmender Druckdifferenz mehr und mehr in unterschiedliche Arbeitsstellungen ausgelenkt, die Rückschlüsse auf die Filterverschmutzung und die Notwendigkeit eines Austausches oder einer Reinigung der Filtereinrichtung zulassen.

[0004] Ein Nachteil bei der auf der Erfassung der Druckdifferenz zwischen Primärkanal und Sekundärkanal basierenden Indikatorfunktion besteht darin, dass die Indikation stark durchflussabhängig ist. Die Indikatoreinrichtung ist normalerweise für einen bestimmten Arbeitsbereich ausgelegt, der einer gewissen Strömungsrate entspricht, und arbeitet in diesem Arbeitsbereich sehr zuverlässig. Wenn jedoch vom Betreiber einer pneumatischen Anlage aufgrund eines erhöhten Druckluftbedarfes die Strömungsrate der in den Primärkanal eingespeisten Druckluft erhöht wird, führt dies trotz unverschmutzter Filterein-

richtung zu einem gewissen Strömungstau im Primärkanal, so dass die Druckdifferenz zum Sekundärkanal ansteigt und durch die Indikatoreinrichtung eine Verschmutzung der Filtereinrichtung angezeigt wird, obwohl dies nicht zutrifft.

[0005] Um dieser Unzulänglichkeit entgegenzutreten, wurde in der EP 1 229 989 B1 bereits vorgeschlagen, außer der Druckdifferenz auch die Durchflussrate zu erfassen und die Durchflussrate bei der Erzeugung eines Verschmutzungssignals mittels einer elektronischen Steuereinrichtung zu berücksichtigen. Diese sehr exakt arbeitende Methode erfordert allerdings einen relativ großen Aufwand in konstruktiver und finanzieller Hinsicht.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, kostengünstige Maßnahmen vorzuschlagen, die in einem Filtergerät auch bei wechselnden Durchflussraten eine zuverlässige Verschmutzungsindikation ermöglichen.

[0007] Zur Lösung dieser Aufgabe ist in Verbindung mit den eingangs genannten Merkmalen vorgesehen, dass die Indikatoreinrichtung ein in dem Primärkanal angeordnetes und der dort strömenden Druckluft einen Strömungswiderstand entgegengesetztes Strömungswiderstandsmittel aufweist, das in und entgegen der Strömungsrichtung der Druckluft beweglich und derart mit dem Indikatorelement bewegungskoppelt ist, dass das Indikatorelement durch die auf das Strömungswiderstandsmittel einwirkende Kraft der strömenden Druckluft in Richtung der Grundstellung beaufschlagt ist.

[0008] Wenn bei diesem Filtergerät aufgrund einer sich eingangsseitig vergrößernden Durchflussrate die Druckdifferenz zwischen dem Primärkanal und dem Sekundärkanal ansteigt, erfolgt durch das Strömungswiderstandsmittel eine gleichzeitige Kompensierung der dadurch auf das Indikatorelement einwirkenden Differenzdruckkraft. Das Strömungswiderstandsmittel befindet sich im Strömungsweg der durch den Primärkanal hindurchströmenden Druckluft und setzt dieser Druckluft einen Strömungswiderstand entgegen, so dass die Druckluft eine in deren Strömungsrichtung orientierte Stellkraft auf das Strömungswiderstandsmittel ausübt, die aufgrund der Bewegungskopplung eine das Indikatorelement in Richtung der Grundstellung beaufschlagende Stellkraft bewirkt. Diese Stellkraft ist der an dem Indikatorelement anliegenden Differenzdruckkraft entgegengesetzt und stellt mithin ein Regulativ dar, das eine nicht vom Verschmutzungsgrad der Filtereinrichtung hervorgerufene Auslenkung des Indikatorelementes in eine Arbeitsstellung verhindert oder zumindest stark einschränkt. Die Verschmutzungsindikation aufgrund eines verschmutzungsbedingten Ansteigens der Druckdifferenz wird durch die Indikatoreinrichtung nicht beeinträchtigt, weil das Strömungs-

widerstandsmittel aufgrund seiner Beweglichkeit die grundsätzliche Beweglichkeit des Indikatorelementes nicht einschränkt und von dem Indikatorelement bei dessen Auslenkung quasi mitgeschleppt werden kann. Da für das Arbeitsprinzip der Indikatoreinrichtung keine elektronischen Mittel notwendig sind, ergibt sich ein sehr kostengünstiger Aufbau mit zuverlässiger Funktionsweise.

[0009] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0010] Das Strömungswiderstandsmittel kann prinzipiell in beliebiger Weise beweglich im Strömungsweg der durch den Primärkanal hindurchströmenden Druckluft angeordnet sein, wobei es beispielsweise schwenkbeweglich sein kann. Als besonders vorteilhaft wird allerdings eine lineare Beweglichkeit angesehen, was insbesondere dann zweckmäßig ist, wenn auch das Indikatorelement eine entsprechende lineare Beweglichkeit aufweist. Insbesondere empfiehlt sich eine Anordnung, bei der das Indikatorelement und das Strömungswiderstandsmittel mit gleich orientierten Achsrichtungen linear bewegbar sind, wobei es zweckmäßig ist, wenn zwischen dem Indikatorelement und dem Strömungswiderstandsmittel eine zueinander koaxiale Anordnung vorliegt und die Längsachse dieser koaxialen Anordnung mit der Bewegungsrichtung zusammenfällt.

[0011] Vorzugsweise ist das Strömungswiderstandsmittel derart mit dem Indikatorelement bewegungsgekoppelt, dass diese beiden Bestandteile der Indikatoreinrichtung stets nur gleichzeitig und gleichsinnig bewegbar sind. Insbesondere in diesem Zusammenhang ist es vorteilhaft, wenn das Indikatorelement und das Strömungswiderstandsmittel in einer stets nur einheitlich bewegbaren Indikatoreinheit zusammengefasst sind. Eine andere Ausführungsform der Indikatoreinrichtung sieht vor, dass das Strömungswiderstandsmittel mit dem Indikatorelement über eine Hebelmechanik oder ein Getriebe gekoppelt ist.

[0012] Für das Strömungswiderstandsmittel empfiehlt sich insbesondere eine platten- oder scheibenförmige Ausgestaltung mit insbesondere quer und bevorzugt rechtwinkelig zur Strömungsrichtung der Druckluft verlaufender Hauptausdehnungsebene. Andere mögliche Gestaltungsformen des Strömungswiderstandsmittels sind beispielsweise kugelförmig oder diskusförmig.

[0013] Die Filtereinrichtung ist zweckmäßigerweise mit einer eine Längsachse aufweisenden Filterpatrone ausgestattet, die von der zu filternden Druckluft durchströmt wird, insbesondere von radial innen nach radial außen. Das Strömungswiderstandsmittel ist hierbei zweckmäßigerweise in der Achsrichtung der Längsachse der Filterpatrone bewegbar ange-

ordnet. Vorzugsweise befindet sich das Strömungswiderstandsmittel in einem zu der Filterpatrone koaxialen und in einen Innenraum der Filterpatrone einmündenden inneren Endabschnitt des Primärkanals und mithin bevorzugt unmittelbar im Eintrittsbereich der Filterpatrone.

[0014] Die Filterpatrone ist bevorzugt austauschbar in einem Gehäuse des Filtergerätes angeordnet. Wenn die Indikatoreinrichtung eine zu starke Verschmutzung der Filterpatrone anzeigt, kann die Filterpatrone mithin mit geringem Zeitaufwand durch eine neue, saubere Filterpatrone ersetzt werden.

[0015] Zweckmäßigerweise enthält die Indikatoreinrichtung ein in den Primärkanal hineinragendes Trägerelement, das das Strömungswiderstandsmittel trägt. Das Strömungswiderstandsmittel ist über dieses Trägerelement mit dem Indikatorelement bewegungsgekoppelt. Vorzugsweise sind Indikatorelement, Trägerelement und Strömungswiderstandsmittel zu einer stets nur einheitlich bewegbaren Indikatoreinheit zusammengefasst.

[0016] Das Trägerelement ist vorzugsweise als Trägerstab ausgebildet, wobei es zweckmäßigerweise einseitig mit dem Indikatorelement kooperiert und andererseits das Strömungswiderstandsmittel trägt. Zur Kooperation mit dem Indikatorelement ist das Trägerelement zweckmäßigerweise an dem Indikatorelement befestigt.

[0017] Das Indikatorelement verfügt zweckmäßigerweise über einen in einer Betätigungskammer beweglich angeordneten Betätigungsabschnitt, der die Betätigungskammer in zwei Antriebskammern fluid dicht voneinander abtrennt, von denen die eine mit dem Primärkanal und die andere mit dem Sekundärkanal fluidisch verbunden ist. Auf diese Weise steht an dem Betätigungsabschnitt eine aus der Druckdifferenz der Druckluft resultierende Antriebskraft an, die das Indikatorelement im Sinne einer Auslenkung aus der Grundstellung beaufschlagt. Um eine klar definierte Grundstellung zu erhalten, ist es vorteilhaft, wenn zusätzlich eine Rückstellfedereinrichtung vorhanden ist, die das Indikatorelement ständig mit einer gewissen Basiskraft in seine Grundstellung drückt. Der Betätigungsabschnitt ist bevorzugt nach Art eines Kolbens ausgebildet, kann aber beispielsweise auch einen membranartigen Aufbau haben.

[0018] Bevorzugt ist das Strömungswiderstandsmittel über ein stabförmiges Trägerelement an den Betätigungsabschnitt angekoppelt, indem es eine den Primärkanal von der Betätigungskammer abtrennende Zwischenwand in diesbezüglich beweglicher Weise durchsetzt. Wenn sich an die Zwischenwand unmittelbar die mit dem Primärkanal kommunizierende Antriebskammer anschließt, kann normalerweise auf eine Abdichtung zwischen dem Trägerelement

und der Zwischenwand verzichtet werden. Es besteht insbesondere auch die Möglichkeit, die vom Trägerelement durchsetzte Wanddurchbrechung der Zwischenwand mit einem ausreichend großen Querschnitt zu versehen, um die fluidische Kommunikation mit dem Primärkanal unabhängig von der momentanen Stellung des Trägerelementes zu gewährleisten.

[0019] Das Indikatorelement ist in einer besonders einfachen Ausgestaltung zum Hervorrufen eines optischen Verschmutzungssignals ausgebildet. Beispielsweise wird in Abhängigkeit von der Stellung des Indikatorelementes eine unterschiedliche Rot/Grün-Anzeige veranlasst, die ein Betrachter visuell wahrnehmen kann. Alternativ oder zusätzlich ist aber auch eine Ausgestaltung zum Hervorrufen eines elektrischen Verschmutzungssignals möglich, was in vorteilhafter Weise eine Fernüberwachung gestattet. Beispielsweise kann das bewegliche Indikatorelement mit einer Positionserfassungseinrichtung zusammenarbeiten, die in Abhängigkeit von der Position des Indikatorelementes eine elektrische Signalabgabe hervorruft, die beispielsweise zur Erzeugung eines Lichtsignals oder auch eines akustischen Warnsignals herangezogen werden kann.

[0020] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

[0021] Fig. 1 eine bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Filtergerätes in einem Längsschnitt bei in der Grundstellung befindlichem Indikatorelement, und

[0022] Fig. 2 den oberen Bereich des in Fig. 1 illustrierten Filtergerätes in einer maximal ausgelenkten Arbeitsstellung des Indikatorelementes, wobei gestrichelt auch noch eine Positionserfassungseinrichtung illustriert ist, die zusätzlich oder alternativ vorhanden sein kann.

[0023] Das in seiner Gesamtheit mit Bezugsziffer 1 bezeichnete Filtergerät verfügt über ein Gerätegehäuse 2, an dem, von außen her zugänglich, ein Einlass 3 und ein Auslass 4 für Druckluft ausgebildet sind. Zu filternde Druckluft tritt gemäß Pfeil 5 durch den Einlass 3 hindurch in das Filtergerät ein und tritt gemäß Pfeil 6 in gefiltertem Zustand durch den Auslass 4 hindurch wieder aus dem Gerätegehäuse 2 aus. An dem Einlass 3 und dem Auslass 4 kann das Gerätegehäuse 2 mit je einer Druckluftleitung verbunden werden. Hierzu ist an dem Gerätegehäuse 2 zweckmäßigerweise jeweils eine geeignete Schnittstelleneinrichtung 7 ausgebildet, beispielsweise ein Innengewinde.

[0024] Bevorzugt kann das Gerätegehäuse 2 allerdings auch mit weiteren Geräten zu einer modular

aufgebauten Geräteeinheit zusammengesetzt werden. Exemplarisch verfügt das Gerätegehäuse 2 im Bereich des Einlasses 3 und des Auslasses 4 über jeweils eine Montagefläche 8, an der ein weiteres, wie das Filtergerät 1 zur Aufbereitung von Druckluft verwendbares Gerät anbaubar ist. Einlass 3 und Auslass 4 befinden sich zweckmäßigerweise an einander entgegengesetzt orientierten Außenseiten des Gerätegehäuses 2.

[0025] Der Einlass 3 ist Bestandteil eines Primärkanals 12 und der Auslass 4 ist Bestandteil eines Sekundärkanals 13. Beide Kanäle 12, 13 münden in einen als Filterraum 14 bezeichneten Innenraum des Gerätegehäuses 2, in dem eine Filtereinrichtung 15 so angeordnet ist, dass sie in einer Reihenschaltung zwischen den Primärkanal 12 und den Sekundärkanal 13 eingeschaltet ist.

[0026] Die Filtereinrichtung 15 enthält bevorzugt eine in dem Filterraum 14 angeordnete, lösbar am Gerätegehäuse 2 fixierte Filterpatrone 16 mit einer Längsachse 17. Die Filterpatrone 16 hat zentral einen zu der Längsachse 17 bevorzugt koaxialen Innenraum 18, der von einer ein- oder mehrlagigen, luftdurchlässigen Filterwand 22 zumindest peripher umschlossen ist. Die Filterwand 22 ist vorzugsweise hülsenförmig oder hohlzylindrisch ausgebildet.

[0027] Der Filterraum 14 ist an einer Oberseite von einer Begrenzungswand 23 des Gerätegehäuses 2 begrenzt, an der sich zweckmäßigerweise eine Befestigungseinrichtung 24 befindet, mit deren Hilfe sich die Filterpatrone 16 lösbar gehäusefest fixieren lässt.

[0028] Der Primärkanal 12 hat einen inneren Endabschnitt 25, der beispielsweise die Befestigungseinrichtung 24 durchsetzt und der so in den Filterraum 14 einmündet, dass er mit dem Innenraum 18 der montierten Filterpatrone 16 fluchtet.

[0029] Der innere Endabschnitt 25 des Primärkanals 12 ist bevorzugt koaxial zu der Filterpatrone angeordnet. Gemäß Pfeil 5 in den Primärkanal 12 von außen her eingespeiste Druckluft tritt gemäß Pfeil 5a durch den inneren Endabschnitt 25 hindurch in den Innenraum 18 der Filterpatrone 16 ein.

[0030] Ausgehend von dem Innenraum 18 tritt die Druckluft gemäß Pfeilen 26 von radial innen nach radial außen durch die Filterwand 22 hindurch, wobei in der Filterwand 22 in der Druckluft enthaltene Verunreinigungen zurückgehalten werden, so dass nur gefilterte Druckluft in den Filterraum 14 außerhalb der Filterpatrone 16 gelangt. Von dort aus strömt die gefilterte Druckluft gemäß Pfeil 6a in den außerhalb der Filterpatrone 16 in den Filterraum 14 einmündenden Sekundärkanal 13 und von dort aus gemäß Pfeil 6 durch den Auslass 4 hindurch zu den daran angeschlossenen Komponenten.

[0031] Das Gerätegehäuse **2** ist zweckmäßigerweise mehrteilig aufgebaut und verfügt über einen Kopfabschnitt **27** und einen lösbar an die Unterseite des Kopfabschnittes **27** angesetzten, bevorzugt becherförmigen Hüllabschnitt **28**. Der Hüllabschnitt **28** begrenzt gemeinsam mit dem Kopfabschnitt **27** den Filterraum **14**, in dem die Filtereinrichtung **15** angeordnet ist. Die oben erwähnte Begrenzungswand **23** ist ein Bestandteil des Kopfabschnittes **27**. Mittels einer an der Unterseite des Kopfabschnittes **27** angeordneten Befestigungseinrichtung **32** ist der zum Kopfabschnitt **27** hin offene Hüllabschnitt **28** lösbar am Kopfabschnitt **27** fixiert.

[0032] Wenn der Hüllabschnitt **28** vom Kopfabschnitt **27** abgenommen ist, ist die Filterpatrone **16** zugänglich und kann bei Bedarf leicht ausgewechselt werden.

[0033] Im Betrieb des Filtergerätes **1** bleibt nicht aus, dass sich Kondensat von der strömenden Druckluft abscheidet. Dieses Kondensat sammelt sich im Bodenbereich des Filterraumes **14** an, wo der Hüllabschnitt **28** zweckmäßigerweise mit einer Ablassrichtung **33** versehen ist, die je nach Ausgestaltung ein manuelles oder automatisches Ablassen des sich ansammelnden Kondensates aus dem Filterraum **14** ermöglicht.

[0034] Bei einer nicht dargestellten Ausführungsform des Filtergerätes **1** ist die Filtereinrichtung **15** mit einer Kondensatabscheideeinrichtung kombiniert, die den Vorgang des Abscheidens von in der strömenden Druckluft enthaltenen flüssigen Bestandteilen unterstützt.

[0035] Der Einlass **3**, der Auslass **4**, der Primärkanal **12** und der Sekundärkanal **13** sind beim Ausführungsbeispiel Bestandteile des Kopfabschnittes **27**.

[0036] Naturgemäß verschmutzt die Filtereinrichtung **15** beim Betrieb des Filtergerätes **1** zusehends durch die herausgefilterten Schmutzpartikel. Dadurch wird der Durchsatz an Druckluft beeinträchtigt, was sich negativ auf die angestrebte Verwendung der gefilterten Druckluft auswirkt. Die Filtereinrichtung **15**, beim Ausführungsbeispiel die Filterpatrone **16**, muss daher von Zeit zu Zeit, wenn ein gewisser Verschmutzungsgrad erreicht ist, gewechselt oder gereinigt werden. Um hier den richtigen Wartungszeitpunkt überwachen zu können, ist das Filtergerät **1** mit einer Indikatoreinrichtung **34** zur Detektion und Anzeige des Verschmutzungsgrades der Filtereinrichtung **15** ausgestattet. Diese Indikatoreinrichtung **34** arbeitet grundsätzlich auf der Grundlage der zwischen dem Primärkanal **12** und dem Sekundärkanal **13** herrschenden Druckdifferenz. Eine zusätzliche Maßnahme in Gestalt eines im Folgenden noch zu erläuternden Strömungswiderstandsmittels **35** sorgt dabei für eine Aufhebung oder zumindest Reduzierung der auf

die momentane Durchflussrate der Druckluft zurückzuführenden Differenzdruckänderungen, so dass eine fehlerhafte Indikation mit einfachen Maßnahmen vermieden wird.

[0037] Die Indikatoreinrichtung **34** enthält ein unter Ausführung einer durch einen Doppelpfeil illustrierten Indikationsbewegung **36** relativ zum Gerätegehäuse **2** bewegbares Indikatorelement **37**. Das Indikatorelement **37** ist insbesondere linear verschiebbar, so dass die Indikationsbewegung **36** eine Linearbewegung ist. Exemplarisch ist das Indikatorelement **37** in einem Aufnahmebaum **38** untergebracht, der gemeinsam von dem Kopfabschnitt **27** und einer an dem Kopfabschnitt **27** montierten, zumindest partiell durchsichtigen Abdeckkappe **42** begrenzt ist. Die Abdeckkappe **42** ist zweckmäßigerweise mit der offenen Seite voraus an der dem Hüllabschnitt **28** entgegengesetzten Oberseite des Kopfabschnittes **27** montiert.

[0038] Das Indikatorelement **37** ist durch eine in dem Aufnahmebaum **38** angeordnete, sich zwischen ihm und der Abdeckkappe **42** abstützende Rückstellfedereinrichtung **43** ständig in Richtung einer aus **Fig. 1** ersichtlichen Grundstellung vorgespannt. Durch Überwindung der Federkraft kann das Indikatorelement **37** aus der Grundstellung in eine oder mehrere als Arbeitsstellungen bezeichnete Stellungen ausgelenkt werden.

[0039] Exemplarisch ist die Grundstellung eine untere Endstellung und das Indikatorelement **37** kann in diesbezüglich weiter angehobene Arbeitsstellungen verschoben werden.

[0040] Die Abdeckkappe **42** hat einen Sichtbereich **44**, in dessen Bereich bei in Grundstellung befindlichem Indikatorelement **37** ein erster Indikatorabschnitt **45** zu liegen kommt, der beispielsweise eine grüne Farbe aufweist. An diesen ersten Indikatorabschnitt **45** schließt sich axial nach unten hin ein zweiter Indikatorabschnitt **46** an, der sich in Aussehen und/oder Struktur vom ersten Indikatorabschnitt unterscheidet und der beim Ausführungsbeispiel in roter Farbe ausgebildet ist. Wenn das Indikatorelement **37** ausgehend von der Grundstellung die Indikationsbewegung **36** ausführt, gelangt der zweite Indikatorabschnitt **46** mehr und mehr in den Sichtbereich **44**, so dass der von außen her visuell erfassbare grüne optische Eindruck mehr und mehr von einem roten optischen Eindruck ersetzt wird. Auf diese Weise ist von außen her visuell zu erkennen, ob sich das Indikatorelement **37**, in Verbindung mit einer unverschmutzten Filtereinrichtung, in der Grundstellung befindet oder ob es in eine eine Verschmutzung der Filtereinrichtung anzeigende Arbeitsstellung verschoben worden ist.

[0041] Wie schon angedeutet, resultiert die jeweilige Position des Indikatorelementes **37** aus der Druckdifferenz des Druckes der einerseits im Primärkanal **12** und andererseits im Sekundärkanal **13** befindlichen Druckluft. Um die differenzdruckabhängige Indikationsbewegung **36** zu gewährleisten, weist das Indikatorelement **37** einen in dem Aufnahmeraum **38** angeordneten Betätigungsabschnitt **47** auf, der bevorzugt nach Art eines Kolbens ausgebildet ist und der durch dichtes Zusammenwirken mit der Begrenzungswand des Aufnahmeortes **38** diesen Aufnahmeort **38** in eine erste Antriebskammer **48a** und eine zweite Antriebskammer **48b** fluiddicht axial unterteilt. Über einen ersten Abgriffskanal **52a** steht die erste Antriebskammer **48a** in ständiger Fluidverbindung mit dem Primärkanal **12**. Gleichzeitig steht die zweite Antriebskammer **48b** über den zweiten Abgriffskanal **52b** in ständiger Fluidverbindung mit dem Sekundärkanal **13**.

[0042] Die beiden Abgriffskanäle **52a**, **52b** sind zweckmäßigerweise in der Wandung des Gerätegehäuses **2** und exemplarisch in dem Kopfabschnitt **27** ausgebildet.

[0043] Der Aufnahmeort **38** ist durch eine zweckmäßigerweise vom Kopfabschnitt **27** gebildete Zwischenwand **53** vom Primärkanal **12** abgetrennt. Der Aufnahmeort **38** ist zweckmäßigerweise koaxial zu der Längsachse **17** ausgerichtet und erstreckt sich vorzugsweise auch koaxial zu dem inneren Endabschnitt **25** des Primärkanals **12**, dessen Längsachse bei **54** angedeutet ist.

[0044] Ein besonders günstiger Verlauf für den ersten Abgriffskanal **52a** ergibt sich, wenn dieser erste Abgriffskanal **52a** die Zwischenwand **53** durchsetzt. Er kann auf diese Weise sehr kurz ausfallen.

[0045] Der im Primärkanal **12** herrschende Fluiddruck sei als Primärdruck bezeichnet, der im Sekundärkanal **13** herrschende Fluiddruck als Sekundärdruck. Aufgrund ihrer Verbindung mit dem Primärkanal **12** herrscht in der ersten Antriebskammer **48a** der Primärdruck, der das Indikatorelement **37** mit einer der Federkraft der Rückstellfedereinrichtung **43** entgegengesetzten ersten Druckkraft beaufschlagt. Mit entgegengesetzter Wirkrichtung und mithin mit gleicher Wirkrichtung wie die Rückstellfedereinrichtung **43** wird das Indikatorelement **37** ständig durch den in der zweiten Antriebskammer **48b** herrschenden Sekundärdruck mit einer zweiten Druckkraft in Richtung der Grundstellung vorgespannt.

[0046] Das System ist so ausgelegt, dass das Indikatorelement **37** so lange in der Grundstellung verbleibt, wie die an dem Betätigungsabschnitt **47** anstehende Druckdifferenz einen vordefinierten Wert, der auch durch die Federkraft der Rückstellfedereinrichtung **43** bestimmt wird, nicht überschreitet. Wird die

Druckdifferenz aufgrund einer Verschmutzung der Filtereinrichtung **15** größer, verlagert sich das Indikatorelement **37** unter Ausführung der Indikationsbewegung **36** aus der Grundstellung in eine diesbezüglich mehr oder weniger beabstandete Arbeitsstellung.

[0047] Die Fig. 2 illustriert eine maximale Arbeitsstellung des Indikatorelementes **37**, in der es um die maximal mögliche Wegstrecke aus der Grundstellung herausbewegt worden ist. Damit ist angezeigt, dass die Filtereinrichtung **15** einen sehr hohen Verschmutzungsgrad erreicht hat und dringend ein Austausch oder eine Reinigung erforderlich ist.

[0048] Das schon erwähnte Strömungswiderstandsmittel **35** ist ein weiterer Bestandteil der Indikatoreinrichtung **34** und ist derart im Verlauf des Primärkanals **12** platziert, dass es der dort in Richtung zur Filtereinrichtung **15** strömenden Druckluft einen Strömungswiderstand entgegensetzt. Das Strömungswiderstandsmittel **35** ist darüber hinaus derart ausgebildet und angeordnet, dass es unter Ausführung einer durch einen Doppelpfeil angedeuteten Stellbewegung **55** in und entgegen der Strömungsrichtung der in seinem Bereich vorbeiströmenden Druckluft beweglich ist. Darüber hinaus ist das Strömungswiderstandsmittel **35** derart mit dem Indikatorelement **37** bewegungsgekoppelt, dass die auf das Strömungswiderstandsmittel **35** einwirkende, durch Pfeile F_s illustrierte Stellkraft der strömenden Druckluft stets in Richtung seiner Grundstellung beaufschlagt ist. Unter der Stellkraft F_s ist die an dem Strömungswiderstandsmittel angreifende resultierende Kraft der Druckluft zu verstehen. Die Höhe der Stellkraft F_s ist abhängig von der Durchflussrate der Luftströmung im Primärkanal **12** und steigt mit zunehmender Strömungsrate an.

[0049] Die aus der Druckluftströmung resultierende Stellkraft F_s an dem Strömungswiderstandsmittel **35** überlagert die am Indikatorelement **37** angreifenden Kräfte und ruft einen mehr oder weniger starken Ausgleich zu einer an dem Indikatorelement **37** anstehenden Differenzdruckkraft hervor, die bei Erhöhung der Strömungsrate der zuströmenden Druckluft selbst bei unverschmutzter Filtereinrichtung **15** aufgrund der ansteigenden Druckdifferenz zwischen Primärkanal **12** und Sekundärkanal **13** eine Erhöhung erfährt.

[0050] Auf diese Weise bewirkt das Strömungswiderstandsmittel **35** eine mehr oder weniger starke Kompensation von Schwankungen in der Strömungsrate der Druckluft, die außerhalb des Durchfluss-Arbeitsbereiches liegen, für den die Indikatoreinrichtung **34** unabhängig von dem Strömungswiderstandsmittel **35** ausgelegt ist.

[0051] Beim Ausführungsbeispiel sitzt das Strömungswiderstandsmittel **35** am freien Endbereich

eines bevorzugt stabförmigen Trägerelementes **56**, das an seinem anderen Endbereich an dem Indikatorelement **37** befestigt ist. Die Befestigung kann beispielsweise durch eine Schraubverbindung oder auch durch eine einstückige Verbindung realisiert sein. Das Trägerelement **56** bewirkt eine direkte Bewegungskopplung zwischen dem Indikatorelement **37** und dem Strömungswiderstandsmittel **35**, mit der Folge, dass diese Komponenten stets nur einheitlich bewegbar sind. Die Indikationsbewegung **36** und die Stellbewegung **55** treten somit stets nur gleichzeitig und gleichsinnig auf. Beide Bewegungen **36**, **55** sind zweckmäßigerweise Linearbewegungen. Die Bewegungsrichtung fällt zweckmäßigerweise mit der Achsrichtung der Längsachse **54** des inneren Endabschnittes **25** des Primärkanals **12** zusammen.

[0052] Beim Ausführungsbeispiel bilden das Indikatorelement **37**, das Trägerelement **56** und das Strömungswiderstandsmittel **35** gemeinsam eine Baueinheit, die nur einheitlich bewegbar ist und die als Indikatoreinheit **57** bezeichnet sei. Wenn das Indikatorelement **37** aus der Grundstellung ausgelenkt wird, wird das Strömungswiderstandsmittel **35** mitgeschleppt.

[0053] Aus der Zeichnung ist ersichtlich, dass das Indikatorelement **37** und das Strömungswiderstandsmittel **35** bevorzugt koaxial zueinander angeordnet sind.

[0054] Der Querschnitt quer zur Strömungsrichtung der Druckluft des Strömungswiderstandsmittels **35** ist größer als derjenige des Trägerelementes **56**. Mithin ragt das Strömungswiderstandsmittel **35** seitlich, bevorzugt ringsum, über das Trägerelement **56** hinaus und liegt dadurch direkt derart in der Luftströmung, dass die in Richtung der Filtereinrichtung **15** durch den Primärkanal **12** hindurchströmende Druckluft auf das Strömungswiderstandsmittel **35** auftrifft und dadurch die schon erwähnte Stellkraft F_s generiert.

[0055] Als besonders vorteilhaft hat sich eine platten- oder scheibenförmige Gestaltung des Strömungswiderstandsmittels **35** herausgestellt. Prinzipiell ist aber auch jede andere der ankommenden Druckluftströmung einen ausreichenden Strömungswiderstand entgegengesetzte Gestaltung möglich, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen.

[0056] Durch die beim Ausführungsbeispiel realisierte besondere Anordnung ergibt sich, dass die Stellbewegung **55** mit der Achsrichtung der Längsachse **17** der Filterpatrone **16** zusammenfällt.

[0057] Zur Verbindung mit dem Indikatorelement **37** greift das Trägerelement **56** durch eine die Zwischenwand **53** durchsetzende Wanddurchbrechung **58** hindurch, die einen ausreichend großen Querschnitt hat, um die Beweglichkeit der Indikationseinheit **57**

zwecks Ausführung der Stellbewegung **55** nicht zu beeinträchtigen. Der Querschnitt der Wanddurchbrechung **58** ist zweckmäßigerweise größer als derjenige des Trägerelementes **56** in dem die Wanddurchbrechung **58** durchsetzenden Längenabschnitt. Eine Abdichtung ist nicht zwingend erforderlich, weil der Primärkanal **12** zur Fluidbeaufschlagung des Indikatorelementes **37** sowieso eine Fluidverbindung zu der sich an die Zwischenwand **53** anschließenden ersten Antriebskammer **48a** hin erfordert.

[0058] Wenn die Wanddurchbrechung **58** ausreichend groß bemessen ist, kann auf einen separaten ersten Abgriffskanal **52a** verzichtet werden und die Wanddurchbrechung **58** selbst bildet diesen ersten Abgriffskanal **52a**.

[0059] Der Primärkanal **12** hat zweckmäßigerweise einen abgewinkelten Verlauf mit einem sich an den Einlass **3** anschließenden äußeren Endabschnitt **62** und dem sich daran anschließenden inneren Endabschnitt **25**. Die beiden Endabschnitte **62**, **25** verlaufen bevorzugt rechtwinklig zueinander, wobei sich der äußere Endabschnitt **62** insbesondere rechtwinklig zu der Längsachse **54** erstreckt. Im Anschluss an die Zwischenwand **53** befindet sich eine sacklochartige Erweiterung **63** des Primärkanals **12**, die dem inneren Endabschnitt **25** in Achsrichtung der Längsachse **54** gegenüberliegt. Das Trägerelement **56** durchsetzt zunächst die Zwischenwand **53** und anschließend die sacklochartige Erweiterung **63** sowie den Übergangsbereich zwischen dem äußeren Endabschnitt **62** und dem inneren Endabschnitt **25**, um schließlich mit dem das Strömungswiderstandsmittel **35** tragenden freien Endabschnitt in den inneren Endabschnitt **25** des Primärkanals **12** hineinzuragen.

[0060] Dadurch, dass das Strömungswiderstandsmittel in und entgegen der Strömungsrichtung der im Primärkanal **12** strömenden Druckluft relativ zu dem Gerätegehäuse **2** beweglich ist, kann es die Indikationsbewegung **36** des Indikatorelementes **37** problemlos mitmachen. Wenn also das Indikatorelement **37** aufgrund zunehmender Verschmutzung der Filtereinrichtung **15** seine Stellung verändert, kann das Strömungswiderstandsmittel **35** diese Bewegung ohne weiteres mitmachen. Man erkennt anhand eines Vergleiches der **Fig. 1** und **Fig. 2**, dass das Strömungswiderstandsmittel **35** in der Grundstellung der Indikatoreinrichtung **34** weiter in den inneren Endabschnitt **25** des Primärkanals **12** hineinragt als in einer diesbezüglich ausgelenkten Arbeitsstellung.

[0061] Die Indikatoreinrichtung **34** ist beim Ausführungsbeispiel zum Hervorrufen eines optischen Verschmutzungssignals ausgebildet. Ein sich in der näheren Umgebung des Filtergerätes **1** aufhaltender Betrachter kann durch Beobachten des Sichtbereiches **44** direkt visuell feststellen, welcher Verschmutzungsgrad momentan angezeigt wird.

[0062] Das Filtergerät **1** kann alternativ oder zusätzlich zum Hervorrufen eines elektrischen Verschmutzungssignals ausgebildet sein. Ein mögliches Ausführungsbeispiel hierzu ist in **Fig. 2** schematisch illustriert, in der eine gestrichelt angedeutete Positionserfassungseinrichtung **64** erkennbar ist, die durch das Indikatorelement **37** positionabhängig berührungslos aktivierbar ist. Die Positionserfassungseinrichtung **64** kann beispielsweise eine Wegmesseinrichtung oder eine Positionssensoreinrichtung sein. Sie kann beispielsweise so ausgebildet sein, dass sie auf der Grundlage magnetischer Erregung ein elektrisches Verschmutzungssignal ausgibt, wobei die magnetische Erregung durch einen Permanentmagnet hervorgerufen wird, der an dem Indikatorelement **37** angeordnet ist. Mittels von der Positionserfassungseinrichtung **64** wegführender elektrischer Leiter oder auch drahtlos kann das generierte Verschmutzungssignal an eine nicht weiter abgebildete elektronische Steuereinrichtung übermittelt werden, die basierend auf dem empfangenen Signal eine Aktion auslöst, beispielsweise ein optisches oder akustisches Warnsignal.

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

- DE 202004017891 U1 [0003]
- EP 1229989 B1 [0005]

Patentansprüche

1. Filtergerät zum Filtern von Druckluft, mit einem einen Einlass (3) aufweisenden Primärkanal (12), einem einen Auslass (4) aufweisenden Sekundärkanal (13) und einer zwischen dem Primärkanal (12) und dem Sekundärkanal (13) angeordneten Filtereinrichtung (15), und ferner mit einer Indikatoreinrichtung (34) für den Verschmutzungsgrad der Filtereinrichtung (15), die ein in Abhängigkeit von der zwischen dem Primärkanal (12) und dem Sekundärkanal (13) herrschenden Druckdifferenz zwischen einer Grundstellung bei unverschmutzter Filtereinrichtung (15) und mindestens einer diesbezüglich ausgerichteten Arbeitsstellung bei verschmutzter Filtereinrichtung (15) bewegliches Indikatorelement (37) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Indikatoreinrichtung (34) ein in dem Primärkanal (12) angeordnetes und der dort strömenden Druckluft einen Strömungswiderstand entgegengesetztes Strömungswiderstandsmittel (35) aufweist, das in und entgegen der Strömungsrichtung der Druckluft beweglich und derart mit dem Indikatorelement (37) bewegungskoppelt ist, dass das Indikatorelement (37) durch die auf das Strömungswiderstandsmittel (35) einwirkende Kraft der strömenden Druckluft in Richtung der Grundstellung beaufschlagt ist.

2. Filtergerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Strömungswiderstandsmittel (35) linear beweglich angeordnet ist.

3. Filtergerät nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Indikatorelement (37) linear beweglich angeordnet ist.

4. Filtergerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass sowohl das Indikatorelement (37) als auch das Strömungswiderstandsmittel (35) linear bewegbar angeordnet sind, wobei die Achsrichtungen beider Bewegungen gleich sind.

5. Filtergerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Indikatorelement (37) und das Strömungswiderstandsmittel (35) koaxial zueinander angeordnet sind.

6. Filtergerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Strömungswiderstandsmittel (35) derart mit dem Indikatorelement (37) bewegungskoppelt ist, dass diese beiden Bestandteile der Indikatoreinrichtung (34) stets nur gleichzeitig und gleichsinnig bewegbar sind.

7. Filtergerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Strömungswiderstandsmittel (35) platten- oder scheibenförmig ausgebildet ist.

8. Filtergerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Filtereinrichtung (15) eine eine Längsachse (17) aufweisende und bevorzugt auswechselbare Filterpatrone (16) aufweist, wobei das Strömungswiderstandsmittel (35) in der Achsrichtung der Längsachse (17) der Filterpatrone (16) bewegbar angeordnet ist.

9. Filtergerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Filtereinrichtung (15) eine Filterpatrone (16) enthält und der Primärkanal (12) einen zu der Filterpatrone (16) koaxialen und in einen Innenraum (18) der Filterpatrone (16) einmündenden inneren Endabschnitt (25) aufweist, wobei das Strömungswiderstandsmittel (35) in diesem inneren Endabschnitt (25) in dessen Längsrichtung beweglich angeordnet ist.

10. Filtergerät nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Strömungswiderstandsmittel (35) an einem in den Primärkanal (12) hineinragenden Trägerelement (56) angeordnet ist und unter Vermittlung dieses Trägerelementes (56) mit dem Indikatorelement (37) bewegungskoppelt ist.

11. Filtergerät nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Trägerelement (56) stabförmig ausgebildet und in der Bewegungsrichtung des Strömungswiderstandsmittels (35) ausgerichtet ist.

12. Filtergerät nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Trägerelement (56) zwischen dem Indikatorelement (37) und dem Strömungswiderstandsmittel (35) angeordnet ist, wobei es einseitig an dem Indikatorelement (37) befestigt ist und andererseits das Strömungswiderstandsmittel (35) trägt.

13. Filtergerät nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Indikatorelement (37) und das Strömungswiderstandsmittel (35) in einer stets nur einheitlich bewegbaren Indikatoreinheit (57) zusammengefasst sind, die zweckmäßigerweise auch das Trägerelement (56) enthält, wobei die einzelnen Bestandteile zweckmäßigerweise fest miteinander verbunden sind.

14. Filtergerät nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Indikatorelement (37) einen bevorzugt kolbenförmig ausgebildeten Betätigungsabschnitt (47) aufweist, der zwei Antriebskammern (48a, 48b) voneinander abtrennt, von denen die eine Antriebskammer (48a) mit dem Primärkanal (12) und die andere Antriebskammer (48b) mit dem Sekundärkanal (13) kommuniziert, wobei zweckmäßigerweise eine Rückstellfedereinrichtung (43) vorhanden ist, die das Indikatorelement (37) ständig in Richtung seiner Grundstellung beaufschlagt.

15. Filtergerät nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Indikatoreinrichtung (34) zum Hervorrufen eines optischen und/oder elektrischen Verschmutzungssignals ausgebildet ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

