

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 728 205 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.05.2014 Patentblatt 2014/19

(51) Int Cl.:
F15B 21/04^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13003650.2**

(22) Anmeldetag: **20.07.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Garner, Jens**
D-70374 Stuttgart (DE)
• **Mayer, Andreas**
D-73773 Aichwald (DE)

(30) Priorität: **31.10.2012 DE 102012021533**

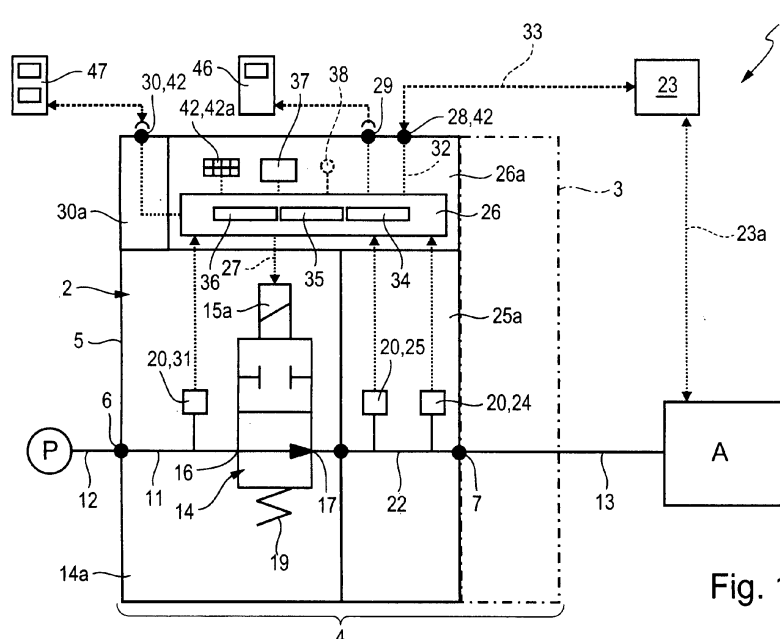
(74) Vertreter: **Abel, Martin**
Patentanwälte
Magenbauer & Kollegen
Ploching Strasse 109
D-73730 Esslingen (DE)

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

(54) Druckluft-Wartungsgerät und damit ausgestattete Verbrauchersteuervorrichtung

(57) Es werden ein Druckluft-Wartungsgerät (2) und eine damit ausgestattete Verbrauchersteuervorrichtung (1) vorgeschlagen, wobei das Druckluft-Wartungsgerät (2) über ein Schaltventil (14) in Form eines 2/2-Wegeventils verfügt, das in die Offenstellung vorgespannt ist. An einen ausgangsseitig an das Schaltventil (14) angeschlossenen Auslasskanal (22) ist ein Durchflusssensor (25) angeschlossen, der mit einer internen elektronischen Steuereinheit (26) kommuniziert, die das Schalt-

ventil (14) unter Berücksichtigung der vom Durchflusssensor (25) erhaltenen Messwerte betätigen kann. Liegt an dem Schaltventil (14) kein elektrisches Umschaltsignal an, nimmt es eine die Druckluftversorgung einer angeschlossenen Verbrauchereinrichtung (A) gewährleistende Offenstellung ein. Auf diese Weise wird die Druckluftversorgung der externen Verbrauchereinrichtung (A) von einem Entfall der Stromversorgung nicht beeinträchtigt.

**Fig. 1****EP 2 728 205 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Druckluft-Wartungsgerät, das über folgende Bestandteile verfügt:

- ein elektrisch betätigbares Schaltventil, das einen mit einer Druckluftquelle verbindbaren Speiseeingang und einen Arbeitsausgang aufweist und das in eine den Arbeitsausgang mit dem Speiseeingang verbindende Offenstellung sowie in eine den Arbeitsausgang von dem Speiseeingang abtrennende Absperrstellung schaltbar ist,
- einen mit einer externen Verbrauchereinrichtung verbindbaren Geräteauslass, der über einen Auslasskanal mit dem Arbeitsausgang des Schaltventils verbunden ist,
- Sensormittel zumindest in Gestalt eines zur Messung des in dem Auslasskanal auftretenden Auslassdurchflusses dienenden Durchflusssensor,
- und eine interne elektronische Steuereinheit, die mit dem Schaltventil und mit dem Durchflusssensor signaltechnisch verbunden ist und die ausgebildet ist, um in Abhängigkeit von dem seitens des Durchflusssensors gemessenen Auslassdurchfluss ein elektrisches Umschaltsignal zu generieren, das das Schaltventil aus der Offenstellung in die Absperrstellung umschaltet.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner eine zur Steuerung einer Verbrauchereinrichtung geeignete Verbrauchersteuervorrichtung, die mit mindestens einem Druckluft-Wartungsgerät der vorgenannten Art und einer daran angeschlossenen oder anschließbaren elektronischen Steuereinrichtung ausgestattet ist.

[0003] Ein in dem vorgenannten Sinne ausgebildeter Stand der Technik ist aus der DE 10 2011 012 558 B3 bekannt. Dabei handelt es sich um ein Druckluft-Wartungsgerät, das fluidisch an eine mit Druckluft zu versorgende Verbrauchereinrichtung anschließbar ist. Das Druckluft-Wartungsgerät ist mit einem Schaltventil ausgestattet, das als 3/3-Wegeventil konzipiert ist und das drei Schaltstellungen zulässt, in denen die Verbrauchereinrichtung wahlweise mit einer Druckluftquelle verbindbar oder von der Druckluftquelle abtrennbar ist, wobei sie in den beiden eine Abtrennung bewirkenden Schaltstellungen entweder fluidisch abgesperrt oder zur Atmosphäre entlüftet ist. Ein das Schaltventil mit der Verbrauchereinrichtung verbindender Auslasskanal ist unter anderem an einen Durchflusssensor angeschlossen, der eine Überwachung des Auslassdurchflusses, also der Strömungsrate der durch den Auslasskanal hindurch zu der Verbrauchereinrichtung strömenden Druckluft ermöglicht. Der Durchflusssensor ist an eine interne elektronische Steuereinheit angeschlossen, die das 3/3-Wegeventil betätigen kann und die außerdem in der Lage

ist, weiterverwertbare Diagnosesignale auszugeben.

[0004] Mit Hilfe des bekannten Druckluft-Wartungsgerätes lässt sich eine Verbrauchereinrichtung sehr effizient mit Druckluft versorgen. Allerdings können seitens der angeschlossenen Verbrauchereinrichtung problematische Situationen eintreten, wenn das Schaltventil aufgrund eines unvorhergesehenen Stromausfalls oder eines sonstigen Wegfalls der elektrischen Energieversorgung in die Absperrstellung schaltet. Die Verbrauchereinrichtung ist dann von der sie speisenden Druckluft abgekoppelt, so dass auf die Druckluft angewiesene Komponenten unter Umständen unkontrollierte Bewegungen ausführen, aus denen Schäden oder gar Gefahrensituationen resultieren.

[0005] Aus der DE 10 2009 016 069 B3 ist ein Verfahren bekannt, das eine Einsparung von Druckluft in pneumatischen Einrichtungen ermöglicht. Das Verfahren sieht vor, die Druckluftzufuhr zu einer pneumatischen Einrichtung mittels eines 2/2-Wegeventils zu unterbrechen, wenn die pneumatische Einrichtung längere Zeit nicht betrieben wird. Das 2/2-Wegeventil ist mit zwei Vorsteuerventilen ausgestattet, mit denen es wahlweise in eine Offenstellung oder in eine Absperrstellung umschaltbar ist.

[0006] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Maßnahmen zu treffen, die in Verbindung mit einem Druckluft-Wartungsgerät einen energetisch günstigen Betrieb von mit Druckluft betriebenen Verbrauchereinrichtungen ermöglichen und zugleich eine hohe Verfügbarkeit angeschlossener Verbrauchereinrichtungen in Bezug auf die Versorgung mit Druckluft sicherstellen.

[0007] Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei einem Druckluft-Wartungsgerät der eingangs genannten Art vorgesehen, dass das Schaltventil als 2/2-Wegeventil vom Typ "Normalerweise Geöffnet" ausgebildet ist und durch Federmittel in die Offenstellung vorgespannt ist, so dass es bei fehlendem elektrischem Umschaltsignal stets die Offenstellung einnimmt.

[0008] Die Aufgabe wird außerdem gelöst bei einer Verbrauchersteuervorrichtung, die über ein im vorgenannten Sinne ausgestaltetes Druckluft-Wartungsgerät und eine daran angeschlossene oder anschließbare externe elektronische Steuereinrichtung verfügt.

[0009] Das Druckluft-Wartungsgerät verfügt über ein als 2/2-Wegeventil des Typs "Normalerweise Geöffnet" ausgebildetes Schaltventil, das auf der Grundlage von Messwerten des Durchflusssensors aus der im Normalbetrieb eingenommenen Offenstellung in die Absperrstellung schaltbar ist, um unter gewissen Umständen einen Luftverbrauch in der nachgeschalteten externen Verbrauchereinrichtung und in dem zu dieser Verbrauchereinrichtung führenden Kanalsystem auszuschließen. Beispielsweise kann das Schaltventil in die Absperrstellung geschaltet werden, wenn die angeschlossene Verbrauchereinrichtung über einen längeren Zeitraum hinweg nicht betrieben wird. Bei fortgesetzt in der Offenstellung bleibendem Schaltventil wäre aufgrund von Leckage seitens der Verbrauchereinrichtung auch während

deren Betriebsstillstand mit einem gewissen Luftverbrauch zu rechnen, der sich auf die Energiebilanz negativ auswirkt. Ergänzend dazu bietet das erfindungsgemäße Druckluft-Wartungsgerät den Vorteil, dass die Luftversorgung der angeschlossenen Verbrauchereinrichtung bei einem Stromausfall oder einem sonstigen Wegfall der für die Betätigung des Schaltventils erforderlichen elektrischen Energieversorgung nicht unterbrochen wird. Dadurch, dass das Schaltventil durch Federmittel in die Offenstellung vorgespannt ist und nur zum Umschalten und Aufrechterhalten der Absperrstellung ein elektrisches Umschaltsignal benötigt wird, wirkt sich der Ausfall des elektrischen Umschaltsignals auf die Schaltstellung des sich in der Offenstellung befindenden Schaltventils nicht aus.

[0010] In der vorliegenden Beschreibung und in den Ansprüchen wird der Begriff "Durchfluss" stellvertretend und zur Vereinfachung für die an sich korrekten Begriffe wie "Volumenstrom", "Strömungsrate" oder "Durchflussrate" verwendet und bezeichnet eine Strömungsmenge pro Zeiteinheit.

[0011] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0012] Das Druckluft-Wartungsgerät ist zweckmäßigerweise so ausgelegt, dass die interne elektronische Steuereinheit das Schaltventil aus der bis dahin eingenommenen Offenstellung in die Absperrstellung umschaltet, wenn der Durchflusssensor während der Offenstellung des Schaltventils über einen vorgegebenen oder vorgebbaren Zeitraum hinweg einen unter einem vorgegebenen oder vorgebbaren unteren Durchflussgrenzwert liegenden Durchflusswert detektiert. Auf diese Weise lässt sich eine automatische Absperrfunktion bei länger andauernder Unterschreitung eines minimalen Durchflusswertes im Auslasskanal realisieren. Auf diese Weise kann einem Druckluftverlust während Anlagenstillstandszeiten vorgebeugt werden, der leakagebedingt an der angeschlossenen Verbrauchereinrichtung auftreten kann, wenn sie ständig einem hohen Druckpotential ausgesetzt ist.

[0013] Vorzugsweise enthalten die Sensormittel auch einen als Auslass-Drucksensor bezeichneten Drucksensor, der an den Auslasskanal angeschlossen ist und den darin herrschenden Auslassdruck messen kann. Mit Hilfe eines solchen Auslass-Drucksensors kann beispielsweise bei in der Absperrstellung befindlichem Schaltventil der im Auslasskanal auftretende Druckabfall pro Zeiteinheit und mithin ein eventuelles Leakageproblem ermittelt werden. Insgesamt bietet der Auslass-Drucksensor die Möglichkeit, das verbraucherseitig auftretende Druckabfallverhalten oder Druckanstiegsverhalten bei geschlossenem Schaltventil zu überwachen.

[0014] Es ist des Weiteren von Vorteil, wenn das Druckluft-Wartungsgerät mit einem als Einlass-Drucksensor bezeichneten Drucksensor ausgestattet ist, der an einen mit dem Eingang des Schaltventils verbundenen Einlasskanal angeschlossen ist und den darin herrschenden Einlassdruck misst. Auf diese Weise ist insbe-

sondere eine ständige Überwachung dahingehend möglich, ob einlassseitig der gewünschte Systemdruck in korrekter Höhe anliegt.

[0015] Die interne elektronische Steuereinheit ist zweckmäßigerweise nicht nur dazu in der Lage, bedarfsgemäß das elektrische Umschaltsignal für das Schaltventil zu generieren, sondern ist insbesondere so konzipiert, dass sie mindestens ein elektrisches Diagnosesignal ausgeben kann, das unter Mitwirkung der Sensormittel, also auf der Grundlage von durch die Sensormittel erfassten Messwerten, erzeugbar ist. Beispielsweise kann ein Diagnosesignal dann ausgegeben werden, wenn durch den Durchflusssensor und/oder einen eventuell vorhandenen Drucksensor des Druckluft-Wartungsgerätes Druckluftzustände ermittelt werden, die von den im Normalbetrieb erwarteten beziehungsweise tolerierbaren Werten abweichen. Abweichende Betriebszustände können beispielsweise auf Leakage oder auf Funktionsstörungen von Komponenten der angeschlossenen externen Verbrauchereinrichtung beruhen. Zweckmäßigerweise ist mindestens ein elektrisches Diagnosesignal zusätzlich zu dem elektrischen Umschaltsignal erzeugbar. Alternativ kann aber auch vorgesehen sein, das elektrische Umschaltsignal unmittelbar selbst als Diagnosesignal zu nutzen.

[0016] Das Druckluft-Wartungsgerät ist zweckmäßigerweise unmittelbar mit optischen Anzeigemitteln und/oder mit akustischen Warnmitteln ausgestattet, die auf der Basis eines durch Ausgabemittel der internen elektronischen Steuereinheit erzeugten elektrischen Diagnosesignals betätigbar sind, um unmittelbar vor Ort auf problematische Betriebszustände hinzuweisen.

[0017] Das Druckluft-Wartungsgerät ist bevorzugt in Form einer modular zusammengesetzten Baueinheit ausgebildet. Die Funktionskomponenten des Gerätes sind zweckmäßigerweise in einzelnen Modulen zusammengefasst, die sich je nach gewünschtem Ausstattungsgrad in unterschiedlichen Kombinationen zusammensetzen lassen. Das Schaltventil ist zweckmäßigerweise Bestandteil eines Ventilmoduls, das bevorzugt, sofern vorhanden, auch noch den Einlass-Drucksensor beinhaltet. Der Durchflusssensor ist zweckmäßigerweise Bestandteil eines Sensormoduls, das bevorzugt, sofern vorhanden, auch noch den Auslass-Drucksensor beinhaltet. Die interne elektronische Steuereinheit schließlich ist zweckmäßigerweise Bestandteil eines Steuermoduls. Mindestens ein weiteres Modul kann als Kommunikationsmodul ausgestattet sein, das mindestens eine mit der internen elektronischen Steuereinheit verbundene Kommunikationsschnittstelle aufweist, die eine elektrische Kommunikation mit mindestens einer externen elektronischen Einrichtung ermöglicht. Auch bei nichtmodularem Aufbau ist das Druckluft-Wartungsgerät zweckmäßigerweise mit mindestens einer Kommunikationsschnittstelle zur elektrischen Kommunikation mit mindestens einer externen elektronischen Einrichtung ausgestattet.

[0018] Bevorzugt ist das Druckluft-Wartungsgerät mit

einer oder mehreren Kommunikationsschnittstellen ausgestattet, an die sich eine insbesondere als übergeordnete Steuerung fungierende externe elektronische Steuereinrichtung und/oder ein elektronisches Informationsauslesegerät und/oder ein elektronisches Informationseingabegerät und/oder mindestens eine weitere externe elektronische Einrichtung anschließen lässt beziehungsweise lassen.

[0019] Mindestens eine Kommunikationsschnittstelle dient zweckmäßigerweise dazu, das Druckluft-Wartungsgerät in ein modulares, intern elektrisch vernetztes System mit lokalem Bussystem zu integrieren.

[0020] Beispielsweise ist mindestens eine Kommunikationsschnittstelle vorhanden, die als Busschnittstelle für insbesondere einen seriellen Datentransfer ausgebildet ist. Über eine solche Busschnittstelle kann die elektronische Steuereinheit des Druckluft-Wartungsgerätes mit anderen elektronischen Einrichtungen über einen Feldbus vernetzt werden.

[0021] Mindestens eine Kommunikationsschnittstelle ist zweckmäßigerweise als digitaler oder analoger Eingang oder als digitaler oder analoger Ausgang konzipiert.

[0022] Vorzugsweise ist das Druckluft-Wartungsgerät auch mit einer Kommunikationsschnittstelle ausgestattet, die zur Kommunikation zwischen der elektronischen Steuereinheit und einem oder mehreren weiteren Druckluft-Wartungsgeräten der gleichen oder einer anderen Druckluft-Aufbereitungsvorrichtung 4 dient.

[0023] Die Kommunikation mit externen Geräten erfolgt insbesondere drahtgebunden, kann jedoch auch drahtlos über entsprechend konzipierte Kommunikationsschnittstellen realisiert werden. Bei einer Buskommunikation können beliebige Busstandards implementiert werden.

[0024] Mindestens eine Kommunikationsschnittstelle ist zweckmäßigerweise zur bidirektionalen Signalübertragung geeignet. Außerdem ist mindestens eine Kommunikationsschnittstelle zweckmäßigerweise zur Eingabe und/oder Ausgabe binärer und/oder analoger Signale ausgebildet. Eine solche Kommunikationsschnittstelle ist zweckmäßigerweise zusätzlich zu einer als Busschnittstelle ausgebildeten Kommunikationsschnittstelle vorhanden.

[0025] Um das Betriebsverhalten der internen elektronischen Steuereinheit und/oder der Sensormittel zu beeinflussen, ist das Druckluft-Wartungsgerät zweckmäßigerweise mit geeigneten Eingabemitteln ausgestattet. Solche Eingabemittel bestehen beispielsweise aus mindestens einer Taste und/oder mindestens einem Schalter, die außen leicht zugänglich angeordnet sind. Zusätzlich oder alternativ können auch Eingabemittel vorhanden sein, um eine rein elektrische Daten- und/oder Signaleingabe vornehmen zu können, beispielsweise über ein spezielles Bediengerät oder über eine in der Regel mit dem Druckluft-Wartungsgerät kommunizierende externe elektronische Steuereinrichtung. Solche Eingabemittel bestehen insbesondere aus mindestens einer elektrischen Kommunikationsschnittstelle.

[0026] Die Ausstattung des Druckluft-Wartungsgerätes ermöglicht zweckmäßigerweise umfangreiche Überwachungs- und Diagnosefunktionen wie beispielsweise Vergleichsmessungen, Grenzwert-überwachungen, automatische und/oder anwendergesteuerte Verbrauchsmessungen, die Erfassung des Belüftungsvolumens und der Belüftungszeit der angeschlossenen Verbraucher-einrichtung und/oder die Ermittlung der Druckabfallzeit und der Druckabfallgeschwindigkeit in der Absperrstellung des Schaltventils.

[0027] Zweckmäßigerweise sind in das Druckluft-Wartungsgerät Funktionen zur Messwertkomprimierung und Datenreduzierung integriert, ebenso Funktionen zur Messwertanalyse oder auch Statistikfunktionen.

[0028] Zweckmäßigerweise ist die interne elektronische Steuereinheit mit Speichermitteln ausgestattet, in denen Daten vielfältiger Art, insbesondere Mess-, Steuer-, Diagnose- und/oder Analysedaten, flüchtig und/oder remanent, d.h. dauerhaft auch bei Stromausfall, speicherbar sind.

[0029] Die Integration der internen elektronischen Steuereinheit in das Druckluft-Wartungsgerät hat den Vorteil, dass ein autonomer Betrieb des Druckluft-Wartungsgerätes möglich ist, ohne auf eine ständige Signalkommunikation mit vernetzten Geräten oder mit einer externen elektronischen Steuereinrichtung angewiesen zu sein, was die Störanfälligkeit erheblich minimiert. Gleichwohl ist selbstverständlich eine Busvernetzung und/oder die Verbindung mit einer externen elektronischen Steuereinrichtung von Vorteil, um das Betriebsverhalten auf andere Komponenten einer Anlage abstimmen zu können.

[0030] Die zweckmäßigerweise vorhandene lokale Signalverarbeitung in der internen elektronischen Steuereinheit erlaubt eine sehr hohe Signalabtastrate und eine relativ kurze Reaktionszeit bei den Mess- und Steuerungsfunktionen, da die Transferzeiten über einen angeschlossenen Feldbus sowie Rechenzeiten in einer externen elektronischen Steuereinrichtung entfallen. Für den Transfer von Mess-, Zustands-, Steuer- und Parametrierdaten kann das Druckluft-Wartungsgerät mit Busschnittstellen aller gängigen Feldbusprotokolle ausgestattet werden.

[0031] Durch Wahl eines entsprechenden Ausstattungsumfanges lässt sich das Druckluft-Wartungsgerät als feldbusfähiges System mit einer elektrischen Schnittstelle zur Systemparametrierung und zur Übertragung von Mess- und Steuerdaten ausbilden. Optionale Maßnahmen zur lokalen Bedienung und Visualisierung, beispielsweise über ein optional integrierbares Display oder über ein vor Ort anschließbares Anzeige- und Bediengerät, sind ebenfalls möglich.

[0032] Bei einer weiteren Ausführungsform stellt sich das Druckluft-Wartungsgerät als Stand-alone-System dar, das über mindestens einen digitalen Eingang und/oder über mindestens einen digitalen Ausgang verfügt, so dass über lokal verfügbare Mittel eine lokale Bedienung und Visualisierung durchführbar ist. Durch einen

modularen Systemaufbau sind vorzugsweise folgende Einsatzvarianten realisierbar: als autonomes Einzelgerät (Stand-alone-Variante), als über Feldbus vernetzbares, selbständig arbeitendes Einzelgerät und als Funktionsmodul, das sich in Wartungsgeräte mit oder ohne Feldbusanschluss integrieren lässt.

[0033] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Die einzige Figur (Figur 1) zeigt in schematischer Darstellung einen bevorzugten Aufbau der erfindungsgemäßen Verbrauchersteuervorrichtung mit einem darin integrierten erfindungsgemäßen Druckluft-Wartungsgerät eines besonders zweckmäßigen Aufbaus.

[0034] Die in ihrer Gesamtheit mit Bezugsziffer 1 bezeichnete Verbrauchersteuervorrichtung enthält als Hauptkomponente mindestens ein vorzugsweise in Form einer selbsttragenden Baueinheit ausgebildetes Druckluft-Wartungsgerät 2. Dieses Druckluft-Wartungsgerät 2 ist zweckmäßigerweise modular aufgebaut und kann ferner bei Bedarf zusammen mit anderen Wartungsmodulen, von denen eines bei 3 strichpunktiert angedeutet ist, zu einer Druckluft-Aufbereitungsvorrichtung 4 zusammengefasst werden. Als mindestens ein weiteres Wartungsmodul ist beispielsweise ein Druckregelm modul und/oder ein Filtermodul und/oder ein Lufttrocknungsmodul vorhanden.

[0035] Das Druckluft-Wartungsgerät 2 verfügt über ein vereinfacht als Rahmen illustriertes Gerätegehäuse 5, das die weiteren Komponenten des Druckluft-Wartungsgerätes 2 trägt und/oder enthält. Das Gerätegehäuse ist zweckmäßigerweise modular aufgebaut.

[0036] Außen an dem Gerätegehäuse 5 befinden sich ein Geräteeinlass 6 und ein Geräteauslass 7, die jeweils zur Herstellung einer Fluidverbindung geeignet sind. Der Geräteeinlass 6 ist ausgebildet, um über eine als Speiseleitung 12 bezeichnete Fluidleitung mit einer Druckluftquelle P verbunden zu werden. Abgebildet ist der an den Geräteeinlass 6 angeschlossene Zustand einer solchen Druckluftquelle P.

[0037] Der Geräteauslass 7 ist ausgebildet, um eine zu einer externen Verbrauchereinrichtung A führende, als Arbeitsleitung 13 bezeichnete Fluidleitung anschließen zu können. Gezeigt ist ein Zustand, in dem eine Verbrauchereinrichtung A - beispielsweise eine über mehrere fluidbetätigte Arbeitskomponenten verfügende Maschine - an den Geräteauslass 7 angeschlossen ist.

[0038] Das Druckluft-Wartungsgerät 2 verfügt über ein elektrisch betätigbares Schaltventil 14. Dieses ist zweckmäßigerweise im Innern des Gerätegehäuses 5 untergebracht und vorzugsweise Bestandteil eines Ventilmoduls 14a des modularen Druckluft-Wartungsgerätes 2. Das Schaltventil 14 hat eine 2/2-Ventilfunktionalität, hat also zwei Wege beziehungsweise Anschlüsse und zwei mögliche Schaltstellungen. Mit anderen Worten handelt es sich bei ihm um ein 2/2-Wegeventil. Vorzugsweise ist es von elektropneumatisch vorgesteuerter Bauart, jedoch könnte es auch als direkt elektrisch betätigbares Ventil ausgebildet sein.

[0039] Das Schaltventil 14 hat eine erste Schaltstellung, die aus der Zeichnung ersichtlich ist und bei der es sich um die Grundstellung des Schaltventil 14 handelt, die immer dann vorliegt, wenn an dem Schaltventil 14 kein elektrisches Umschaltsignal anliegt. Ausgehend hiervon kann es durch Aktivierung eines Ventilantriebes 15a mittels eines elektrischen Umschaltsignals zeitweilig in eine zweite Schaltstellung umgeschaltet werden. Die zweite Schaltstellung bleibt jeweils so lange bestehen, wie der zugeordnete Ventilantrieb 15a elektrisch aktiviert ist. Bei dem elektrischen Ventilantrieb 15a handelt es sich insbesondere um eine Elektromagneteneinrichtung, wobei allerdings auch andere Arten elektrischer Antriebsmittel verwendbar sind.

[0040] Das Schaltventil 14 enthält Federmittel 19, durch die es ständig in Richtung der Grundstellung vorgespannt ist. Wird das elektrische Umschaltsignal entfernt, während sich das Schaltventil 14 in der zweiten Schaltstellung befindet, schalten die Federmittel 19 das Schaltventil 14 in die erste Schaltstellung bzw. Grundstellung zurück. Die Federmittel 19 sind bevorzugt mechanischer Art können allerdings auch in Form einer Luftfeder realisiert sein.

[0041] Die beiden Anschlüsse des Schaltventils 14 bilden einen Speiseeingang 16 und einen Arbeitsausgang 17. Der Speiseeingang 16 ist über einen internen Einlasskanal 11 des Druckluft-Wartungsgerätes 2 ständig mit dem Geräteeinlass 6 verbunden. Der Arbeitsausgang 17 steht über einen internen Auslasskanal 22 des Druckluft-Wartungsgerätes 2 mit dem Geräteauslass 7 in Verbindung. Der Einlasskanal 11 und der Auslasskanal 22 verlaufen zweckmäßigerweise im Innern des Gerätegehäuses 5.

[0042] Die erste Schaltstellung und mithin die Grundstellung des Schaltventils 14 ist eine Offenstellung. In der Offenstellung ist der Arbeitsausgang 17 mit dem Speiseeingang 16 fluidisch verbunden und der Auslasskanal 22 und mit diesem die angeschlossene Verbrauchereinrichtung A wird mit Druckluft aus der Druckluftquelle P versorgt. Die zweite Schaltstellung des Schaltventils 14 ist eine Absperrstellung. In der Absperrstellung ist der Arbeitsausgang 17 von dem Speiseeingang 16 abgetrennt, sodass der Auslasskanal 22 abgesperrt und das darin sowie in der Arbeitsleitung 13 und dem sich daran anschließenden Kanalsystem der Verbrauchereinrichtung A befindliche Fluidvolumen eingesperrt ist.

[0043] Bedingt durch die oben erwähnten Federmittel 19 ergibt sich für das Schaltventil 14 eine Bauart vom Typ "Normalerweise Geöffnet". Bei nicht anstehendem elektrischem Umschaltsignal nimmt das Schaltventil 14 stets die Offenstellung ein.

[0044] Das Schaltventil 14 wird während der Betriebszeiten der angeschlossenen Verbrauchereinrichtung A durch ständiges Anlegen des elektrischen Umschaltsignals in der Offenstellung gehalten. Während dieser Betriebszeiten arbeitet die Verbrauchereinrichtung A beispielsweise einen vorgegebenen Betriebszyklus einmalig oder periodisch ab. Der Ablauf dieses Betriebszyklus

wird zweckmäßigerweise durch eine externe elektronische Steuereinrichtung 23 gesteuert, die durch schematisch angedeutete Kommunikationsmittel 23a, zum Beispiel ein Feldbus, in steuerungstechnischer Hinsicht mit der Verbrauchereinrichtung A kommuniziert.

[0045] Soll die Verbrauchereinrichtung A nicht betrieben werden, beispielsweise während Betriebspausen, kann das Schaltventil 14 in die Absperrstellung geschaltet werden. Bei längeren Betriebspausen tritt dadurch kein unnötiger, eventuell durch Leckage an der Verbrauchereinrichtung A verursachter Luftverbrauch auf. Während nur kurzzeitiger Betriebspausen der Verbrauchereinrichtung A bewirkt eine Positionierung des Schaltventil 14 in der Absperrstellung, dass das in der Verbrauchereinrichtung A vorhandene Luftvolumen erhalten bleibt und für die neuerliche Betriebsaufnahme wieder zur Verfügung steht. Man erspart sich somit ein erneutes komplettes Befüllen der Verbrauchereinrichtung A mit Druckluft, was einen energetisch sehr effizienten Betrieb der Verbrauchereinrichtung A ermöglicht.

[0046] Das Druckluft-Wartungsgerät 2 ist mit Sensormitteln 20 zur Erfassung mindestens einer Zustandsgröße der im System befindlichen Druckluft ausgestattet. Diese Sensormittel 20 enthalten einen an den Auslasskanal 22 angeschlossenen Durchflusssensor 25 und vorzugsweise auch noch einen ebenfalls an den Auslasskanal 22 angeschlossenen und deshalb als Auslass-Drucksensor 24 bezeichneten Drucksensor.

[0047] Optional und vorzugsweise enthalten die Sensormittel 20 auch noch einen an den Einlasskanal 11 angeschlossenen und deshalb als Einlass-Drucksensor 31 bezeichneten weiteren Drucksensor.

[0048] Alle Sensormittel 20 befinden sich zweckmäßigerweise im Innern des Gerätegehäuses 5. Der Durchflusssensor 25 und der optional vorhandene Auslass-Drucksensor 24 sind zweckmäßigerweise Bestandteil eines Sensormoduls 25a des Druckluft-Wartungsgerätes 2. Der optional vorhandene Einlass-Drucksensor 31 ist zweckmäßigerweise Bestandteil eines auch das Schaltventil 14 enthaltenden Ventilmoduls 14a.

[0049] Der Durchflusssensor 25 ist in der Lage, die aktuelle Strömungsrate der durch den Auslasskanal 22 hindurchströmenden Druckluft, also den Durchfluss dieser Druckluft, zu ermitteln. Im Folgenden sei dieser gemessene Durchfluss auch als Auslassdurchfluss bezeichnet. Der Auslass-Drucksensor 24 ist in der Lage, den im Auslasskanal 22 herrschenden Druck zu messen, wobei dieser Druck im Folgenden auch als Auslassdruck bezeichnet sei. Der Einlass-Drucksensor 31 ist in der Lage, den im Einlasskanal 11 herrschenden Druck zu messen, wobei dieser Druck im Folgenden auch als Einlassdruck bezeichnet sei.

[0050] Das Druckluft-Wartungsgerät 2 enthält eine bevorzugt im Innern des Gerätegehäuses 5 untergebrachte interne elektronische Steuereinheit 26, die mit mindestens einem Mikroprozessor beziehungsweise Mikrocontroller ausgestattet ist. Zur Vereinfachung sei sie im Folgenden auch nur als "interne Steuereinheit 26" bezeichnet.

net. Die interne Steuereinheit 26 ist bevorzugt Bestandteil eines Steuermoduls 26a des Druckluft-Wartungsgerätes 2.

[0051] Die interne Steuereinheit 26 ist über interne elektrische Signalleitungen 27 des Druckluft-Wartungsgerätes 2 mit dem Ventiltrieb 15a des Schaltventils 14, mit dem Durchflusssensor 25 und, sofern vorhanden, mit dem Auslass-Drucksensor 24 und dem Einlass-Drucksensor 31 signaltechnisch verbunden. Die interne Steuereinheit 26 kann elektrische Druckmesswerte und Durchflussmesswerte von den Sensormitteln 20 empfangen und kann ein elektrisches Umschaltsignal das Schaltventil 14 sowie, vorzugsweise, auch noch elektrische Diagnosesignale ausgeben.

[0052] Das Druckluft-Wartungsgerät 2 ist mit einer im Folgenden zur besseren Unterscheidung als erste Kommunikationsschnittstelle 28 bezeichneten elektrischen Schnittstelle ausgestattet, die eine signaltechnische Kommunikation zwischen der internen Steuereinheit 26 und der externen elektronischen Steuereinrichtung 23 ermöglicht. Die erste Kommunikationsschnittstelle 28 ist insbesondere an einer Außenseite des Gerätegehäuses 5 angeordnet und zweckmäßigerweise über interne elektrische Leiter 32 mit der internen Steuereinheit 26 verbunden. Vorzugsweise ist die erste Kommunikationsschnittstelle 28 von elektromechanischer Art und insbesondere als Steckschnittstelle bzw. Steckanschlusseinrichtung konzipiert, so dass sich ein nur schematisch angedeutetes externes Signalkabel 33 insbesondere lösbar anschließen lässt, das eine Verbindung zu der externen elektronischen Steuereinrichtung 23 ermöglicht.

[0053] Bei der ersten Kommunikationsschnittstelle 28 handelt es sich vorzugsweise um eine Busschnittstelle, die in der Lage ist, serielle Bussignale zwischen der internen Steuereinheit 26 und der externen elektronischen Steuereinrichtung 23 zu übertragen. Das externe Signalkabel 33 kann ebenso wie die internen elektrischen Leiter 32 in Form eines seriellen Bussystems realisiert sein.

[0054] Alternativ kann die erste Kommunikationsschnittstelle 28 auch als drahtlos arbeitende Schnittstelle konzipiert sein, um insbesondere über Funksignale mit der externen elektronischen Steuereinrichtung 23 kommunizieren zu können.

[0055] Bevorzugt befindet sich die erste Kommunikationsschnittstelle 28 an dem Steuermodul 26a.

[0056] Die interne Steuereinheit 26 verfügt bevorzugt über elektronische Speichermittel 34, über Vergleichermittel 35 und über Ausgabemittel 36. In den Speichermitteln 34 lassen sich beispielsweise Druckwerte betreffend den vom Auslass-Drucksensor 24 gemessenen Auslassdruck und den vom Einlass-Drucksensor 31 gemessenen Einlassdruck sowie Durchflusswerte des den Durchflusssensor 25 betreffenden Auslassdurchflusses als Referenzinformationen und vorzugsweise auch als Ist-Informationen abspeichern. Die Vergleichermittel 35 sind in der Lage, gespeicherte Referenzinformationen mit insbesondere ebenfalls zwischengespeicherten oder auch mit unmittelbar gemessenen Ist-Informationen zu

vergleichen. Die Ausgabemittel 36 sind in der Lage, in Abhängigkeit von dem durch die Vergleichermittel 35 ermittelten Vergleichsergebnis mindestens ein elektrisches Signal auszugeben. Exemplarisch sind die Ausgabemittel 36 ausgebildet, um sowohl ein für das Schaltventil 14 bestimmtes elektrisches Umschaltsignal als auch mindestens ein anderweitig verwertbares elektrisches Diagnosesignal auszugeben.

[0057] Vorzugsweise geben die Ausgabemittel 36 der internen Steuereinheit 26 ein elektrisches Diagnosesignal an die erste Kommunikationsschnittstelle 28 aus, von wo aus es zur bedarfsgemäßen weiteren Verarbeitung an die externe elektronische Steuereinrichtung 23 übermittelbar ist.

[0058] Mindestens ein elektrisches Diagnosesignal kann auch optischen Anzeigemitteln 37 des Druckluft-Wartungsgerätes 2 zugeleitet werden, um es in beliebiger Weise zu visualisieren.

[0059] Es ist ferner möglich, dass das Druckluft-Wartungsgerät 2 mit nur gestrichelt angedeuteten akustischen Warnmitteln 38 ausgestattet ist, beispielsweise ein Summer, so dass bei Empfang eines entsprechenden elektrischen Signals vor Ort ein akustisches Warnsignal ausgegeben werden kann.

[0060] Die interne Steuereinheit 26 kann während ihres Betriebes von dem Durchflusssensor 25 sowie optional auch von dem Auslass-Drucksensor 24 und/oder von dem Einlass-Drucksensor 31 stammende Messsignale als Ist-Informationen empfangen und verarbeiten. Auf diese Weise empfängt die interne Steuereinheit 26 zeitabhängig aktuelle Werte des Auslassdurchflusses sowie gegebenenfalls auch des Auslassdruckes und/oder des Einlassdruckes als Ist-Informationen. Die interne Steuereinheit 26 kann ausgebildet sein, um diese Ist-Informationen an der ersten Kommunikationsschnittstelle 28 und/oder an den optischen Anzeigemitteln 37 elektrisch oder visuell auszugeben.

[0061] Im Betrieb der Verbrauchersteuervorrichtung 1 kann die interne Steuereinheit 26 aus einem Vergleich zwischen gemessenen Ist-Informationen mit gespeicherten Referenzinformationen mindestens ein elektrisches Diagnosesignal generieren, das Aufschluss über die energetische Situation der angeschlossenen Verbrauchereinrichtung A liefert.

[0062] Das Druckluft-Wartungsgerät 2 bietet beispielsweise die Möglichkeit, bei in Absperrstellung befindlichem Schaltventil 14 eine Leckage-Überwachung vorzunehmen. Hierzu werden durch die interne Steuereinheit 26 während der Absperrstellung des Schaltventils 14 von dem Auslass-Drucksensor 24 gelieferte Ist-Informationen aufgezeichnet und mit abgespeicherten Referenzinformationen verglichen. Die interne Steuereinheit 26 veranlasst über die Ausgabemittel 36 beispielsweise dann die Ausgabe eines Diagnosesignals, wenn der ermittelte Druckabfall des Auslassdruckes den um einen vorgegebenen Toleranzwert unterschreitet.

[0063] Ebenso wie bei der Überwachung des Auslassdruckes kann auch bei der Überwachung des Ausgangs-

durchflusses eine nur einmalige oder aber eine mehrmalige Aufzeichnung von Ist-Informationen stattfinden, wobei eine mehrmalige Aufzeichnung von Ist-Informationen insbesondere in zeitlicher Regelmäßigkeit stattfinden kann.

[0064] Das Druckluft-Wartungsgerät 2 ermöglicht eine besonders vorteilhafte Durchflussüberwachung des Auslassdurchflusses. Diese findet bei in der Offenstellung befindlichem Schaltventil 14 statt. In dieser Offenstellung strömt normalerweise Druckluft aus der Druckluftquelle P zur Verbrauchereinrichtung A und betätigt dort eine oder mehrere mittels Fluidkraft aktivierbare Arbeitskomponenten der Verbrauchereinrichtung A. Eine oder mehrere dieser Arbeitskomponenten sind beispielsweise pneumatische Antriebe. Durch einen Vergleich der erfassten Auslassdurchfluss-Ist-Informationen mit gespeicherten Referenzwerten lässt sich sehr einfach überwachen, ob während des Betriebszyklus oder während bestimmter Phasen beziehungsweise Teilzyklen des Betriebszyklus ein erhöhter Luftverbrauch auftritt, was ein Anzeichen für Funktionsstörungen oder fehlerhafte Arbeitskomponenten ist.

[0065] Auch bei der Durchflussüberwachung ist die interne Steuereinheit 26 bevorzugt so ausgebildet, dass sie ein elektrisches Diagnosesignal ausgibt, wenn eine ermittelte Ist-Information um einen vorgegebenen Toleranzwert von der zugeordneten Referenzinformation abweicht, insbesondere bei einem von einem Referenzwert erheblich abweichenden Luftverbrauch.

[0066] Ein besonderer Vorteil des als "Normalerweise Geöffnet"-Ventil ausgebildeten Schaltventils 14 besteht darin, dass es die Offenstellung unabhängig davon einnimmt, ob das elektrische Umschaltsignal nun beabsichtigt oder unbeabsichtigt nicht ansteht. Ein unbeabsichtigtes Fehlen des elektrischen Umschaltsignals ist beispielsweise auf einen unbeabsichtigten Stromausfall in der elektrischen Energieversorgung des Druckluft-Wartungsgerätes 2 zurückzuführen. Ein beabsichtigtes Fehlen des elektrischen Umschaltsignals ist beispielsweise zurückzuführen auf eine Not-Aus-Situation, die vom Nutzer der Anlage bewusst hervorgerufen wird, oder auf ein beabsichtigtes Abschalten der Stromversorgung bei einer Inbetriebnahme oder bei Service- bzw. Instandsetzungsarbeiten, bei denen eine automatische Sperrfunktion unerwünscht ist. In all diesen Situationen bleibt die Druckluftversorgung der angeschlossenen Verbrauchereinrichtung A unbeeinflusst, so dass auf unkontrollierbare Bewegungen von Komponenten der Verbrauchereinrichtung A zurückzuführende Gefahrensituationen ausbleiben. Erst wenn die Stromversorgung wieder anliegt oder wenn anderweitig bewusst ein elektrisches Umschaltsignal eingespeist wird oder das Schaltventil 14 manuell umgeschaltet wird, ist eine die Verbrauchereinrichtung von der Druckluftversorgung abkoppelnde Absperrsituation herstellbar.

[0067] Die interne Steuereinheit 26 ist derart ausgelegt oder zumindest programmierbar bzw. programmiert, dass sie in Abhängigkeit von dem durch die Vergleichermittel

mittel 35 festgestellten Vergleichsergebnis zusätzlich oder alternativ zur Ausgabe mindestens eines elektrischen Diagnosesignals ein das Schaltventil 14 aus der Offenstellung in die Absperrstellung umschaltendes und in der Absperrstellung haltendes elektrisches Umschalt-
 5 signal erzeugen kann. Die interne Steuereinheit 26 erzeugt ein solches elektrisches Umschaltsignal insbesondere dann, wenn während eines vorgegebenen Zeitraumes, der insbesondere durch Eingabemittel 42 des Druckluft-Wartungsgerätes 2 frei parametrierbar ist, der
 10 in dem Auslasskanal 22 detektierte Auslassdurchflusswert unterhalb eines vorgegebenen unteren Durchflussgrenzwertes liegt. Auch der untere Durchflussgrenzwert ist zweckmäßigerweise durch Eingabemittel 42 des Druckluft-Wartungsgerätes 2 frei parametrierbar

[0068] Es versteht sich, dass das elektrische Umschaltsignal auch unmittelbar selbst als Diagnosesignal genutzt werden kann.

[0069] Die bei der Generierung eines Diagnosesignals oder elektrischen Umschaltsignals zu berücksichtigenden Toleranzwerte sind vorzugsweise individuell in die interne Steuereinheit 26 eingebbar. Der Nutzer des Druckluft-Wartungsgerätes 2 kann somit die Toleranzwerte und mithin die Signalausgabe individuell an seine Bedürfnisse anpassen. Zur Eingabe der Toleranzwerte können insbesondere die schon erwähnten Eingabemittel 42 genutzt werden.

[0070] Die Eingabemittel 42 sind beispielsweise in Form eine Anordnung von Tasten und/oder Schaltern 42a und/oder zur elektronischen Eingabe ausgebildet. Zur elektronischen Eingabe ist beim Ausführungsbeispiel die von der ersten Kommunikationsschnittstelle 28 gebildete elektrische Schnittstelle nutzbar, die hier eine Busschnittstelle ist, wobei die externe elektronische Steuereinrichtung 23 als Informationseingabegerät verwendbar ist. Die Busschnittstelle kann beispielsweise dem I/O-Link-Standard entsprechen.

[0071] Beim Ausführungsbeispiel ist das Druckluft-Wartungsgerät 2 mit einer weiteren, zweiten Kommunikationsschnittstelle 29 ausgestattet, die als Diagnose-
 40 schnittstelle nutzbar ist und an der insbesondere ein elektronisches Informationsauslesegerät 46 der Verbrauchersteuervorrichtung 1 zumindest zeitweilig anschließbar ist. Ein solches Informationsauslesegerät 46 ermöglicht beispielsweise das Auslesen gemessener
 45 Ist-Informationen, insbesondere in Verbindung mit den zugeordneten Referenzinformationen, so dass sich beispielsweise in Verbindung mit der Durchflussüberwachung zeitgleich oder auch noch nachträglich verifizieren lässt, an welcher Stelle des aufgezeichneten Referenz-
 50 profils eine Unregelmäßigkeit aufgetreten ist. Die zweite Kommunikationsschnittstelle 29 ist insbesondere eine Ethernet-Schnittstelle oder ein sonstiger digitaler Ausgang. Sie befindet sich insbesondere an dem gegebenenfalls vorhandenen Steuermodul 26a.

[0072] Als weitere Eingabemittel 42 zur elektronischen Dateneingabe zwecks Konfiguration des Systems enthält das Druckluft-Wartungsgerät 2 des Ausführungsbei-

spiels mindestens eine Kommunikationsschnittstelle, die zur besseren Unterscheidung als dritte Kommunikations-
 schnittstelle 30 bezeichnet sei und an die zweckmäßigerweise ein Bediengerät und/oder ein Personalcomputer (PC) angeschlossen werden kann. Die mindestens
 5 eine dritte Kommunikationsschnittstelle 30 ist insbesondere eine Ethernet-Schnittstelle oder ein sonstiger digitaler Eingang. Bevorzugt befindet sich die dritte Kommunikationsschnittstelle 30 an einem Kommunikationsmodul 30a des Druckluft-Wartungsgeräts 2.

[0073] Vorzugsweise ist das Druckluft-Wartungsgerät 2 auch mit einer Kommunikationsschnittstelle ausgestattet, die zur Kommunikation zwischen der elektronischen Steuereinheit 26 und einem oder mehreren weiteren benachbarten Druckluft-Wartungsgeräten der gleichen oder einer anderen Druckluft-Aufbereitungsvorrichtung 4 dient. Es kann sich hierbei um eine in der Zeichnung nicht abgebildete zusätzliche Kommunikationsschnittstelle handeln oder um eine der beim Ausführungsbeispiel vorhandenen Kommunikationsschnittstellen.

[0074] Es versteht sich, dass das Druckluft-Wartungsgerät 2 mit beliebigen weiteren elektrischen Schnittstellen zur Eingabe und/oder Ausgabe von Daten und/oder elektrischen Signalen ausgestattet sein kann.

[0075] Wenn das Druckluft-Wartungsgerät 2 als modulare Baueinheit realisiert ist, verfügt es über kompakte Abmessungen und kann auf wenig Raum mit der gewünschten Funktionalität ausgestattet werden. Die vorhandenen Module 14a, 25a, 26a und 30a können nach
 30 Bedarf leicht zusammengesetzt werden.

Patentansprüche

1. Druckluft-Wartungsgerät, das über folgende Bestandteile verfügt:

- ein elektrisch betätigbares Schaltventil (14), das einen mit einer Druckluftquelle (P) verbindbaren Speiseeingang (16) und einen Arbeitsausgang (17) aufweist und das in eine den Arbeitsausgang (17) mit dem Speiseeingang (16) verbindende Offenstellung sowie in eine den Arbeitsausgang (17) von dem Speiseeingang (16) abtrennende Absperrstellung schaltbar ist,
- einen mit einer externen Verbrauchereinrichtung (A) verbindbaren Geräteauslass (7), der über einen Auslasskanal (22) mit dem Arbeitsausgang (17) des Schaltventils (14) verbunden ist,
- Sensormittel (20) zumindest in Gestalt eines zur Messung des in dem Auslasskanal (22) auftretenden Auslassdurchflusses dienenden Durchflusssensor (25),
- und eine interne elektronische Steuereinheit (26), die mit dem Schaltventil (14) und mit dem Durchflusssensor (25) signaltechnisch verbunden ist und die ausgebildet ist, um in Abhängig-

- keit von dem seitens des Durchflusssensors (25) gemessenen Auslassdurchfluss ein elektrisches Umschaltsignal zu generieren, das das Schaltventil (14) aus der Offenstellung in die Absperrstellung umschaltet, **dadurch gekennzeichnet**,
- **dass** das Schaltventil (14) als 2/2-Wegeventil vom Typ "Normalerweise Geöffnet" ausgebildet ist und durch Federmittel (19) in die Offenstellung vorgespannt ist, sodass es bei fehlendem elektrischem Umschaltsignal stets die Offenstellung einnimmt.
2. Druckluft-Wartungsgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die interne elektronische Steuereinheit (26) ausgebildet ist, um ein Umschalten des Schaltventils (14) aus der Offenstellung in die Absperrstellung hervorzurufen, wenn der Durchflusssensor (25) während der Offenstellung des Schaltventils (14) über einen vorgegebenen oder vorgebbaren Zeitraum hinweg einen unter einem vorgegebenen oder vorgebbaren unteren Durchflussgrenzwert liegenden Durchflusswert detektiert.
 3. Druckluft-Wartungsgerät nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensormittel (20) auch einen zur Messung des in dem Auslasskanal (22) herrschenden Auslassdruckes dienenden Auslass-Drucksensor (24) aufweisen, der mit der internen elektronischen Steuereinheit (26) signaltechnisch verbunden ist.
 4. Druckluft-Wartungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen mit einer externen Druckluftquelle verbindbaren Geräteeinlass (6) aufweist, der über einen Einlasskanal (11) mit dem Speiseeingang (16) des Schaltventils (14) verbunden ist, wobei die Sensormittel (20) auch einen zur Messung des in dem Einlasskanal (11) herrschenden Einlassdruckes dienenden Einlass-Drucksensor (31) aufweisen, der mit der internen elektronischen Steuereinheit (26) signaltechnisch verbunden ist.
 5. Druckluft-Wartungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die interne elektronische Steuereinheit (26) über Ausgabemittel (36) verfügt, die in der Lage sind, zusätzlich zu dem für das Schaltventil (14) bestimmten elektrischen Umschaltsignal mindestens ein unter Mitwirkung der Sensormittel (20) erzeugtes elektrisches Diagnosesignal auszugeben, wobei das Druckluft-Wartungsgerät (2) zweckmäßigerweise mindestens eine Kommunikationsschnittstelle (28, 29) für den Abgriff des erzeugten elektrischen Diagnosesignals aufweist.
 6. Druckluft-Wartungsgerät nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mit auf der Basis eines elektrischen Diagnosesignals aktivierbaren optischen Anzeigemitteln (37) und/oder akustischen Warnmitteln (38) ausgestattet ist.
 7. Druckluft-Wartungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die interne elektronische Steuereinheit (26) über Vergleichermittel (35) verfügt, in denen von den Sensormitteln (20) gelieferte Ist-Informationen mit in Speichermitteln (34) abgespeicherten Referenzinformationen vergleichbar sind, wobei die interne elektronische Steuereinheit (26) außerdem über Ausgabemittel (36) verfügt, die ausgebildet sind, um in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis der Vergleichermittel (35) das elektrische Umschaltsignal für das Schaltventil (14) und/oder ein anderweitig nutzbares elektrisches Diagnosesignal auszugeben.
 8. Druckluft-Wartungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die interne elektronische Steuereinheit (26) über Speichermittel (34) verfügt, in denen Daten vielfältiger Art, insbesondere Mess-, Steuer-, Diagnose- und/oder Analysedaten, flüchtig und/oder remanent speicherbar sind.
 9. Druckluft-Wartungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** es in Form einer modular zusammengesetzten Baueinheit ausgebildet ist, wobei das Schaltventil (14) Bestandteil eines Ventilmoduls (14a), der Durchflusssensor (25) Bestandteil eines Sensormoduls (25a) und die interne elektronische Steuereinheit (26) Bestandteil eines Steuermoduls (26a) ist.
 10. Druckluft-Wartungsgerät nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mindestens ein Kommunikationsmodul (30a) aufweist, das mit mindestens einer mit der internen elektronischen Steuereinheit (26) verbundenen Kommunikationsschnittstelle (30) ausgestattet ist.
 11. Druckluft-Wartungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** es über mindestens eine mit der internen elektronischen Steuereinheit (26) verbundene Kommunikationsschnittstelle (28, 29, 30) verfügt, an die zur Kommunikation mit der internen elektronischen Steuereinheit (26) eine interne und/oder externe elektronische Einrichtung anschließbar ist, insbesondere eine externe elektronische Steuereinrichtung (23) und/oder ein elektronisches Informationsauslesegerät (46) und/oder ein elektronisches Informationseingabegerät (47) und/oder mindestens eine sonstige elektronische Einrichtung.
 12. Druckluft-Wartungsgerät nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass**

durch gekennzeichnet, dass mindestens eine Kommunikationsschnittstelle (28) als Busschnittstelle und/oder mindestens eine Kommunikationsschnittstelle (30) als digitaler oder analoger Eingang oder als digitaler oder analoger Ausgang konzipiert ist. 5

13. Druckluft-Wartungsgerät nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Kommunikationsschnittstelle (28, 29, 30) als elektromechanische Steckschnittstelle ausgebildet ist und/oder dass mindestens eine Kommunikationsschnittstelle (28, 29) zur drahtlosen Signalübertragung ausgebildet ist. 10

14. Druckluft-Wartungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mit Eingabemitteln (42) zur Aktivierung und/oder Beeinflussung und/oder Parametrisierung des Betriebsverhaltens der internen elektronischen Steuereinheit (26) und/oder der Sensormittel (20) ausgestattet ist, wobei die Eingabemittel (42) zweckmäßigerweise mindestens eine Taste (42a) und/oder mindestens einen Schalter (42a) und/oder mindestens eine elektrische Kommunikationsschnittstelle (28, 30) enthalten. 15 20 25

15. Verbrauchersteuervorrichtung mit mindestens einem Druckluft-Wartungsgerät (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 14 und einer daran angeschlossenen oder anschließbaren externen elektronischen Steuereinrichtung (23). 30

35

40

45

50

55

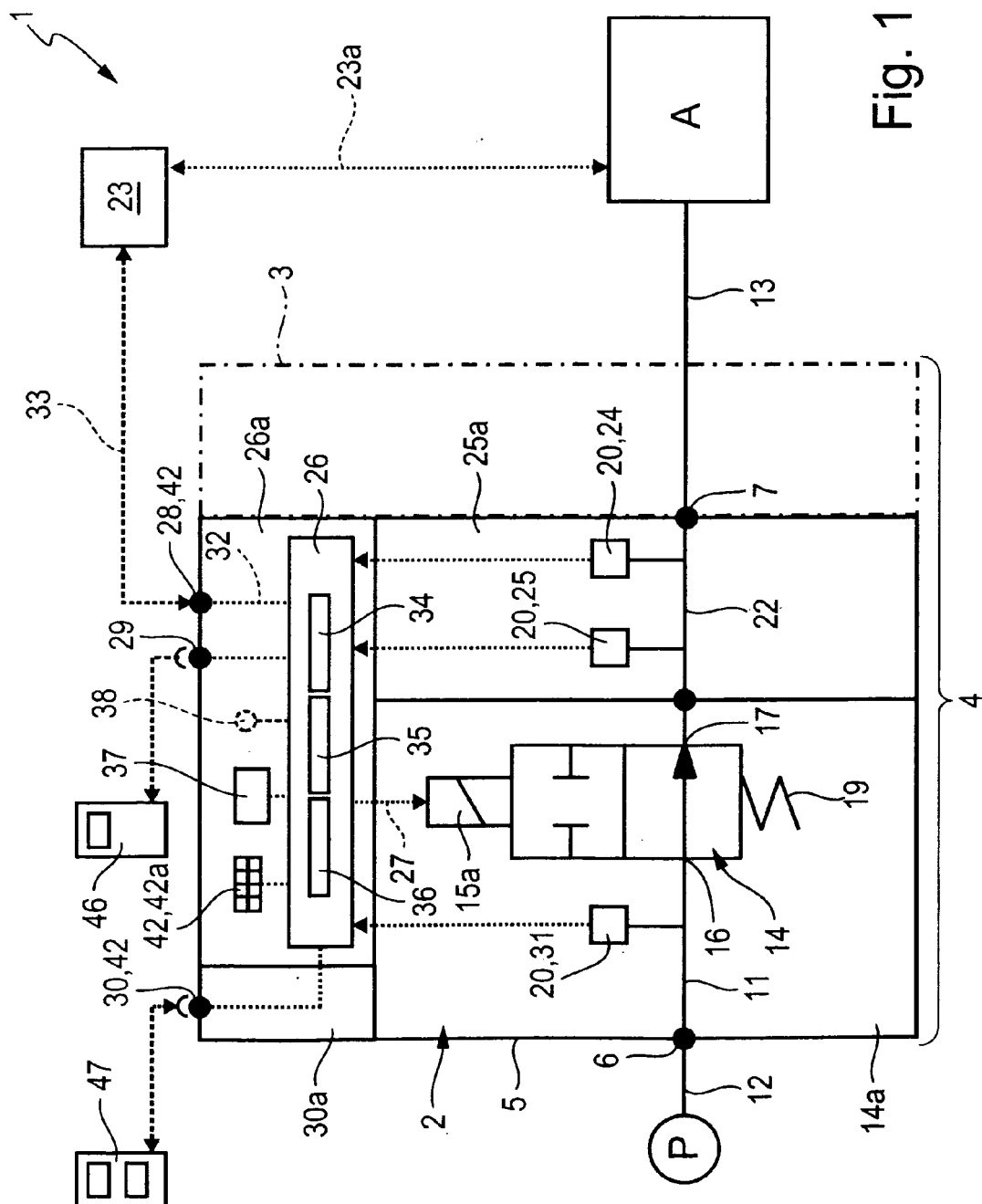


Fig. 1

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102011012558 B3 [0003]
- DE 102009016069 B3 [0005]