



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 213 974.1**

(22) Anmeldetag: **06.11.2020**

(43) Offenlegungstag: **12.05.2022**

(51) Int Cl.: **F16K 37/00 (2006.01)**

**F16K 31/12 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Festo SE & Co. KG, 73734 Esslingen, DE**

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

(72) Erfinder:  
**Rieger, Wolfgang, Dr., 73257 Köngen, DE; Eckert,  
Martin, 73269 Hochdorf, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

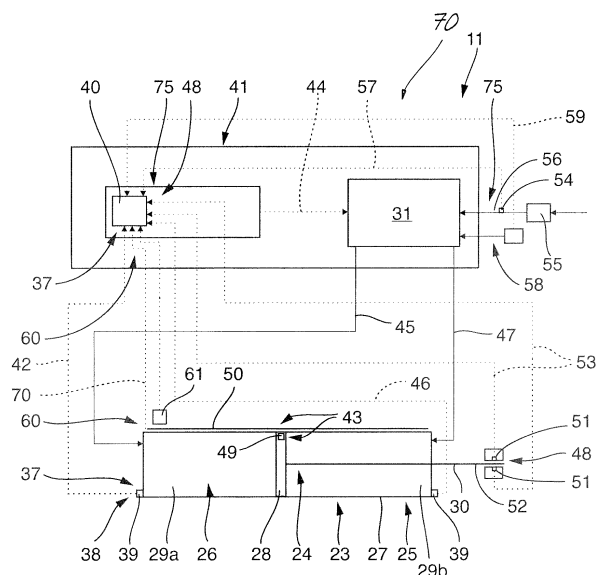
<b>DE</b>	<b>691 30 592</b>	<b>T2</b>
<b>WO</b>	<b>2019/ 002 490</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>2020/ 049 214</b>	<b>A1</b>

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Ventilantriebsvorrichtung, Verfahren zum Betreiben einer Ventilantriebsvorrichtung und Prozessvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Es ist eine Ventilantriebsvorrichtung vorgesehen, mit einem fluidbetätigten Ventilantrieb (25), der eine Antriebseinheit (23) aufweist, die ein in einen Gehäuse-Innenraum (26) definierendes Antriebsgehäuse (27) aufweist, in dem ein Antriebskolben (28) des Antriebsglieds (24) beweglich aufgenommen ist und den Gehäuse-Innenraum (26) in zwei Arbeitskammern (29a, 29b) unterteilt, von denen wenigstens einer fluidbeaufschlagbar ist, mit einer Kraftüberwachungseinrichtung (37) zur Überwachung der auf den Antriebskolben (28) einwirkenden mittels Fluiddruck erzeugten Betätigungskraft, mit einer Positionsüberwachungseinrichtung (60) zur Überwachung der Position des Antriebskolbens (28) und mit einer elektronischen Steuereinrichtung (41) zur Ansteuerung des Ventilantriebs (25) auf Basis der durch die Kraftüberwachungseinrichtung (37) und Positionsüberwachungseinrichtung (60) bereitgestellten Kraft- und Positionsdaten.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Ventilantriebsvorrichtung, mit einem fluidbetätigten Ventilantrieb, der eine Antriebseinheit aufweist, die ein einen Gehäuse-Innenraum definierendes Antriebsgehäuse aufweist, in dem ein Antriebskolben des Antriebsglieds beweglich aufgenommen ist und den Gehäuse-Innenraum in zwei Arbeitskammern unterteilt, von denen wenigstens einer fluidbeaufschlagbar ist. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben einer Ventilantriebsvorrichtung und eine Prozessvorrichtung.

**[0002]** Derartige Ventilantriebsvorrichtungen sind bereits seit Langem bekannt, beispielsweise als Bestandteile von Prozessventilen, bei denen sie für die Bewegung des Ventilglieds sorgen, um damit den Durchfluss an Prozessmedium zu steuern.

**[0003]** Ebenfalls bekannt sind Prozessvorrichtungen, die einen oder mehrere Reaktionsbehälter aufweisen, in denen sich Prozessmedium befindet, das aufbereitet, behandelt oder weiterverarbeitbar ist. Ein Beispiel solch einer Prozessvorrichtung ist eine Fest-Flüssig-Trennungsvorrichtung zur Trennung von Feststoffen aus Flüssigkeiten.

**[0004]** Beim Betrieb von Ventilantriebsvorrichtungen und Prozessvorrichtungen besteht der Bedarf, Störungen im Betriebsablauf zu erkennen und mit geeigneten Gegenmaßnahmen zu reagieren.

**[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Ventilantriebsvorrichtung und eine Prozessvorrichtung der eingangs erwähnten Art zu schaffen, die eine hohe Betriebssicherheit aufweisen und ein Verfahren zum Betrieb einer Ventilantriebsvorrichtung bereitzustellen, mit dem eine hohe Betriebssicherheit gewährleistet ist, womit die Ausfallwahrscheinlichkeit minimiert wird.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch eine Ventilantriebsvorrichtung mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1, ein Verfahren zum Betreiben einer Ventilantriebsvorrichtung mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 16 und eine Prozessvorrichtung mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 22 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen dargestellt.

**[0007]** Die erfindungsgemäße Ventilantriebsvorrichtung weist einen fluidbetätigten Ventilantrieb auf, der eine Antriebseinheit besitzt, die ein einen Gehäuse-Innenraum definierendes Antriebsgehäuse aufweist, in dem ein Antriebskolben des Antriebsglieds beweglich aufgenommen ist und den Gehäuse-Innenraum in zwei Arbeitskammern unterteilt, von denen wenigstens einer fluiddruckbeaufschlagbar ist, mit einer Kraftüberwachungseinrichtung zur

Überwachung der auf den Antriebskolben einwirkenden mittels Fluiddruck erzeugten Betätigungskraft, mit einer Positionsüberwachungseinrichtung zur Überwachung der Position des Antriebskolbens und mit einer elektronischen Steuereinrichtung zur Ansteuerung des Ventilantriebs auf Basis der durch die Kraftüberwachungseinrichtung und Positionsüberwachungseinrichtung bereitgestellten Kraft- und Positionsdaten.

**[0008]** Es werden also sowohl die auf den Antriebskolben einwirkende Betätigungskraft als auch die Position des Antriebskolbens überwacht, um ggf. Störungen zu ermitteln, die weder alleine durch eine Kraftüberwachung noch alleine durch eine Positionsüberwachung detektierbar sind. Dadurch erhöht sich die Betriebssicherheit der Ventilantriebsvorrichtung.

**[0009]** Bei einer Weiterbildung der Erfindung weist die elektronische Steuereinrichtung eine Vergleichereinrichtung mit einem elektronischen Speicher auf, in dem Endpositionen des Antriebskolbens und eine Maximal-Betätigungskraft abspeicherbar oder abgespeichert sind, und wobei durch die Vergleichereinrichtung eine mittels der Kraftüberwachungseinrichtung ermittelte Ist-Betätigungskraft mit der Maximal-Betätigungskraft und eine mittels der Positionsüberwachungseinrichtung ermittelten Ist-Position des Antriebskolbens mit den Endpositionen vergleichbar sind.

**[0010]** Innerhalb des Regelbetriebs der Ventilantriebsvorrichtung ist es möglich, in dem vom Kunden eingestellten Bereich einen unvorhergesehenen Kraftanstieg oder ein Ausbleiben eines erwarteten Kraftanstiegs zu ermitteln.

**[0011]** In besonders bevorzugter Weise ist die elektronische Steuereinrichtung derart eingerichtet, dass bei Überschreitung der Maximal-Betätigungskraft und einer Ist-Position ungleich den Endpositionen ein Abschaltsignal für den Ventilantrieb ausgebar ist. Dadurch ist es möglich, die mittels des Ventilantriebs erzeugte Antriebsbewegung im Falle einer über einem Grenzwert liegenden zu hohen Betätigungskraft zu stoppen, so dass Beschädigungen am Ventilantrieb oder an einem an den Ventilantrieb angekoppelten Ventilglied einer Ventilanordnung vermieden werden. Insbesondere ist es möglich, zu detektieren, ob sich im Verfahrensweg des Ventilglieds Hindernisse befinden, die die Bewegung des Ventilglieds in die gewünschte Ventilglied-Endposition behindern oder sogar verhindern.

**[0012]** Auch aus dem Ausbleiben eines zu erwartenden Kraftanstiegs, insbesondere beim Einfahren in die Endposition können Rückschlüsse gezogen werden. Auch das kann auf eine Störung hindeuten, beispielsweise, dass die einem Ventilglied zugeordnete Dichtung fehlt oder beschädigt ist.

**[0013]** Bei einer Weiterbildung der Erfindung weist die Kraftüberwachungseinrichtung Druckerfassungsmittel zur Erfassung des in der zugeordneten Arbeitskammer herrschenden Arbeitsdrucks auf.

**[0014]** In besonders bevorzugter Weise weisen die Druckerfassungsmittel wenigstens einen Drucksensor auf, mit dem der Ist-Druck in der zugeordneten Arbeitskammer erfassbar und anhand eines zum erfassten Ist-Drucks zugeordneten Drucksensor-Sensorsignals an die Vergleichereinrichtung übertragbar ist. Bei dem fluidbetätigten Ventilantrieb kann es sich um einen doppeltwirkenden Ventilantrieb handeln, bei dem sowohl die kolbenstangenferne Arbeitskammer als auch die mittels der Kolbenstange durchsetzte Arbeitskammer mit Druckluft beaufschlagbar sind. Es ist möglich, dass die Drucksensoren jeweils am stirnseitigen Ende der zugeordneten Arbeitskammer angeordnet sind. Mittels Drucksensoren ist es möglich, den Ist-Druck in der Arbeitskammer zu erfassen und insbesondere mittels drahtlosen, elektronischen Drucksensor-Sensorsignalen an die Vergleichereinrichtung zu übermitteln. Alternativ zum doppelt wirkenden Ventilantrieb kann auch ein einfach wirkender Ventilantrieb mit Federrückstellung eingesetzt werden.

**[0015]** Der Ventilantrieb kann als Linearantrieb oder als Drehantrieb ausgebildet sein.

**[0016]** In besonders bevorzugter Weise sind im elektronischen Speicher der Vergleichereinrichtung Parameter verschiedener Arten von Ventilantrieben abspeicherbar oder abgespeichert, wobei die Parameter eine der ersten Arbeitskammer zugeordneten Kolbenfläche des Antriebskolbens und gegebenenfalls bei doppeltwirkenden Ventilantrieben zusätzlich die der zweiten Arbeitskammer zugeordneten Kolbenflächen umfassen, um daraus mit Hilfe des erfassten Ist-Drucks eine Ist-Betätigungskraft zu ermitteln.

**[0017]** Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist eine Steuerventileinrichtung zum Erzeugen einer Antriebsbewegung des Antriebskolbens vorgesehen.

**[0018]** Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist eine Betriebsdrucküberwachungseinrichtung zur Überwachung des der Steuerventileinrichtung zugeführten Betriebsdrucks vorgesehen. Damit lässt sich feststellen, ob der für den Antrieb des Kolbens erforderliche Mindest-Betriebsdruck vorliegt. Ferner lässt sich ermitteln, ob der Betriebsdruck einen zulässigen maximalen Betriebsdruck überschreitet, wodurch durch erhöhten Betriebsdruck verursachter Verschleiß oder aufgrund des erhöhten Betriebsdrucks resultierenden erhöhten Betätigungskraft Beschädigungen am Ventilantrieb vermieden werden können.

**[0019]** Bei einer Weiterbildung der Erfindung weist die Betriebsdrucküberwachungseinrichtung insbesondere wenigstens einen Sensor aufweisende Druckerfassungsmittel zur Erfassung des Ist-Betriebsdrucks auf, wobei der erfasste Ist-Betriebsdruck an die Vergleichereinrichtung übertragbar ist, um einen Vergleich mit einem zulässigen Mindest-Betriebsdruck und einem zulässigen maximalen Betriebsdruck durchzuführen und bei Unterschreitung des Mindestbetriebsdrucks oder Überschreitung des Maximal-Betriebsdrucks ein Diagnosesignal auszugeben.

**[0020]** Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist eine Spannungsversorgungs-Überwachungseinrichtung zur Überwachung der Spannungsversorgung der elektronischen Komponenten der Prozessvorrichtung, insbesondere der Eingangsspannung der Steuerventileinrichtung vorgesehen. Zweckmäßigerweise umfasst die Steuerventileinrichtung mehrere Steuerventile, die jeweils über Vorsteuerventile angesteuert werden. Bei den Vorsteuerventilen handelt es sich bevorzugt um Elektromagnetventile. Mit der Spannungsversorgungs-Überwachungseinrichtung kann also beispielsweise überwacht werden, ob die Vorsteuerventile der Steuerventileinrichtung betriebsbereit sind.

**[0021]** Bei einer Weiterbildung der Erfindung weist die elektronische Steuereinrichtung eine Ausgabe-einrichtung zur Ausgabe von Diagnosesignalen auf.

**[0022]** Die einzelnen Komponenten der elektronischen Steuereinrichtung können zentral insbesondere zu Baugruppen zusammengefasst sein. Alternativ ist es jedoch auch möglich, dass die Komponenten der elektronischen Steuereinrichtung dezentral angeordnet sind.

**[0023]** Bei einer Weiterbildung der Erfindung weist die Positionsüberwachungseinrichtung eine Wegmessenheit zur Bestimmung der Ist-Position des Antriebskolbens entlang seines Fahrwegs auf.

**[0024]** Zweckmäßigerweise handelt es sich bei der Wegmessenheit um ein berührungslos messendes Wegmesssystem. Es ist möglich, dass die Wegmessenheit in das Antriebsgehäuse der Antriebseinheit integriert ist. Zweckmäßigerweise umfasst die Wegmessenheit bzw. das Wegmesssystem wenigstens einen insbesondere streifenartigen Wegmesssensor.

**[0025]** Bei einer Weiterbildung der Erfindung weist die Positionsüberwachungseinrichtung eine Zeitmessenrichtung auf, über die die Erfassung der Fahrzeit, die der Antriebskolben benötigt, um zwischen der Ist-Position in eine neue Soll-Position zu fahren zu werden, möglich ist, wobei die Fahrzeit

an die Vergleichereinrichtung übertragbar ist, um einen Vergleich mit einer vorgegebenen Maximal-Verfahrzeit durchzuführen, bei dessen Überschreitung ein Diagnosesignal ausgebbar ist.

**[0026]** Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist eine der Steuerventileinrichtung vorgeschaltete Wartungseinheit vorgesehen, die einen Druckregler aufweist zur Regelung eines von einer Druckquelle stammenden Versorgungsdrucks auf den Betriebsdruck. Die Wartungseinheit kann neben dem Druckregler noch einen Filter und/oder einen Öler aufweisen.

**[0027]** Bei einer Weiterbildung der Erfindung sind die elektronische Steuereinrichtung und die Steuerventileinrichtung zu einer Steuerbaugruppe zusammengefasst. Diese Steuerbaugruppe kann beispielsweise zentral in einem Schaltschrank untergebracht sein.

**[0028]** Die Erfindung betrifft ferner eine Ventilanordnung mit einer von Prozessmedium durchströmbar Ventilarmatur, in dem ein eine Durchströmöffnung umgebender Ventilsitz angeordnet ist, dem ein an einer Betätigungsstange angeordnetes Ventilglied derart zugeordnet ist, dass das Ventilglied mittels eines Stellhubs der Betätigungsstange zwischen einer Absperrstellung, in der das Ventilglied prozessmediumdicht dichtend am Ventilsitz anliegt, und einer Offenstellung, in der das Ventilglied vom Ventilsitz abgehoben ist, bewegbar ist, und mit einer Ventilantriebsvorrichtung zur Erzeugung des Stellhubs der Betätigungsstange, wobei die Ventilantriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14 ausgebildet ist.

**[0029]** Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Ventilantriebsvorrichtung die einen fluidbetätigten Ventilantrieb besitzt, der eine Antriebseinheit aufweist, die ein einen Gehäuse-Innenraum definierendes Antriebsgehäuse aufweist, in dem ein Antriebskolben des Antriebsglieds beweglich aufgenommen ist und den Gehäuse-Innenraum in zwei Arbeitskammern unterteilt, von denen wenigstens einer fluidbeaufschlagbar ist, wobei mit einer zur Ventilantriebsvorrichtung gehörenden Kraftüberwachungseinrichtung die auf den Antriebskolben einwirkende mittels Fluiddruck erzeugte Betätigungskraft überwacht wird, mit einer zur Ventilantriebsvorrichtung gehörenden Positionsüberwachungseinrichtung die Position des Antriebskolbens überwacht wird und mit einer zur Ventilantriebsvorrichtung gehörenden elektronischen Steuereinrichtung der Ventilantrieb angesteuert wird.

**[0030]** Bei einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens besitzt die elektronische Steuereinrichtung eine Vergleichereinrichtung, die einen elektronischen Speicher aufweist, in dem Endpositionen

des Antriebskolbens und eine Maximal-Betätigungskraft abgespeichert werden oder abgespeichert sind, und wobei durch die Vergleichereinrichtung eine mittels der Kraftüberwachungseinrichtung ermittelte Ist-Betätigungskraft mit der Maximal-Betätigungskraft und eine mittels der Positionsüberwachungseinrichtung ermittelten Ist-Position des Antriebskolbens mit den Endpositionen verglichen werden.

**[0031]** Bei einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens gibt die elektronische Steuereinrichtung bei Überschreitung der Maximal-Betätigungskraft und einer Ist-Position ungleich den Endpositionen ein Abschaltsignal für den Ventilantrieb aus.

**[0032]** In besonders bevorzugter Weise wird zur Bestimmung der Endpositionen des Antriebskolbens eine Initialisierungsfahrt durchgeführt, bei der der in einer Startstellung befindliche Antriebskolben mit einer durch Fluiddruck erzeugten Betätigungskraft beaufschlagt wird, so dass er in eine erste Richtung bewegt wird, wobei die Position, bei der die auf den Antriebskolben wirkende Betätigungskraft eine Maximal-Betätigungskraft überschreitet, was mit der Kraftüberwachungseinrichtung detektiert wird, als erste Endposition definiert wird.

**[0033]** Bei einer Weiterbildung der Erfindung definiert im Falle der Ausbildung des Ventilantriebs als einfach wirkender Ventilantrieb die Startposition des Antriebskolbens die zweite Endposition.

**[0034]** Im Falle der Ausbildung des Ventilantriebs als doppelt wirkender Ventilantrieb kann die Initialisierungsfahrt in zueinander entgegengesetzte Richtungen durchgeführt werden. Der Antriebskolben kann also mit einer durch Fluiddruck erzeugten Betätigungskraft beaufschlagt werden, so dass er in eine zur ersten Richtung entgegengesetzte zweite Richtung bewegt wird, wobei die Position, bei der die auf den Antriebskolben wirkende Betätigungskraft eine Maximal-Betätigungskraft überschreitet, was mit der Kraftüberwachungseinrichtung detektiert wird, als zweite Endposition definiert wird.

**[0035]** Schließlich umfasst die Erfindung eine Prozessvorrichtung mit wenigstens einem ein Behältergehäuse aufweisenden Reaktionsbehälter, der einen mit Prozessmedium befüllbaren oder befüllten Reaktionsraum aufweist, wobei das Behältergehäuse wenigstens eine Austrittsöffnung für Prozessmedium aufweist und der Austrittsöffnung ein mechanisch betätigtes Auslassventil zur Steuerung des Öffnungsquerschnitts der Austrittsöffnung zugeordnet ist, wobei das Auslassventil ein Ventilglied aufweist, das mit einer Betätigungsstange verbunden ist, die Bestandteil einer Antriebseinheit eines mit einem Antriebsglied ausgestatteten fluidbetätigten Ventilantriebs ist, wobei die Antriebseinheit ein einen Gehäuse-Innenraum definierendes Antriebsgehäuse

aufweist, in dem ein Antriebskolben des Antriebsglieds beweglich aufgenommen ist und den Gehäuse-Innenraum in zwei Arbeitskammern unterteilt, von denen wenigstens einer fluidbeaufschlagbar ist, wobei der Antriebskolben über Kopplungsmittel mit der Betätigungsstange gekoppelt ist, und mit einer Steuerventileinrichtung zum Erzeugen einer Antriebsbewegung des Antriebskolbens, und mit einer Kraftüberwachungseinrichtung zur Überwachung einer auf das Ventilglied ausgeübten Betätigungskraft und/oder einer Vibrationsüberwachungseinrichtung zur Überwachung der im Betrieb auftretenden Vibrationen der Betätigungsstange.

**[0036]** Die Bewegung des Antriebskolbens im Gehäuse-Innenraum bewirkt eine Verlagerung der Kolbenstange und somit der Betätigungsstange. Daraus resultiert eine auf das Ventilglied ausgeübte Betätigungskraft. Zweckmäßigerweise wird zumindest die kolbenstangenferne Arbeitskammer mit Druckfluid beaufschlagt, wodurch die Bewegung des Antriebskolbens ein Ausschieben der Kolbenstange bewirkt. In der Regel wird durch eine derartige Beaufschlagung der Arbeitskammer die angekoppelte Betätigungsstange so bewegt, dass das Ventilglied in einer Schließrichtung bewegt wird, wodurch der Öffnungsquerschnitt der Austrittsöffnung verkleinert wird. Insbesondere diese auf das Ventilglied ausgeübte Schließkraft aber auch eine entgegengesetzt wirkende Öffnungskraft sind wichtige Parameter, deren Überwachung die Betriebssicherheit des Auslassventils erhöht, da dadurch rechtzeitig Fehlfunktionen erkennbar sind. Durch die Kraftüberwachungseinrichtung ist es also möglich, diese auf das Ventilglied ausgeübte Betätigungskraft zu überwachen und die mittels des Linearantriebs erzeugte Antriebsbewegung im Falle einer über einem Grenzwert liegenden zu hohen Betätigungskraft zu stoppen, so dass Beschädigungen insbesondere an der Betätigungsstange oder am Ventilglied vermieden werden.

**[0037]** Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, mittels der Vibrationsüberwachungseinrichtung im Betrieb auftretende Vibrationen der Betätigungsstange zu detektieren. Es ist möglich, axiale Vibrationen der Betätigungsstange zu detektieren, die beispielsweise dann auftreten, wenn das Ventilglied sich in der Nähe seiner Schließstellung befindet und dann die Sogwirkung des durchströmenden Prozessmediums eine Bewegung der Betätigungsstange in Richtung Schließstellung bewirkt und dann eine Rückstellung der Betätigungsstange beispielsweise über eine Steuereinrichtung und eine Positionserkennung bewirkt wird, und sich dieser Vorgang dann mehrmals hintereinander wiederholt.

**[0038]** Insgesamt wird durch die Kraftüberwachungseinrichtung und/oder Vibrationsüberwachungseinrichtung die Betriebssicherheit des Linear-

antriebs der Prozessvorrichtung und daher der Prozessvorrichtung insgesamt deutlich erhöht.

**[0039]** Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

**Fig. 1** eine schematische Darstellung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Prozessvorrichtung, bei der die erfindungsgemäße Ventilantriebsvorrichtung zum Einsatz kommt,

**Fig. 2** ein schematisches Schaubild der erfindungsgemäßen Ventilantriebsvorrichtung.

**[0040]** Die **Fig. 1** und **Fig. 2** zeigen ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Ventilantriebsvorrichtung 70 als Bestandteil der erfindungsgemäßen Prozessvorrichtung 11. Die Prozessvorrichtung 11 wird im Folgenden rein beispielhaft anhand einer Vorrichtung zur Fest-Flüssig-Trennung beschrieben. Selbstverständlich lässt sich die Erfindung auch auf andere Arten von Prozessvorrichtungen 11 übertragen. Die Beschreibung der Fest-Flüssig-Trennung-Apparatur ist, wie erwähnt, rein beispielhaft.

**[0041]** Die Prozessvorrichtung 11 weist wenigstens einen ein Behältergehäuse 12 aufweisenden Reaktionsbehälter 13 auf, der einen mit Prozessmedium 14 befüllbaren oder befüllten Reaktionsraum 15 aufweist.

**[0042]** Wie insbesondere in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt, besitzt das Behältergehäuse 12 des Prozessbehälters wenigstens eine Austrittsöffnung 16 für Prozessmedium 14. Das Prozessmedium 14 liegt im Falle einer Fest-Flüssig-Trennvorrichtung als insbesondere wässrige Suspension vor.

**[0043]** Das Prozessmedium 14 strömt über eine Eintrittsöffnung 17 in den Reaktionsbehälter 13 ein, in dem ein Fest-Flüssig-Trennprozess durchgeführt wird.

**[0044]** Die Austrittsöffnung 16 befindet sich in der Regel an einer Behälterwand 18 oder wie im gezeigten Beispielfall am Behälterboden 19 des Behältergehäuses 12.

**[0045]** Ein wesentliches Element der Prozessvorrichtung 11 ist ein mechanisch betätigtes Auslassventil 20, das der Austrittsöffnung 16 des betreffenden Reaktionsbehälters 13 zugeordnet ist und über das sich der Öffnungsquerschnitt der Austrittsöffnung 16 steuern lässt. Der Öffnungsquerschnitt kann also über das Auslassventil 20 wahlweise verkleinert oder vergrößert werden.

**[0046]** Wie insbesondere in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt, besitzt das Auslassventil 20 ein Ventilglied 21, das mit einer Betätigungsstange 22 verbunden ist. Das Ventilglied 21 ist im gezeigten Beispielsfall kegelförmig ausgebildet.

**[0047]** Die Betätigungsstange 22 ist Bestandteil einer Antriebseinheit 23 eines mit einem Antriebsglied 24 ausgestatteten fluidbetätigten Ventilantriebs 25, der beispielhaft in Form eines Linearantriebs dargestellt und im Folgenden näher beschrieben wird.

**[0048]** Wie beispielhaft in **Fig. 2** gezeigt, weist die Antriebseinheit 23 ein einen Gehäuse-Innenraum 26 definierendes Antriebsgehäuse 27 auf, in dem ein Antriebskolben 28 des Antriebsglieds 24 linear beweglich aufgenommen ist und den Gehäuse-Innenraum 26 in zwei Arbeitskammern 29a, 29b unterteilt. Wenigstens eine der Arbeitskammern 29a, 29b ist mittels eines Arbeitsfluids, insbesondere Druckluft, fluiddruckbeaufschlagbar.

**[0049]** Im gezeigten Beispielsfall ist ein doppelwirkender Linearantrieb vorgesehen, bei dem beide Arbeitskammern 29a, 29b mittels Arbeitsfluid fluiddruckbeaufschlagbar sind.

**[0050]** Der Antriebskolben 28 ist mit einer aus dem Antriebsgehäuse 27 herausgeführten Kolbenstange 30 verbunden, die ihrerseits mit der Betätigungsstange 22 gekoppelt ist.

**[0051]** Der Antriebseinheit 23 ist eine Steuerventileinrichtung 31 zugeordnet, über die wahlweise eine einfahrende oder eine ausfahrende lineare Antriebsbewegung des Antriebskolbens 28 erzeugt werden kann.

**[0052]** Wie insbesondere in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt, befindet sich die Antriebseinheit 23 des Ventilantriebs 25 außerhalb des Reaktionsraums 15, beispielsweise oberhalb eines Behälterdeckels 32 des Reaktionsbehälters 13. Die Antriebseinheit 23 ist zweckmäßigerweise am Behälterdeckel 32 befestigt, wobei die Betätigungsstange 22 den Behälterdeckel 32 und den Reaktionsraum 15 durchsetzt und die Austrittsöffnung 16 mit dem an das freie Ende der Betätigungsstange 22 angekoppelten Ventilglied 21 durch eine Antriebsbewegung angesteuert wird.

**[0053]** Wie insbesondere in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt, besitzt die Prozessvorrichtung 11 im Beispielsfall eine Rührvorrichtung 33, die ein Rührlement 34 besitzt, das über eine Antriebswelle 34 rotatorisch angetrieben wird. Wie beispielhaft in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt, befindet sich ein Rührantrieb 35 außerhalb des Reaktionsbehälters 13, wobei der Rührantrieb 35 die Antriebswelle 34 in Rotationsbewegung versetzt. Die Antriebswelle 34 durchsetzt den Behälterdeckel 32 und den Reaktionsraum 15

und erstreckt sich bis nahe an den Behälterboden 19, wo die Antriebswelle 34 dann mit dem Rührlement 34 verbunden ist.

**[0054]** Im Falle der Fest-Flüssig-Trennung gelangt eine Suspension über die Eintrittsöffnung 17 in den Reaktionsraum 15. Durch die Rührvorrichtung und/oder Lanzen (nicht dargestellt) kann Luft eingetragen und fein verteilt werden. In die Suspension eingebläse Luft haftet nur an den hydrophoben Teilchen und trägt sie zur Wasseroberfläche, während die hydrophilen Teilchen in der Trübe bleiben.

**[0055]** Die dadurch aufgeschwemmten Feststoffpartikel werden dann über eine Räumereinrichtung entfernt, beispielsweise strömen sie über ein Wehr ab.

**[0056]** Die zurückbleibende Trübe gelangt dann über die Austrittsöffnung 16 aus dem Reaktionsbehälter 13.

**[0057]** Wie bereits erwähnt, erfolgt die Ansteuerung der Austrittsöffnung 16 über das zugeordnete Auslassventil 20. Das Auslassventil 20 wird über die Ventilantriebsvorrichtung 70 angesteuert, die wiederum ein Teil einer Ventilanordnung 80 ist zu der neben der Ventilantriebsvorrichtung eine Ventilararmatur gehört, in dem ein eine Durchströmöffnung umgebender Ventilsitz angeordnet ist. Im beschriebenen Beispielsfall wird die Ventilararmatur vom Behältergehäuse 12, insbesondere vom Behälterboden 19, gebildet. Die Durchströmöffnung ist die Austrittsöffnung 16.

**[0058]** Es besteht der Bedarf, dass die Ventilantriebsvorrichtung 70 betriebssicher arbeitet und die Ausfallwahrscheinlichkeit sehr gering ist.

**[0059]** Die Ventilantriebsvorrichtung 70 besitzt hierzu eine Kraftüberwachungseinrichtung 37 zur Überwachung der auf den Antriebskolben 28 einwirkenden mittels Fluiddruck erzeugten Betätigungskraft und eine Positionsüberwachungseinrichtung 60 zur Überwachung der Position des Antriebskolbens 28. Die Ventilantriebsvorrichtung 70 umfasst ferner eine elektronische Steuereinrichtung zur Ansteuerung des Ventilantriebs 25 auf Basis der durch die Kraftüberwachungseinrichtung 37 und Positionsüberwachungseinrichtung 60 bereitgestellten Kraft- und Positionsdaten.

**[0060]** Wie insbesondere in **Fig. 2** gezeigt, umfasst die Kraftüberwachungseinrichtung 37 Druckerfassungsmittel 38 zur Erfassung des in der zugeordneten Arbeitskammer 29a, 29b herrschenden Arbeitsdrucks.

**[0061]** Wie insbesondere in **Fig. 2** gezeigt, weisen die Druckerfassungsmittel 38 Drucksensoren 39

auf, mit denen der Ist-Druck in der zugeordneten Arbeitskammer 29a, 29b erfassbar ist.

**[0062]** Die Ventilantriebsvorrichtung 70 umfasst ferner eine Vergleichereinrichtung 40, die - wie in **Fig. 2** gezeigt - Bestandteil einer elektronischen Steuereinrichtung 41 ist.

**[0063]** Die elektronische Steuereinrichtung kann über eine Kommunikationsschnittstelle mit einer übergeordneten Steuerung verbunden sein. Eine Anbindung an eine Datencloud ist möglich.

**[0064]** Die Vergleichereinrichtung 40 weist einen elektronischen Speicher auf, in dem Endpositionen des Antriebskolbens 28 und eine Maximal-Betätigungskraft abspeicherbar oder abgespeichert sind. Ferner sind im elektronischen Speicher Parameter verschiedener Arten von Ventilantrieben 25, im Beispielsfall doppelwirkender Linearantriebe, abspeicherbar oder abgespeichert sind. Im Falle eines doppelt wirkenden Linearantriebs umfassen Parameter eine der ersten Arbeitskammer 29a zugeordnete Kolbenfläche des Antriebskolbens 28 und zusätzlich die der zweiten Arbeitskammer 29b zugeordnete Kolbenfläche, um daraus mit Hilfe des erfassten Ist-Drucks eine Ist-Betätigungskraft zu ermitteln.

**[0065]** Wie insbesondere in **Fig. 2** gezeigt, sind die Drucksensoren 39a, 39b in der Lage, den Ist-Druck in der zugeordneten Arbeitskammer 29a, 29b zu erfassen und anhand eines dem erfassten Ist-Drucks zugeordneten Drucksensor-Sensorsignals 42, 46 an die Vergleichereinrichtung 40 zu übertragen. In der Regel umfassen die Drucksensoren 39a, 39b jeweils einen P/U-Wandler, der den erfassten Ist-Druck in ein elektronisches Sensorsignal umwandelt, das insbesondere drahtlos an die Vergleichereinrichtung 40 übertragen wird.

**[0066]** Die Kraftüberwachung am Ventilantrieb 25 am Beispielsfall doppelwirkender Linearantrieb läuft folgendermaßen ab:

In Abhängigkeit des verwendeten Linearantriebs wird eine für den Antriebskolben 28 zulässige Maximal-Betätigungskraft festgelegt und im elektronischen Speicher hinterlegt.

**[0067]** Als Nächstes müssen die Endpositionen des Antriebskolbens 28 ermittelt werden, die dann im elektronischen Speicher als Grundlage für die Kraftüberwachung im Regelbetrieb dienen.

**[0068]** Hierzu wird eine Initialisierungsfahrt durchgeführt. Bei der Initialisierung wird zunächst eine der beiden Arbeitskammern mit Fluiddruck beaufschlagt. Der Ist-Druck in der fluiddruckbeaufschlagten Arbeitskammer 29a wird durch den zugeordneten Drucksensor 39a überwacht und die Werte des Ist-Drucks werden über erste Drucksensor-Sensorsig-

nale 42 an die Vergleichereinrichtung 40 übermittelt. Dort findet über die abgespeicherte Kolbenfläche eine Umrechnung in eine Ist-Betätigungskraft statt. Die Ist-Betätigungskraft wird mit einer abgespeicherten zulässigen Maximal-Betätigungskraft verglichen. Liegt die Ist-Betätigungskraft über der abgespeicherten Maximal-Betätigungskraft wird die Position des Antriebskolbens, bei der eine Überschreitung der Maximal-Betätigungskraft stattgefunden hat als erste Endposition im elektronischen Speicher hinterlegt.

**[0069]** Anschließend wird die zuvor fluiddruckbeaufschlagte Arbeitskammer 29a entlüftet und die andere Arbeitskammer 29b wird mit Druckfluid beaufschlagt. Der Antriebskolben 28 bewegt sich nun in die entgegengesetzte Richtung. Der Ist-Druck in der anderen Arbeitskammer 29b wird durch den zugeordneten Drucksensor 39b überwacht und die Werte des Ist-Drucks werden über zweite Drucksensor-Sensorsignale 46 an die Vergleichereinrichtung 40 übermittelt. Dort findet über die abgespeicherte Kolbenfläche eine Umrechnung in eine Ist-Betätigungskraft statt. Die Ist-Betätigungskraft wird mit einer abgespeicherten zulässigen Maximal-Betätigungskraft verglichen. Liegt die Ist-Betätigungskraft über der abgespeicherten Maximal-Betätigungskraft wird die Position des Antriebskolbens, bei der eine Überschreitung der Maximal-Betätigungskraft stattgefunden hat als zweite Endposition im elektronischen Speicher hinterlegt.

**[0070]** Im Regelbetrieb wird der Ist-Druck der jeweils mit Druckfluid beaufschlagten Arbeitskammer 29a, 29b mit dem jeweils zugeordneten Drucksensor 39a, 39b überwacht und die Werte des Ist-Drucks werden über erste oder zweite Drucksensor-Sensorsignale 42, 46 an die Vergleichereinrichtung 40 übermittelt. Dort findet über die abgespeicherte Kolbenfläche eine Umrechnung in eine Ist-Betätigungskraft statt. Die Ist-Betätigungskraft wird mit der abgespeicherten zulässigen Maximal-Betätigungskraft verglichen. Liegt die Ist-Betätigungskraft unter der abgespeicherten Maximal-Betätigungskraft liegt kein Fehler vor und es besteht kein Bedarf einzugreifen.

**[0071]** Beim Beaufschlagen der Arbeitskammern 29a, 29b mit Druckluft, kommt es zu einem charakteristischen Verlauf des Ist-Drucks über den Verfahrensweg bis zur gewünschten Endstellung bzw. Endposition. Zunächst steigt der Ist-Betriebsdruck an, da der Antriebskolben 28 zunächst in Bewegung gesetzt werden muss und gegebenenfalls Stick-Slip-Effekte des Antriebskolbens 28 zu überwinden sind. Aber auch diese anfängliche Druckspitze des Ist-Drucks und der daraus resultierenden Spitze der Betätigungskraft liegt unter der abgespeicherten Maximal-Betätigungskraft, so dass der Druckaufbau fortgeführt wird. Danach fällt der Ist-Druck wieder ab, da sich beispielsweise der Antriebskolben 28 nach

rechts bewegt und dadurch das Volumen der ersten Arbeitskammer 29a größer wird.

**[0072]** Wird nun im Regelbetrieb eine Überschreitung der Maximal-Betätigungskraft detektiert und befindet sich der Antriebskolben 28 nicht in einer der beiden Endpositionen, wird dies als Störung eingestuft. Im Falle einer Prozessvorrichtung mit Ventilglied kann dies beispielsweise auf ein Hindernis im Verfahrensweg des Ventilglieds hindeuten. Tritt diese Situation auf, gibt die elektronische Steuereinrichtung ein Abschaltsignal aus.

**[0073]** Tritt hingegen in einer der Endpositionen der zu erwartende Kraftanstieg nicht auf, so deutet dies auch auf eine Störung hin, beispielsweise könnte die Ventildichtung am Ventil Sitz des Ventilglieds beschädigt sein oder gar fehlen. Im letztgenannten Fall fährt der Antriebskolben 28 über die festgelegte Endposition hinaus, da aufgrund des Fehlens der Dichtung der Verfahrensweg des Ventilglieds bis zum Anschlag länger ist.

**[0074]** Während der Initialisierungsfahrt ist es auch möglich, den Kraftverlauf der auf den Antriebskolben wirkenden Betätigungskraft von der einen zur anderen Endposition zu ermitteln. Weicht im Regelbetrieb die Ist-Betätigungskraft von dem Kurvenverlauf ab, kann dies auch auf eine Störung hindeuten, beispielsweise bei einer Kurve der Ist-Betätigungskraft, die über der bei der Initialisierung ermittelten Soll-Kurve liegt, könnte dies auf erhöhte Reibung schließen lassen.

**[0075]** Die Positionsüberwachungseinrichtung 60 umfasst eine Wegmessenheit 43, die wenigstens einen Permanentmagneten 49, der am Antriebskolben 28 angeordnet ist, aufweist. Die Wegmessenheit 43 ist insbesondere zur berührungslosen Wegmessung, beispielsweise induktiven oder kapazitiven Wegmessung, eingerichtet.

**[0076]** Ferner umfasst die Wegmessenheit 43 einen streifenartigen Wegmesssensor 50 der sich über den Verfahrensweg des Antriebskolbens 28 erstreckt. Der streifenartige Wegmesssensor 50 kann beispielsweise in das Antriebsgehäuse 27 der Antriebseinheit 23 integriert sein.

**[0077]** Durch die Lage des Permanentmagneten 49 in Bezug zu dem streifenartigen Wegmesssensor 50 lässt sich die Ist-Position des Antriebskolbens 28 erfassen. Der Wegmesssensor 50 ist in der Lage, Wegmesssensor-Sensorsignale 70 an die Vergleichereinrichtung 40 auszugeben.

**[0078]** Die Ventilantriebsvorrichtung 70 besitzt ferner eine Vibrationsüberwachungseinrichtung 48, mit der sich axiale Vibrationen der Betätigungsstange 22 überwachen lassen.

**[0079]** Im Falle von axialen Vibrationen der Betätigungsstange 22 kommt es zu einer Vielzahl von Positionsänderungen des Antriebskolbens 28, die über die Vergleichereinrichtung 40 detektiert werden können. Solche axialen Vibrationen der Betätigungsstange 22 können vor allem dann auftreten, wenn sich das Ventilglied in der Nähe seiner Schließstellung befindet und abströmendes Prozessmedium, beispielsweise durch die am Behälterboden 19 befindliche Austrittsöffnung 16 dafür sorgt, dass das Ventilglied in Richtung der Schließstellung bewegt wird. Da dies jedoch eine Fehlfunktion ist, wird dies durch die elektronische Steuerung beziehungsweise Regelung ausgeglichen, was zu einer Rückstellung des Ventilglieds in seine Ausgangsstellung führt. Jedoch tritt die Sogwirkung dann unmittelbar wieder auf und verlagert das Ventilglied erneut in Richtung der Schließstellung. Somit treten axiale Schwingungen auf, die die Betätigungsstange 22 beschädigen können. Durch die Vibrationsüberwachungseinrichtung mit der Wegmessenheit 43 besteht die Möglichkeit, dies zu verhindern. Als Gegenmaßnahme könnte beispielsweise der Druck in beiden Arbeitskammern 29a, 29b erhöht werden, um die Steifigkeit der Luftfeder zu erhöhen.

**[0080]** Die Ventilantriebsvorrichtung 70 besitzt ferner eine Betriebsdrucküberwachungseinrichtung 75 zur Überwachung einer Steuerventileinrichtung 31 zugeführten Betriebsdrucks. Wie schematisch in **Fig. 2** gezeigt, weist die Betriebsdrucküberwachungseinrichtung 75 Druckerfassungsmittel auf, die wenigstens einen Drucksensor 54 zur Erfassung des Ist-Betriebsdrucks umfassen.

**[0081]** Es ist ferner möglich, dass dem Ventilantrieb 25 eine Wartungseinheit 55 zugeordnet ist, die einen Druckregler besitzt, über den von einer Druckquelle stammender Versorgungsdruck auf den in der Regel zwischen 6bar und 8bar liegenden Betriebsdruck gemindert werden kann. Der Drucksensor zur Überwachung des Ist-Betriebsdrucks befindet sich zweckmäßigerweise in der Betriebsdruck-Zuführung 56 und gibt Drucksensor-Sensorsignale 57 an die Vergleichereinrichtung 40 aus. Dort findet ein Vergleich mit einem zulässigen Mindest-Betriebsdruck und einem zulässigen Maximal-Betriebsdruck statt, wobei bei Unterschreitung des Mindest-Betriebsdrucks oder Überschreitung des Maximal-Betriebsdrucks ein Diagnosesignal 44 ausgegeben wird. Bei Unterschreitung des Mindest-Betriebsdrucks kann beispielsweise der Druckregler der Wartungseinheit 55 derart angesteuert werden, dass der Betriebsdruck auf einen zulässigen Wert erhöht wird.

**[0082]** Die Prozessvorrichtung 11 umfasst ferner eine Spannungsversorgungs-Überwachungseinrichtung 58 zur Überwachung der Spannungsversorgung der elektronischen Komponente der Prozessvorrichtung, insbesondere der Eingangsspannung



der Steuerventileinrichtung 31. Die Spannungsversorgungs-Überwachungseinrichtung 58 ist in der Lage, Sensorsignale 59 an die Vergleichereinrichtung auszugeben, in der eine Mindest-Spannung abgespeichert ist. Unterschreitet die festgestellte Ist-Versorgungsspannung die Mindest-Versorgungsspannung können entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Auch kann hierdurch zuverlässig ein Stromausfall detektiert werden.

**[0083]** Zur Positionsüberwachungseinrichtung 60 gehört ferner eine Zeitmesseinrichtung 61, über die die Erfassung der Verfahr-Zeit, die der Antriebskolben 28 benötigt, um zwischen der Ist-Position in eine neue Soll-Position verfahren zu werden, möglich ist, wobei die Verfahr-Zeit an die Vergleichereinrichtung mittels entsprechender Sensorsignale 62 übertragbar ist, um einen Vergleich mit einer vorgegebenen Maximal-Verfahrzeit durchzuführen, bei dessen Überschreitung ein Diagnosesignal 44 ausgebbar ist. Die Überschreitung der Mindest-Verfahrzeit kann beispielsweise dadurch verursacht werden, dass im Verfahrweg des Ventilglieds 21 Hindernisse vorhanden sind, die die Bewegung des Ventilglieds verlangsamen. Ferner kann eine langsame Verfahrzeit, die unter der Mindest-Verfahrzeit liegt, auch auf Verschleiß am Antriebskolben hin deuten.

**[0084]** Wie insbesondere in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt, sind die Steuerventileinrichtung 31 und die elektronische Steuereinrichtung 41 zu einer Steuerbaugruppe zusammengefasst. Die Steuerbaugruppe kann beispielsweise zentral in einem Schaltschrank 62 untergebracht sein.

### Patentansprüche

1. Ventilantriebsvorrichtung, mit einem fluidbetätigten Ventilantrieb (25), der eine Antriebseinheit (23) aufweist, die ein Gehäuse-Innenraum (26) definierendes Antriebsgehäuse (27) aufweist, in dem ein Antriebskolben (28) des Antriebsglieds (24) beweglich aufgenommen ist und den Gehäuse-Innenraum (26) in zwei Arbeitskammern (29a, 29b) unterteilt, von denen wenigstens einer fluidbeaufschlagbar ist, mit einer Kraftüberwachungseinrichtung (37) zur Überwachung der auf den Antriebskolben (28) einwirkenden mittels Fluiddruck erzeugten Betätigungskraft, mit einer Positionsüberwachungseinrichtung (60) zur Überwachung der Position des Antriebskolbens (28) und mit einer elektronischen Steuereinrichtung (41) zur Ansteuerung des Ventilantriebs (25) auf Basis der durch die Kraftüberwachungseinrichtung (37) und Positionsüberwachungseinrichtung (60) bereitgestellten Kraft- und Positionsdaten.

2. Ventilantriebsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektronische Steuereinrichtung eine Vergleichereinrichtung (40)

besitzt, die einen elektronischen Speicher aufweist, in dem Endpositionen des Antriebskolbens (28) und eine Maximal-Betätigungskraft abspeicherbar oder abgespeichert sind, und wobei durch die Vergleichereinrichtung (40) eine mittels der Kraftüberwachungseinrichtung (37) ermittelte Ist-Betätigungskraft mit der Maximal-Betätigungskraft und eine mittels der Positionsüberwachungseinrichtung (60) ermittelten Ist-Position des Antriebskolbens (28) mit den Endpositionen vergleichbar sind.

3. Ventilantriebsvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektronische Steuereinrichtung (41) derart eingerichtet ist, dass bei Überschreitung der Maximal-Betätigungskraft und einer Ist-Position ungleich den Endpositionen ein Abschaltsignal für den Ventilantrieb (25) ausgegebbar ist.

4. Ventilantriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kraftüberwachungseinrichtung (37) Druckerfassungsmittel (38) zur Erfassung des in der zugeordneten Arbeitskammer (29a, 29b) herrschenden Arbeitsdrucks aufweist.

5. Ventilantriebsvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckerfassungsmittel (38) wenigstens einen Drucksensor (39) aufweisen, mit dem der Ist-Druck in der zugeordneten Arbeitskammer (29a, 29b) erfassbar und anhand eines dem erfassten Ist-Drucks zugeordneten Drucksensor-Sensorsignals an die Vergleichereinrichtung (40) übertragbar ist.

6. Ventilantriebsvorrichtung einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass im elektronischen Speicher der Vergleichereinrichtung (40) Parameter verschiedener Arten von Ventilantrieben (25) abspeicherbar oder abgespeichert sind, wobei die Parameter eine der ersten Arbeitskammer (29a) zugeordnete Kolbenfläche des Antriebskolbens (28) und ggf. bei doppeltwirkenden Linearantrieben (25) zusätzlich die der zweiten Arbeitskammer (29b) zugeordnete Kolbenfläche umfassen, um daraus mit Hilfe des erfassten Ist-Drucks eine Ist-Betätigungskraft zu ermitteln.

7. Ventilantriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ventilantrieb (25) als Linearantrieb oder als Drehantrieb ausgebildet ist.

8. Ventilantriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Steuerventileinrichtung (31) zum Erzeugen einer Antriebsbewegung des Antriebskolbens (28) .

9. Ventilantriebsvorrichtung nach Anspruch 8, **gekennzeichnet durch** eine Betriebsdrucküberwa-

chungseinrichtung (53) zur Überwachung des der Steuerventileinrichtung (41) zugeführten Betriebsdrucks.

10. Ventilantriebsvorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Betriebsdrucküberwachungseinrichtung (53) insbesondere wenigstens einen Drucksensor (54) aufweisende Druckerfassungsmittel zur Erfassung des Ist-Betriebsdrucks aufweist, wobei der erfasste Ist-Betriebsdruck an die Vergleichereinrichtung (40) übertragbar ist, um einen Vergleich mit einem zulässigen Mindest-Betriebsdruck und einem zulässigen Maximal-Betriebsdruck durchzuführen und bei Unterschreitung des Mindest-Betriebsdrucks oder Überschreitung des Maximal-Betriebsdrucks ein Diagnosesignal auszugeben.

11. Ventilantriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Spannungsversorgungs-Überwachungseinrichtung (58) zur Überwachung der Spannungsversorgung der elektronischen Komponenten der Ventilantriebsvorrichtung, insbesondere der Eingangsspannung der Steuerventileinrichtung (41).

12. Ventilantriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Positionsüberwachungseinrichtung (60) eine Wegmesseinheit (43) zur Bestimmung der Ist-Position des Antriebskolbens (28) entlang seines Fahrwegs aufweist.

13. Ventilantriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Positionsüberwachungseinrichtung (60) eine Zeitmesseinrichtung (61) aufweist, über die die Bestimmung der Fahrzeit, die der Antriebskolben (28) benötigt, um zwischen der Ist-Position in eine neue Soll-Position verfahren zu werden, möglich ist, wobei die Fahrzeit an die Vergleichereinrichtung (40) übertragbar ist, um einen Vergleich mit einer vorgegebenen Maximal-Fahrzeit durchzuführen, bei dessen Überschreitung ein Diagnosesignal ausgebenbar ist.

14. Ventilantriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **gekennzeichnet durch** eine der Steuerventileinrichtung (31) vorgeschalteten Wartungseinheit (55), die einen Druckregler aufweist zur Regelung eines von einer Druckquelle stammenden Versorgungsdrucks auf den Betriebsdruck.

15. Ventilanordnung, mit einer von Prozessmedium durchströmbar Ventilarmatur (12), in dem ein eine Durchströmöffnung (16) umgebender Ventilsitz (17) angeordnet ist, dem ein an einer Betätigungsstange angeordnetes Ventilglied (21) derart zugeordnet ist, dass das Ventilglied (21) mittels

eines Stellhubs der Betätigungsstange zwischen einer Absperrstellung, in der das Ventilglied (21) prozessmediumdicht dichtend am Ventilsitz (17) anliegt, und einer Offenstellung, in der das Ventilglied (21) vom Ventilsitz (17) abgehoben ist, bewegbar ist, und mit einer Ventilantriebsvorrichtung (70) zur Erzeugung des Stellhubs der Betätigungsstange, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ventilantriebsvorrichtung (70) nach einem der Ansprüche 1 bis 14 ausgebildet ist.

16. Verfahren zum Betreiben einer Ventilantriebsvorrichtung (70), die einen fluidbetätigten Ventilantrieb (25) besitzt, der eine Antriebseinheit (23) aufweist, die ein Gehäuse-Innenraum (26) definierendes Antriebsgehäuse (27) aufweist, in dem ein Antriebskolben (28) des Antriebsglieds (24) beweglich aufgenommen ist und den Gehäuse-Innenraum (26) in zwei Arbeitskammern (29a, 29b) unterteilt, von denen wenigstens einer fluiddruckbeaufschlagbar ist, wobei mit einer zur Ventilantriebsvorrichtung (70) gehörenden Kraftüberwachungseinrichtung (37) die auf den Antriebskolben (28) einwirkende mittels Fluiddruck erzeugte Betätigungskraft überwacht wird, mit einer zur Ventilantriebsvorrichtung (70) gehörenden Positionsüberwachungseinrichtung (60) die Position des Antriebskolbens (28) überwacht wird und mit einer zur Ventilantriebsvorrichtung (70) gehörenden elektronischen Steuereinrichtung (41) der Ventilantrieb (25) angesteuert wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektronische Steuereinrichtung (41) eine Vergleichereinrichtung (40) besitzt, die einen elektronischen Speicher aufweist, in dem Endpositionen des Antriebskolbens (28) und eine Maximal-Betätigungskraft abgespeichert werden oder abgespeichert sind, und wobei durch die Vergleichereinrichtung (40) eine mittels der Kraftüberwachungseinrichtung (37) ermittelte Ist-Betätigungskraft mit der Maximal-Betätigungskraft und eine mittels der Positionsüberwachungseinrichtung (60) ermittelten Ist-Position des Antriebskolbens (28) mit den Endpositionen verglichen werden.

18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektronische Steuereinrichtung (41) bei Überschreitung der Maximal-Betätigungskraft und einer Ist-Position ungleich den Endpositionen ein Abschaltsignal für den Ventilantrieb (25) ausgibt.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bestimmung der Endpositionen des Antriebskolbens (25) eine Initialisierungsfahrt durchgeführt wird, bei der in einer Startstellung befindliche Antriebskolben (28) mit einer durch Fluiddruck erzeugten Betätigungskraft beaufschlagt wird, so dass er in eine

erste Richtung bewegt wird, wobei die Position, bei der die auf den Antriebskolben (28) wirkende Betätigungskraft eine Maximal-Betätigungskraft überschreitet, was mit der Kraftüberwachungseinrichtung detektiert wird, als erste Endposition definiert wird.

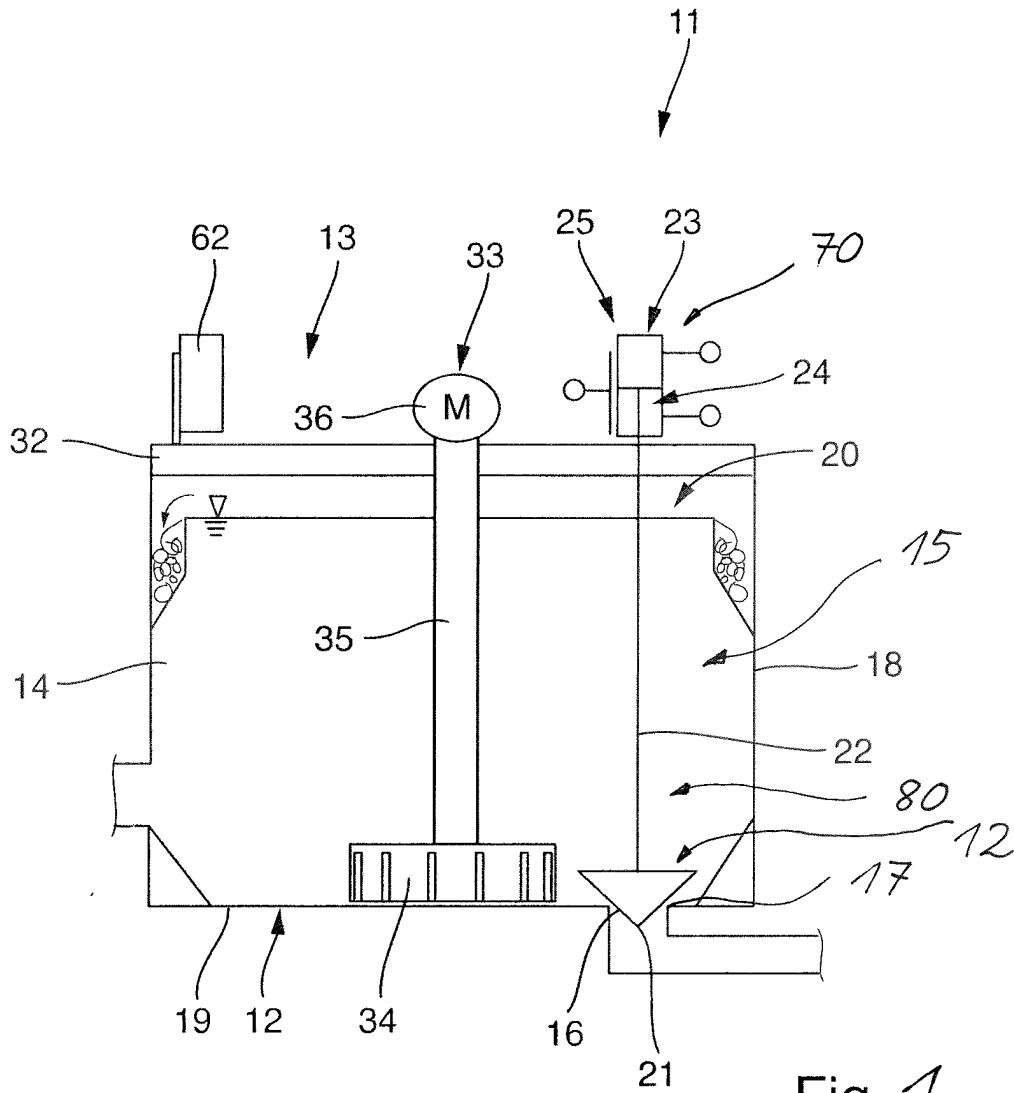
20. Verfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Falle der Ausbildung des Ventilantriebs (25) als einfach wirkender Ventilantrieb (25) die Startposition des Antriebskolbens (28) die zweite Endlage definiert.

21. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Falle der Ausbildung des Ventilantriebs (25) als doppelt wirkender Ventilantrieb (25) der Antriebskolben (28) mit einer durch Fluiddruck erzeugten Betätigungskraft beaufschlagt wird, so dass er in eine zur ersten Richtung entgegengesetzte zweite Richtung bewegt wird, wobei die Position, bei der die auf den Antriebskolben (28) wirkende Betätigungskraft eine Maximal-Betätigungskraft überschreitet was mit der Kraftüberwachungseinrichtung (37) detektiert wird, als zweite Endposition definiert wird.

22. Prozessvorrichtung, mit wenigstens einem ein Behältergehäuse (12) aufweisenden Prozessbehälter (13), der einen mit Prozessmedium (14) befüllbaren oder befüllten Prozessraum (15) aufweist, wobei das Behältergehäuse (13) wenigstens eine Austrittsöffnung (16) für Prozessmedium (14) aufweist und der Austrittsöffnung (16) ein mechanisch betätigtes Auslassventil (20) zur Steuerung des Öffnungsquerschnitts der Austrittsöffnung (16) zugeordnet ist, wobei das Auslassventil (20) ein Ventilglied (21) aufweist, das mit einer Betätigungsstange (22) verbunden ist, die Bestandteil einer Antriebseinheit (23) eines mit einem Antriebsglied (24) ausgestatteten fluidbetätigten Ventilantriebs (25) ist, wobei die Antriebseinheit (23) ein Gehäuse-Innenraum (26) definierendes Antriebsgehäuse (27) aufweist, in dem ein Antriebskolben (28) des Antriebsglieds (24) beweglich aufgenommen ist und den Gehäuse-Innenraum (26) in zwei Arbeitskammern (29a, 29b) unterteilt, von denen wenigstens einer fluidbeaufschlagbar ist, wobei der Antriebskolben (28) über Kopplungsmittel mit der Betätigungsstange (22) gekoppelt ist, und mit einer Steuerventileinrichtung (31) zum Erzeugen einer Antriebsbewegung des Antriebskolbens (24), und mit einer Kraftüberwachungseinrichtung (37) zur Überwachung einer auf das Ventilglied (21) ausgeübten Betätigungskraft und/oder einer Vibrationsüberwachungseinrichtung (48) zur Überwachung der im Betrieb auftretenden Vibrationen der Betätigungsstange (22).

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



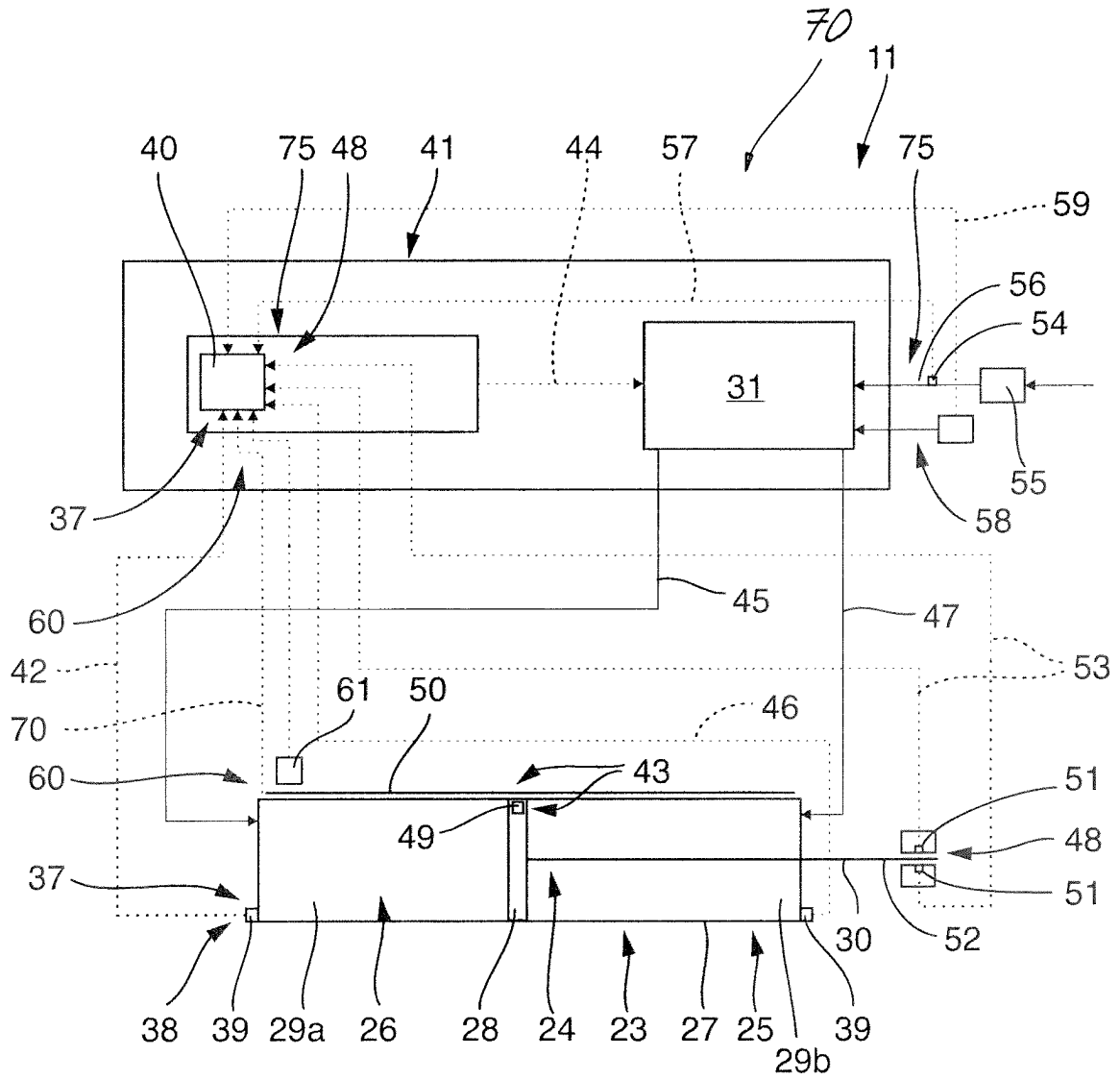


Fig. 2