



(11) **EP 2 339 182 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.03.2024 Patentblatt 2024/11

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04D 15/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10015729.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04D 15/0022; F04D 15/0066

(22) Anmeldetag: **16.12.2010**

(54) **VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUM REGELN EINER PROZESSFLUIDSTRÖMUNG**
METHOD AND ASSEMBLY FOR REGULATING A PROCESS FLUID FLOW
PROCÉDÉ ET AGENCEMENT DE RÉGLAGE D'UN FLUX DE FLUIDE DE PROCÉDÉ

(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

(30) Priorität: **23.12.2009 DE 102009060262**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.06.2011 Patentblatt 2011/26

(73) Patentinhaber:
• **Samson Aktiengesellschaft**
60019 Frankfurt (DE)
• **KSB SE & Co. KGaA**
67227 Frankenthal (DE)

(72) Erfinder:
• **Kiesbauer, Jörg**
64859 Eppertshausen (DE)

- **Vnuccec, Domagoj**
68549 Ilvesheim (DE)
- **Hoffmann, Dirk**
63067 Offenbach (DE)
- **Paulus, Thomas**
67227 Frankenthal (DE)
- **Oesterle, Manfred**
67227 Frankenthal (DE)

(74) Vertreter: **Schmid, Nils T.F.**
SKM-IP PartGmbB
Oberanger 45
80331 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 962 847 EP-A2- 1 126 178
BR-A- P10 603 403 DE-A1-102007 009 302
DE-A1-102007 010 768 US-A- 5 307 288

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 339 182 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zum Regeln einer Prozessfluidströmung in einer Prozessindustrie-Anlage, die auf dem technischen Gebiet der Chemie, Petrochemie, Gasverarbeitung, Pharmazie, Lebensmittel-, Zellstoff-, Papier-, Glas-, Stahl- und Zementherstellung oder dergleichen zum Einsatz kommt. Bei einer Prozessindustrie-Anlage laufen verfahrenstechnische Prozesse ab, in denen auf einen Hauptprozess betreffende Fluidströme kontinuierlich oder diskontinuierlich eingewirkt wird. Beispielsweise in chemischen Großanlagen, in Anlagen der Pharmaindustrie, der Stahlerzeugung und der Zementherstellung, der Müllverbrennungsanlage, Gießereien, etc. werden die Prozessfluidströme gebildet, die verfahrens- und betriebsgemäß nach bestimmten Regelgrößen, wie Temperatur, Durchflussmenge, einzustellen sind. In Prozessindustrie-Anlagen können auch Rohstoffe, wie Metall aus Erz, gewonnen werden. Das Rohmaterial eines Verarbeitungsprozesses kann dabei selbst das Produkt einer vorhergegangenen Prozessverarbeitung sein. Auch die Herstellung von Fertigprodukten oder die Wiedergewinnung von Rohstoffen aus Abfall und Müll fällt in das technische Gebiet der Verfahrenstechnik.

[0002] Zur Regelung eines Fluidstroms in einem Leitungsnetz einer Prozessindustrie-Anlage ist im Allgemeinen bekannt, sogenannte Feldgeräte oder Stellgeräte einzusetzen, die häufig als regelbare Stellventile ausgebildet sind. Durch ein Stellventil kann der Leitungsdurchlassquerschnitt eingestellt werden, um die Fluidströmung regelungsgemäß variieren zu können. Da ein Stellgerät einer verfahrenstechnischen Prozessindustrie-Anlage häufig in einer explosionsgefährdeten Umgebung angeordnet ist, wird das Stellgerät über einen pneumatischen Antrieb betätigt, der über einen Stellungsregler mit einem Strom-Druck-Wandler gesteuert ist. Der Stellungsregler erhält externe Soll-Positionssignale, um das Stellgerät regelungsgemäß zu stellen und somit die Prozessfluidströmung zu regulieren. Weiterhin empfängt der Stellungsregler Ist-Positionssignale von einem Positionssensor und enthält eigene Regelungsroutinen, um aus dem gewünschten Sollwert und der gemessenen Position ein Stellsignal für den pneumatischen Antrieb zu erzeugen.

[0003] Ein Nachteil einer Regelung der Prozessfluidströmung durch ein Stellventil besteht darin, dass das Stellventil als veränderlicher Strömungswiderstand arbeitet und dass, je enger der von dem Stellventil begrenzte Durchflussquerschnitt ist, desto größer die am Stellglied herrschende Druckdifferenz und desto größer auch der hinzunehmende Strömungsverlust wird. Es zeigt sich, dass jedes Stellgerät eine spezifische Funktionscharakteristik innehat und damit ein spezifisches Regelungsverhalten bietet. Ein besonders wichtiger Regelungsparameter ist die sogenannte Ventilautorität, die die Fähigkeit des Stellventils zur präzisen Regelung und Einstellung der gewünschten Prozessfluidströmung betrifft

und beispielsweise durch den Quotienten aus der Prozessfluid-Druckdifferenz am Stellventil bei vorhandenem Durchfluss zur erfahrungsgemäßen Druckdifferenz bei minimalem Durchfluss definiert ist. Wenn die Druckdifferenz am Stellventil zu klein wird, verschwindet die Fähigkeit, den Durchfluss präzise zu regeln und einzustellen. Es ist für eine funktionstüchtige Regelung deswegen notwendig, auf ausreichenden Differenzdruck am Stellventil, d.h. auf bestehende Ventilautorität zu achten.

[0004] Um die Prozessfluidströmung innerhalb des Leitungsnetzes der Prozessindustrie-Anlage zu erzeugen, ist eine Pumpe vorgesehen, welche aus Kosten- und Regelungsgründen üblicherweise in Prozessindustrieanlagen einen konstanten Fluiddruck zur Strömungserzeugung bereit stellt. Die Antriebskennzahl, wie die Drehzahl, der Pumpe einer Prozessindustrieanlage ist üblicherweise nicht veränderbar, weil die Einflussmöglichkeiten einer Pumpe auf die Prozessfluidströmung strömungsverbrauchend-spezifisch schwierig ist, insbesondere dann, wenn einer Pumpe mehrere Strömungsverbraucher auf unterschiedlichen Leitungsstrecken nachgeschaltet sind. Der Regelungsaufwand für eine drehgesteuerte Pumpe wäre in jeder Hinsicht sehr aufwendig.

[0005] In jüngster Zeit gibt es Entwicklungstendenzen auf dem Gebiet von Prozessindustrie-Anlagen, Stellventile durch eine individuell an Prozessverbraucher angepasste Pumpe mit einer Drehzahlregelung vollständig zu ersetzen. Beispielsweise DE 10 2007 053 948 A1 offenbart eine Anlage zur Regelung eines Flüssigkeitsstromes in einer Heizung, wobei statt eines Stellventils die Pumpe der Prozessindustrie-Anlage als Motor-Kreiselpumpe bedarfsgerecht regelbar ist.

[0006] BR PI0603 403 A offenbart ein System zum Regeln einer Prozessfluidströmung mit einem Drehzahlregler für eine Pumpe und einem Positionsregler für ein Steuerungsventil.

[0007] DE 10 2007 010 768 A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen des Pumpendurchflusses und zum Optimieren der Durchflussdaten mit einem PID - Regler.

[0008] Wie oben angedeutet, zeigte sich allerdings, dass eine prozessverbraucherindividuelle Regelung mit der Maßnahme des Ersatzes von Stellventilen durch eine Drehzahlregelung wenn überhaupt nur mit einem äußerst hohen Konstruktions-, Regelungs- und Energieaufwand möglich ist.

[0009] Es ist Aufgabe der Erfindung, die Nachteile des Stands der Technik zu überwinden, ein Verfahren und eine Anordnung zum Regeln einer Prozessfluidströmung bereitzustellen, mit der eine möglichst einfache, energieeffiziente Prozessfluidströmungsregelung ermöglicht ist, wobei Verschleiß an Leitungs- und Funktionselementen des Regelungssystems zu verhindern ist.

[0010] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale von Anspruch 1 gelöst. Danach ist ein Verfahren zum Regeln einer durch eine Pumpe erzeugten Prozessfluidströmung in einer Prozessindustrie-Anlage, wie einer che-

mischen oder petrochemischen Anlage, einer Pasteurisierung-Anlage, einer Brauerei, einer Anlage der Nahrungsmittelerzeugung, einer pharmazeutischen Anlage, etc. vorgesehen. Eine Soll-Durchflussmenge des Prozessfluids, die entweder durch eine interne Regelungsroutine eines Stellungsreglers oder von einer Prozessleitstelle stammt, wird durch Stellen eines Stellgeräts, wie eines Stellventils, in eine entsprechende Ventilstellung eingestellt, indem insbesondere ein Durchströmungsquerschnitt des Stellventils soll-regelungsgemäß eingestellt wird. Die tatsächlich vorhandene, momentane Ist-Ventilstellung, also insbesondere der Durchströmungsquerschnitt am Stellgerät, wird erfasst und außerdem eine weitere, physikalisch sensierbare, einen Prozessfluiddurchfluss am Stellventil betreffende Ist-Kenngröße, welche beispielsweise ein durch die Prozessfluidströmungsregelung am Stellventil beeinflussbarer Stellbeiwert, insbesondere ein Durchflusswert, sein kann, ermittelt und/oder sensiert wird. Gemäß der Erfindung wird in einer Bewertungsroutine sowohl die Ist-Kenngröße als auch die Ist-Ventilstellung gegenüber einem vorbestimmten Optimierungsparameter, insbesondere stellventilspezifischen Optimierungsparameter, wie einer Ventilautorität, einer optimierten Regelungsaktivität des Stellventils, einer optimierten Energieeffizienz, einer geringsten Stellventil-Drosselwirkung, einer zu erwartenden Verschleißsituation oder -prognose, bewertet. Bei einer durch die Bewertung festgestellten Abweichung von dem Optimierungsparameter wird die Antriebskennzahl, wie die Drehzahl, der die Prozessfluidströmung erzeugenden Pumpe und die Stellung des unter Umständen quer distal angeordneten Stellventils derart aufeinander abgestimmt, dass sich dem Optimierungsparameter angenähert wird, vorzugsweise der Optimierungsparameter tatsächlich eingenommen wird. Diese Abstimmung soll erfindungsgemäß derart stattfinden, dass die bezüglich der Soll-Durchflussmenge geregelte Durchflussmenge, insbesondere die Soll-Durchflussmenge, am Stellventil nicht geändert wird.

[0011] Erfindungsgemäß soll eine funktionale Abhängigkeit der Ist-Kenngröße von der Ist-Ventilstellung gegenüber einem vorbestimmten stellventilspezifischen Optimierungsparameter bewertet werden, der insbesondere ein aus Erfahrung bezüglich des Betriebs des Stellventils, der Pumpe und der prozesstechnischen Anlage gewonnener, physikalisch erfassbarer Betriebskennwert des Stellventils sein soll. Es stellte sich heraus, dass dieser Betriebskennwert optimiert werden kann, wenn als variable Größe sowohl die Ist-Ventilstellung als auch eine diesen Betriebskennwert betreffende, physikalisch erfasste Ist-Kenngröße verändert wird.

[0012] Die Ist-Kenngröße der Regelung kann durch verschiedene physikalische Größen gebildet sein. Mit der erfindungsgemäßen, solldurchflussmengen-neutralen Nachregelung der Antriebskennzahl und der Stellung des Stellgeräts ist es möglich, eine für die gewünschte Prozessfluidströmung unter Umständen Energie verschwendend arbeitende Pumpe, welche folglich auch

das Stellventil wegen eines zu hohen Differenzdrucks bezüglich Verschleiß unnötig stark beansprucht, abzuregulieren, wobei gleichzeitig durch Vergrößerung des Durchflussquerschnitts am Stellventil die Prozessfluidströmung hinsichtlich der Durchflussmenge unbeeinträchtigt bleibt. Erfindungsgemäß wird erreicht, weniger Energie für den Betrieb der Pumpe zu verbrauchen. Weiterhin ist es alternativ oder in Kombination mit der energieeffizienten Regelung möglich, den Verschleiß am Stellgerät deutlich zu verringern.

[0013] Bei einer Weiterbildung der Erfindung wird zwischen einem ersten Verfahrensschritt und einem zweiten Verfahrensschritt unterschieden. In dem ersten Verfahrensschritt werden die zu erreichenden Soll-Durchflussmengen am Stellventil durch ein entsprechendes Stellen des Stellventils erreicht, indem im Wesentlichen ausschließlich auf die Bedürfnisse der prozesstechnischen Anlage geachtet wird. In dem zweiten Verfahrensschritt werden die Antriebszahl der Pumpe sowie die Ventilstellung am Stellventil derart nachgeregt, dass sich dem Optimierungsparameter angenähert wird oder dieser eingenommen wird, ohne die im ersten Verfahrensschritt eingestellte Durchflussmenge zu verändern. Der erste und der zweite Verfahrensschritt kann je nach vorab eingestellter Priorität zeitlich nacheinander oder auch simultan durchgeführt werden. Insbesondere sei klar, dass die Einstellung der Soll-Durchflussmenge und der Abstimmung von der Antriebskennzahl und der Ventilstellung durch separate Regelungsroutinen oder auch einheitlich durchgeführt werden können.

[0014] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird eine Aus- oder Bewertoutine mit einem zulässigen, begrenzten Optimierungsbereich definiert, wobei im Falle, dass bei der Einstellung der Soll-Durchflussmenge der zulässige Optimierungsparameterbereich verlassen wird, die Abstimmung der Antriebskennzahl und der Ventilstellung derart erfolgt, dass der Optimierungsparameterbereich erreicht wird, ohne die auf die Soll-Durchflussmenge des Stellgeräts geregelte Durchflussmenge zu verändern.

[0015] Vorzugsweise wird der Optimierungsparameter oder Optimierungsparameterbereich durch eine aus Erfahrungswerten festgelegte Wertvorgabe, insbesondere eine Parameterober- und -untergrenze, vordefiniert. Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird die Ist-Kenngröße durch eine erfassbare oder messbare, das Strömungsverhalten des Prozessfluids am Stellventil charakterisierende, physikalische Größe, wie die Kavitationsintensität, festgelegt und definiert. Der dem Strömungsverhalten des Prozessfluids zugeordnete Optimierungsparameter kann beispielsweise eine optimierte Verfügbarkeit des Stellgeräts durch minimierten Verschleiß sein.

[0016] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung erfolgt im Falle, dass das Strömungsverhalten einen vorbestimmten kritischen Zustand überschreitet, die Optimierung, insbesondere die Nachregelung und/oder die Abstimmung, der Antriebskennzahl und der Ventil-

stellung des Stellgeräts im Hinblick auf den Optimierungsparameter.

[0017] Bei einer Weiterbildung der Erfindung sei klar, dass die erfindungsgemäße Bedingung, die auf die Soll-Durchflussmenge geregelte Durchflussmenge unverändert zu halten, wenn die Nachregelung und/oder Abstimmung der Ist-Ventilstellung mit der Ist-Antriebskennzahl einhergeht, aufgehoben sein soll, sollte es zu einer kritischen Notsituation insbesondere der prozesstechnischen Anlage kommen. Beispielsweise bei einer kritischen Abweichung von dem stellventilspezifischen Optimierungsparameter insbesondere selbst nach der erfindungsgemäßen Abstimmung oder Nachregelung werden die Antriebskennzahl sowie die Ventilstellung derart notgeregelt, dass zumindest zum Erreichen eines unkritischen Betriebszustands, insbesondere einer unkritischen Abweichung von dem Optimierungsparameter, die bezüglich der Soll-Durchflussmenge geregelte Durchflussmenge geändert wird. Wird der unkritische Betrieb für die prozesstechnische Anlage erreicht, kann erneut eine bezüglich des Optimierungsparameters funktionsoptimierende Einstellung der Ventilstellung sowie der Antriebskennzahl unternommen werden. Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird die Ist-Kenngröße durch den am Stellventil insbesondere zwischen dessen Eingang und dessen Ausgang herrschende Druckdifferenz der Prozessfluidströmung definiert und sensiert. Dabei kann der der Druckdifferenz zuordenbare Optimierungsparameter die Ventilautorität des Stellventils sein. Je höher der Differenzdruck der Prozessfluidströmung am Stellventil ist, desto höher ist der dort zu erwartende Verschleiß. Insofern kann auch der zu erwartende Verschleiß als Optimierungsparameter angesehen werden. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird also erreicht, das Oberziel der gewünschten Durchflussmenge zu halten, wobei auf eine präzise Regelung (Ventilautorität) und auf geringe Abnutzung des Stellventils durch die erfindungsgemäße Abstimmung geachtet wird.

[0018] Für den Fall, dass der Differenzdruck der Prozessfluidströmung am Stellventil im Hinblick auf den Optimierungsparameter zu gering oder zu hoch ist, wird zur Abstimmung die Antriebskennzahl derart eingestellt, insbesondere erhöht bzw. gesenkt, sowie die Ventilstellung derart geändert, insbesondere zugefahren bzw. aufgefahren, dass der Differenzdruck der Prozessfluidströmung am Stellventil im Hinblick auf dessen Optimierungsparameter optimiert ist.

[0019] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird die Ist-Kenngröße über eine insbesondere direkte Messung der Ist-Durchflussmenge insbesondere mittels eines Sensorpaares stromaufwärts und stromabwärts des Stellventils ermittelt und/oder sensiert. Der der Durchflussmenge zugeordnete Optimierungsparameter kann eine zu erwartende Verschleißsituation des Stellventils sein.

[0020] Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist die Ist-Kenngröße der Antriebsdruck eines auf das Stellventil

wirkenden Pneumatikantriebs, insbesondere ein Wertverhältnis zwischen einem Stellweg des Pneumatikantriebs oder des Stellventils und dem Antriebsdruck. Dabei kann der den Antriebsdruck zugeordnete Optimierungsparameter die Energieeffizienz bezüglich des Pneumatikantriebs und/oder die zu erwartende Verschleißsituation am Stellventil sein.

[0021] Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist die Ist-Kenngröße ein am Stellgerät erfasster Beschleunigungswert, wie ein Akustiksignal. Dabei kann der dem Beschleunigungswert zugeordnete Optimierungsparameter der am Stellventil vorliegende Verschleißzustand sein.

[0022] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist der Optimierungsparameter durch die Ventilautorität bestimmt. Die Ventilautorität beschreibt die Fähigkeit des Stellventils, ausreichend präzise regelnd in den Prozess einzugreifen und den Durchfluss durch Änderung der Ventilposition zu verändern. Die Ventilautorität definiert sich über den Quotienten aus der Druckdifferenz am Stellventil bei vorhandenem Durchfluss zu der Druckdifferenz bei minimal zulässigem Durchfluss. Der Optimierungsparameter Ventilautorität erfordert deswegen, dass der Differenzdruck am Stellventil nicht zu klein wird. Der Optimierungsparameter begrenzt auch den Verschleiß, weil Verschleißeffekte typischerweise mit geringerem Differenzdruck abnehmen.

[0023] Der Optimierungsparameter, Energieeffizienz, wirkt demgegenüber auf ein möglichst geringes Druckniveau am Ausgang der Pumpe hin. Jedoch sind die Einstellmöglichkeiten der Pumpendrehzahl nach unten begrenzt, weil Anlagenpumpen nur einen beschränkten Drehzahlbereich als Arbeitsbereich aufweisen.

[0024] Die verschiedenen Beobachtungs- und Optimierungsparameter führen entsprechend den vorgenannten Beispielen, je nach Betriebsfall und auftretenden Effekten, zu einer unterschiedlichen Veränderung der Drehzahl der Pumpe, um eine präzise Regelung, einen schadenfreien Betrieb des Stellventils, sowie hohe Energieeffizienz sicherzustellen.

[0025] Jedem Stellgerät kann eine eigene Ventilkennlinie zugeordnet sein. Diese ist aus Erfahrungswerten und der Einhaltung definierter Fertigungstoleranzen vorab festlegbar. Wird nun verfahrensgemäß festgestellt, dass der Stellbeiwert der Regelung im Hinblick auf die ermittelte Stellung des Stellgeräts nicht in einem optimalen Verhältnis steht, kann durch die solldurchflussmengen-neutrale Nachregelung der Antriebskennzahl und der Stellung des Stellgeräts mittels Einstellung der Antriebskennzahl der Pumpe und Nachjustierung des Stellventils der gewünschte Differenzdruck am Stellgerät für die gewünschte Soll-Durchflussmenge eingestellt werden, so dass bezüglich des verwendeten Optimierungsparameters optimale Betriebsbedingungen am Stellgerät vorliegen.

[0026] Die Erfindung betrifft auch eine Anordnung zum Regeln einer Prozessfluidströmung in einer Prozessindustrie-Anlage, so wie sie oben beschrieben ist. Die er-

findungsgemäße Anordnung umfasst eine Pumpe zum Erzeugen der Prozessfluidströmung und ein der Pumpe in Strömungsrichtung nachgeordnetes Stellventil zum Einstellen eines Durchströmungsquerschnitts.

[0027] Des Weiteren hat die Anordnung eine Durchflussmengenregelung, gemäß der eine Ventilstellung zum Erreichen der Soll-Durchflussmenge einstellbar ist und die eine Einrichtung zum Erfassen der Ist-Ventilstellung aufweist. Erfindungsgemäß ist die Pumpe zum Einstellen der Antriebskennzahl wie deren Drehzahl ausgelegt. Des Weiteren hat die Durchflussmengenregelung eine Einrichtung zum Erfassen wenigstens einer einen Prozessdurchfluss am Stellgerät betreffende Ist-Kenngröße. Gemäß der Erfindung bewertet die Durchflussmengenregelung die betreffende Ist-Kenngröße sowie die Ist-Ventilstellung gegenüber einem vorbestimmten, insbesondere stellventilspezifischen Optimierungsparameter, wie einer Ventilautorität, einer optimierten Regelleffizienz, insbesondere im Hinblick auf die Pumpe, einer geringsten Stellventildrosselung, etc. Bei einer Abweichung von dem Optimierungsparameter, welche Abweichung nicht vernachlässigbar klein ist, ist die Durchflussmengenregelung dazu ausgelegt, die Antriebskennzahl und die Ventilstellung derart aufeinander abzustimmen, dass sich dem Optimierungsparameter im Wesentlichen angenähert wird, insbesondere dass der Optimierungsparameter eingenommen wird. Dabei soll die bezüglich der Soll-Durchflussmenge geregelte Durchflussmenge nicht geändert werden.

[0028] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung umfasst die Regelungseinheit einen Stellungsregler, der ein Stellsignal an einen Stellantrieb des Stellgeräts abgibt, einen Antriebskennzahl-Regler, der das Antriebskennzahl-Regelsignal an die Pumpe abgibt, und einen mit dem Stellungsregler und dem Antriebskennzahl-Regler signalübertragungsgemäß verbundener Prozesshauptregler, der ein Solldurchflussmengensignal von einer Prozessleitstelle der Prozessindustrie-Anlage, ein Signal zur erfassten Ist-Kenngröße sowie ein Signal zur erfassten Ist-Ventilstellung empfängt, die Bewertung gegenüber dem Optimierungsparameter durchführt und das Antriebskennzahl-Nachregelsignal an die Pumpe und ein Stellregelsignal an den Stellungsregler abgibt.

[0029] Vorzugsweise ist die Einrichtung zum Erfassen der Ist-Kenngröße ein Durchflussmessgerät, mit dem die Durchflussmengenregelung, insbesondere der Stellungsregler oder der Prozesshauptregler, signalübertragungsgemäß verbunden sind, um ein Signal zur Durchflussmenge zu empfangen.

[0030] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist der Stellungsregler an dem Stellventil angebracht, wobei der Antriebskennzahl-Regler an der Pumpe angebracht ist und der Prozesshauptregler distal zum Stellungsregler und dem Antriebskennzahl-Regler positioniert ist.

[0031] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist der Stellungsregler mit dem Antriebskennzahl-

Regler signalübertragungsgemäß zum Empfangen des Antriebskennzahlsignals verbunden, wobei der Stellungsregler als Ist-Kenngrößenerfassungseinrichtung eine Einrichtung zum Feststellen der Verschleißlast des Stellventils aufweist. Der Stellungsregler gibt ein erstes Nachregelsignal zur Änderung der Ventilstellung und ein zweites Nachregelsignal zum Ändern der Antriebskennzahl direkt an den Antriebskennzahl-Regler bei Abstimmung der Nachregelsignale ab, so dass die Verschleißlast bei Gleichhaltung der Durchflussmengen am Stellventil reduziert wird.

[0032] Vorzugsweise ist zwischen dem Stellungsregler und dem Prozesshauptregler eine Signalübermittlung installiert, die als digitaler Feldbus mit bi-direktionaler Kommunikationstechnik ausgeführt ist.

[0033] Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist in der Nähe eines den Durchströmungsquerschnitt für das Prozessfluid begrenzenden Ventiliertes ein Beschleunigungssensor zum Bestimmen von Beschleunigungswerten an dem Ventiliertes als Ist-Kenngröße angeordnet. Die Beschleunigungswerte werden dem Stellungsregler zur Verschleißdiagnose zugeführt.

[0034] Es sei klar, dass die erfindungsgemäße Anordnung zur Realisierung des erfindungsgemäßen oben definierten Regelungsverfahrens ausgeführt ist.

[0035] In einer bevorzugten Ausführung betrifft die erfindungsgemäße Anordnung einen Stellungsregler für ein Stellgerät, wie ein Stellventil, zum Einstellen einer durch eine Pumpe erwirkte Prozessfluidströmung in einer Prozessindustrie-Anlage, so wie sie oben definiert ist.

[0036] Ein solcher Stellungsregler hat wenigstens einen Signaleingang zum Empfangen eines die Ist-Stellung des Stellventils zumindest ableitbaren Ist-Stellungssignals, zum Empfangen eines gewünschten Soll-Durchflussmengensignals am Stellventil und zum Empfangen einer einen Prozessfluiddurchfluss am Stellventil betreffenden Ist-Kenngröße. Des Weiteren hat der erfindungsgemäße Stellungsregler einen Signalausgang zum Abgeben eines Stellungsregelsignals. Zudem hat der Stellungsregler eine elektronische Auswerteinrichtung, wie einen Mikrorechner. Erfindungsgemäß ist der Stellungsregler zum Empfangen einer erfassten Ist-Antriebskennzahl, wie einer Ist-Drehzahl der Pumpe, ausgelegt. Des Weiteren erzeugt die Auswerteinrichtung anhand der Ist-Kenngröße, des Ist-Stellungssignals und eines gespeicherten Optimierungsparameters, wie einer optimierten Regelungsaktivität des Stellventils, einer optimierten Energieeffizienz, einer geringsten Stellventil-Drosselwirkung, einer Ventilautorität, ein Regelsignalaar zum Aufeinander abstimmen des Einstellen der Antriebskennzahl der Pumpe und der Ventilstellung. Der Stellungsregler ist zur Abgabe des Regelsignals signalübertragungsgemäß an die Pumpe koppelbar, so dass bei Gleichhalten der gegenüber der Soll-Durchflussmenge eingestellten Durchflussmenge sowohl die Stellung des Stellventils als auch die Antriebskennzahl der Pumpe im Hinblick auf den Optimierungsparameter eingestellt sind.

[0037] Bei einer Weiterbildung der Erfindung führt der

Stellungsregler eine Verschleißlastdiagnose am Stellventil durch und gibt gegebenenfalls das Antriebskennzahl-Regelsignal an die Pumpe ab, um die Antriebskennzahl zur Verschleißreduktion einzustellen, insbesondere zu erhöhen oder zu senken.

[0038] Vorzugsweise ist die Ist-Kenngrößenerfassungseinrichtung ein Durchflussmessgerät. Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist der Hauptprozessregler am Stellungsregler benachbart angeordnet. Dabei kann der Hauptprozessregler in das Gehäuse integriert sein. Zudem kann der Hauptprozessregler auch Teil des Stellungsreglers sein.

[0039] Es sei klar, dass der erfindungsgemäße Stellungsregler gemäß den Verfahrensmerkmalen des erfindungsgemäßen Verfahrens arbeiten kann.

[0040] Weitere Eigenschaften, Vorteile und Merkmale der Erfindung werden durch die folgende Beschreibung bevorzugter Ausführungen der erfindungsgemäßen Prozessströmungsregelungsanordnung deutlich, in denen zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Anordnung zur Regelung einer Prozessfluidströmung in einer ersten Ausführung;

Fig. 2 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Anordnung zur Regelung einer Prozessfluidströmung in einer zweiten Ausführung;

Fig. 3 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Anordnung zur Regelung einer Prozessfluidströmung in einer dritten Ausführung;

Fig. 4 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Anordnung zur Regelung einer Prozessfluidströmung in einer vierten Ausführung;

Fig. 5 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Anordnung zur Regelung einer Prozessfluidströmung in einer fünften Ausführung; und

Fig. 6 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Anordnung zur Regelung einer Prozessfluidströmung in einer sechsten Ausführung.

[0041] In der Figur 1 ist die erfindungsgemäße Anordnung zum Regeln einer Prozessfluidströmung in einer Anlage der Prozessindustrie zum Einsatz in der Prozessverfahrenstechnik im Allgemeinen mit der Bezugsziffer 1 versehen. Anlagen der Prozessindustrie sind beispielsweise chemische oder petrochemische Anlagen, Anlagen der Gasverarbeitung, der Pharmazie, von Lebensmitteln, Zellstoff, Papier, Glas, Stahl, und Anlagen der Zementherstellung.

[0042] Die erfindungsgemäße Anordnung 1 besteht im Wesentlichen aus drei Hauptkomponenten, nämlich einem als Stellventil ausgeführtem Feldgerät oder Stellgerät 3, einer Pumpe 5 zur Erzeugung der Prozessfluid-

strömung, welche durch die Pfeile s angedeutet ist, und einem Regelungssystem 7 bestehend aus einem Hauptprozessregler 11, einem Drehzahlregler 13, der an der Pumpe 5 angebracht ist, und einem Stellungsregler 15, der am Stellgerät 3 angeordnet ist.

[0043] Die Prozessfluidströmung s gelangt von der Pumpe 5 zu einem Stellventil 17, das über eine Stellstange 21 von einem pneumatischen Antrieb 23 betätigt ist. Von dem Stellventil 17 gelangt die Prozessfluidströmung s zu verschiedenen Verbrauchern auf separaten Leitungsstrecken 25, 27, n.

[0044] Der Hauptprozessregler 11 ist mit dem Drehzahlregler 13 über eine Signalleitung 31 signalübertragungsgemäß verbunden. Des Weiteren ist der Hauptprozessregler 11 mit dem Stellungsregler 15 über eine Kommunikationsleitung 33 signalübertragungsgemäß verbunden. Der Stellungsregler 15 überträgt Signale zur Prozessfluidströmung s sowie zum Betrieb des Stellgeräts 3 über eine Signalleitung 35 an den Hauptprozessregler 11. Insofern hat der Stellungsregler 15 einen Signaleingang zum Empfangen eines Stellsignals von dem Hauptprozessregler 11 sowie einen elektronischen Signalausgang zum Übertragen von bestimmten Betriebsfunktionssignalen an den Hauptprozessregler 11. Des Weiteren hat der Stellungsregler 15 einen pneumatischen Ausgang, über den ein I/P-Wandler (nicht dargestellt) mit dem pneumatischen Antrieb 23 verbunden ist. Hierzu ist eine Pneumatikleitung 37 vorgesehen.

[0045] Bei dem erfindungsgemäßen Regelungsverfahren wird nun in erster Linie nicht die Prozessfluidströmung s eingestellt, sondern der Arbeitszustand des Stellgeräts 3 insbesondere des Stellventils 17 bezüglich der Arbeitsleistung der Pumpe 5 optimiert, sodass weniger Energie notwendig ist, um die gewünschte Prozessfluidströmung s zu halten und um insbesondere Verschleißphänomene an dem Stellgerät 3 zu verringern.

[0046] Bei dem erfindungsgemäßen Regelungsverfahren erhält der Hauptprozessregler 11 von einer Leitwarte (nicht dargestellt) ein Solldurchflussmengensignal w, welches in dem Hauptprozessregler 11 gemäß einer Hauptregelroutine ausgewertet wird, indem ein Drehzahlsignal dem Drehzahlregler 13 über die Signalübertragungsleitung 31 übertragen wird, um die Pumpe anzusteuern. Gleichzeitig wird ein Stellsignal über die Kommunikationsleitung 33 dem Stellungsregler 15 zugeführt, der entsprechend das Stellventil 17 stellt.

[0047] Bei dem erfindungsgemäßen Regelungsverfahren gemäß einer Nachregelroutine wird nun ein Stellbeiwert oder Optimierungsparameter der Regelung am Stellgerät 3 ermittelt, der beispielsweise durch die Druckdifferenz am Stellventil 17, einem Verhältnis von Stellweg und pneumatischem Antriebsdruck des pneumatischen Antriebs 23, durch direkte Durchflussmengenerfassung oder durch Erfassung von Beschleunigungsschwingverhalten des Stellgeräts 3 definierbar ist.

[0048] Der Stellungsregler 15 überträgt den Stellbeiwert der Regelung sowie die Ist-Stellung des Stellventils

17 über die Kommunikationsleitung 35 an den Hauptprozessregler 11.

[0049] Dem Hauptprozessregler 11 liegen nun der Stellbeiwert der Regelung, die Ist-Stellung des Stellventils 17 sowie die Drehzahl der Pumpe 5 vor. Der Hauptprozessregler hat eine Nachregelungsroutine, die dazu ausgelegt ist, eine Auswertung durchzuführen, indem die oben genannten Werte im Hinblick auf einen vorab gespeicherten und festgelegten, stellgerätspezifischen Optimierungsparameter ausgewertet werden. Der Optimierungsparameter ist ein Auswertparameter, der sich von Stellgerät zu Stellgerät unterscheiden kann. Beispielsweise ist der Optimierungsparameter durch die Regelungsaktivität des Stellgeräts, einer optimierten Energieeffizienz, der Verschleißminimierung am Stellgerät oder einer geringsten Stellgerätdrosselwirkung bei einer bestimmten Prozessfluidströmung festgelegt.

[0050] Stellt nun der Hauptprozessregler 11 fest, dass zur Erreichung der gewünschten Soll-Durchflussmenge w der am Stellventil 17 herrschende Differenzdruck zu groß ist und/oder ein unnötig hoher Verschleiß an dem Stellventil 17 zu erwarten ist, initiiert der Hauptprozessregler 11 eine Nachregelung.

[0051] Die Nachregelung besteht darin, dass bei ungefährer Beibehaltung der gewünschten Prozessfluidströmung s gemäß dem Solldurchflussmengenwert w die Drehzahl 5 über den Drehzahlregler 13 niedergeregelt wird, während gleichzeitig der Durchflussquerschnitt des Stellventils 17 vergrößert wird. Auf diese Weise kann ein zu hoher Differenzdruck am Stellventil 17 und damit ein zu großer Verschleiß verhindert werden. Zudem wird die Energiebilanz der Prozessfluidströmungsregelung verbessert, als die Aufwandsenergie der Pumpe 5 deutlich reduziert werden kann, da die Drosselwirkung des Stellventils 17 verringert werden kann.

[0052] Die Ausführung gemäß Figur 2 unterscheidet sich von den Anordnung nach Figur 1 dadurch, dass ein Durchflusssensor 41 direkt die Durchflussmenge der Prozessfluidströmung erfasst, wobei das Ist-Durchflussmengensignal über eine Kommunikationsleitung 43 dem Stellungsregler 15 mitgeteilt wird.

[0053] Der Stellungsregler 15 überträgt das Ist-Durchflussmengensignal des Durchflussmengensors 41 über die Kommunikationsleitung 35 an den Hauptprozessregler 11. Es sei klar, dass die Durchflussmengenmessung auch ohne direkte Durchflusssensorik an dem Stellgerät 3 erfolgen kann, beispielsweise ist es möglich, den Durchfluss mittelbar über das obengenannte Verhältnis zwischen Stellweg und Antriebsdruck des pneumatischen Antriebs zu erfassen.

[0054] Da die Anordnung gemäß Figur 2 ansonsten gegenüber der Anordnung gemäß Figur 1 identisch ist, wird auf die weitere Beschreibung der ähnlichen oder identischen Elemente verzichtet, die auch in Figur 2 die gleichen Bezugszeichen wie in Figur 1 aufweisen.

[0055] Die Anordnung gemäß Figur 3 unterscheidet sich von der nach Figur 1 dadurch, dass eine direkte Kommunikationsleitung 51 zwischen dem Drehzahlreg-

ler 13 und dem Stellungsregler 15 vorgesehen ist. Zur einfachen Lesbarkeit der Figurenbeschreibung sind die gleichen oder ähnlichen Bauelemente der Anordnung nach Figur 3 mit denselben Bezugsziffern versehen.

[0056] Über die direkte Kommunikationsleitung 51 kann dem Stellungsregler 15 direkt das Ist-Drehzahlsignal des Drehzahlreglers 13 übertragen werden. Mit diesem Signal ist es dem Stellungsregler 15 möglich, eine Diagnose hinsichtlich des Verschleißes des Stellventils 17 durchzuführen. Sollte der Stellungsregler 15 ein größeres Verschleißverhalten am Stellventil 17 diagnostizieren, kann ein entsprechendes Signal über die Kommunikationsleitung 35 dem Hauptprozessregler 11 zugeführt werden, der daraufhin entsprechend dem erfindungsgemäßen Regelungsverfahren die Drehzahl der Pumpe sowie die Stellung des Stellventils 17 ändert, ohne die Prozessfluidströmung s zu beeinflussen.

[0057] Es sei klar, dass der Stellungsregler auch direkt (ohne den Umweg über den Hauptprozessregler 11) den Drehzahlregler 13 ansteuern kann, um die Drehzahl verschleißreduzierend zu senken.

[0058] Die Anordnung gemäß Figur 4 stellt eine Abwandlung zu der nach Figur 2 insofern dar, als der Durchflusssensor 41 nicht über den Stellungsregler 15 zu Diagnosezwecken gekoppelt ist, sondern direkt mit dem Hauptprozessregler 11, der auch die Diagnose hinsichtlich Verschleiß des Stellventils 17 durchführen kann. Auf diese Weise kann der Energieverbrauch des Stellungsreglers 15 reduziert werden, was unter Umständen aufgrund einer wegen Explosionsgefahr geringen Energieversorgung von Vorteil ist. Für die direkte Kommunikation zwischen dem Durchflussmengensensor 41 und dem Hauptprozessregler 11 ist eine weitere Kommunikationsleitung 53 vorgesehen.

[0059] Zur einfachen Lesbarkeit der Figurenbeschreibung sind für identische und ähnliche Bauelemente in den Figuren 2 und 4 die identischen Bezugsziffern verwendet.

[0060] Die Anordnung gemäß Figur 5 umfasst für die Signalübertragung zwischen dem Hauptprozessregler 11 und dem Stellungsregler 15 sowie dem Drehzahlregler 13 einen digitalen Feldbus, beispielsweise einen Foundation-Field-Bus oder Profi-Bus, mit dem eine bidirektionale Kommunikation zwischen den Reglern möglich ist, was durch die Doppelpfeile 55, 57 angedeutet ist.

[0061] Es sei klar, dass als Alternative zur Signalübertragung auch eine Kommunikation per Funksignal möglich ist.

[0062] Zur einfachen Lesbarkeit werden für die Anordnung gemäß Figur 1 und 5 für identische und ähnliche Bauelemente die gleichen Bezugsziffern verwendet.

[0063] Die Anordnung gemäß Figur 6 unterscheidet sich von der nach Figur 1 dadurch, dass an dem Stellventil insbesondere an der Stellstange 21 des Stellgeräts 3 ein Beschleunigungssensor 61 angeordnet ist, der Beschleunigungsmesswerte des Stellgeräts 3 erstellt. Die Signale der Beschleunigungswerte werden über die Leitung 63 dem Stellungsregler 15 zugeführt.

[0064] Der Stellungsregler 15 kann anhand von Erfahrungswerten und Beurteilungswerten den Verschleißzustand des Stellventils 17 ermitteln. Anhand des Ergebnisses des Verschleißzustands kann schließlich die Stellung des Stellventils 17 sowie die Drehzahl der Pumpe 5 optimal hinsichtlich Verschleiß und Energieverbrauch eingestellt werden.

[0065] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung - nicht dargestellt - ist der Hauptprozessregler in unmittelbarer Nähe des Stellungsreglers angeordnet oder in das Gehäuse des Stellungsreglers integriert. Stellungsregler und Hauptprozessregler bilden damit eine Einheit, die am Stellgerät angeordnet ist.

[0066] Zur einfacheren Lesbarkeit werden für die identischen und ähnlichen Bauelemente der Anordnungen nach Figuren 1 und 6 dieselben Bezugsziffern verwendet.

[0067] Durch die vorstehenden Beschreibung und die Figuren werden Eigenschaften, Vorteile und Merkmale der Erfindung deutlich. Der Schutzbereich der Erfindung ist jedoch nur durch die Ansprüche definiert.

Bezugszeichenliste

[0068]

1	Anordnung
3	Stellgerät
5	Pumpe
7	Regelungssystem
11	Hauptprozessregler
13	Drehzahlregler
15	Stellungsregler
17	Stellventil
21	Stellstange
23	pneumatischer Antrieb
25, 27	Leitungsstrecken
31	Signalleitung
33	Kommunikationsleitung
35	Signalleitung
37	Pneumatikleitung
41	Durchflusssensor
43	Kommunikationsleitung
51	Kommunikationsleitung
53	Kommunikationsleitung
55, 57	Doppelseite
61	Beschleunigungssensor
63	Leitung
s	Fluidströmung
w	Solldurchflussmengenwert

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln einer durch eine Pumpe (5) erzeugten Prozessfluidströmung in einer Prozessindustrie-Anlage, wie einer chemischen oder petrochemischen Anlage, einer Pasteurisanlage, einer

Brauerei, einer Anlage der Nahrungsmittelerzeugung oder einer pharmazeutischen Anlage, wobei eine Soll-Durchflussmenge des Prozessfluids an einem Stellventil (17) durch Stellen des Stellventils (17) in eine entsprechende Ventilstellung eingestellt wird und die Ist-Ventilstellung sensiert wird, wobei eine Prozessfluid-Durchfluss am Stellventil (17) betreffende Ist-Kenngröße ermittelt wird und sowohl die Ist-Kenngröße als auch die Ist-Ventilstellung gegenüber einem vorbestimmten Optimierungsparameter, wie einer Ventilautorität, einer optimierten Regelungsaktivität des Stellventils (17), einer optimierten Energieeffizienz oder einer geringsten Stellventildrosselwirkung, bewertet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer durch die Bewertung festgestellten Abweichung von dem Optimierungsparameter eine Antriebskennzahl, wie eine Drehzahl, der Pumpe (5) und die Ventilstellung derart aufeinander abgestimmt werden, dass sich dem Optimierungsparameter angenähert wird, insbesondere der Optimierungsparameter eingenommen wird, ohne die bezüglich der Soll-Durchflussmenge geregelte Durchflussmenge zu ändern, indem die Antriebskennzahl gesenkt und gleichzeitig die Ventilstellung weiter aufgefahren wird oder die Antriebskennzahl erhöht und gleichzeitig die Ventilstellung weiter zugefahren wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem ersten Verfahrensschritt die zu erreichende Soll-Durchflussmenge am Stellventil (17) durch entsprechendes Stellen des Stellventils (17) eingestellt wird und in einem zweiten Verfahrensschritt die Antriebskennzahl der Pumpe (5) sowie die Ventilstellung des Stellventils (17) derart nachgeregelt werden, dass sich dem Optimierungsparameter angenähert wird oder dieser eingenommen wird, ohne die im ersten Verfahrensschritt eingestellte Durchflussmenge zu ändern, wobei insbesondere der erste und zweite Verfahrensschritt zeitlich nacheinander oder simultan durchgeführt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Bewertoutine mit einem zulässigen, begrenzten Optimierungsparameterbereich vordefiniert wird, wobei im Falle, dass bei der Einstellung der Soll-Durchflussmenge der zulässige Optimierungsparameterbereich verlassen wird, die Abstimmung der Antriebskennzahl und der Ventilstellung derart erfolgt, dass der Optimierungsparameterbereich erreicht wird, ohne die auf die Soll-Durchflussmenge am Stellgerät (3) geregelte Durchflussmenge zu verändern, wobei insbesondere der Optimierungsparameterbereich durch eine aus Erfahrungswerten festgelegte Parameterober- und -untergrenze vordefiniert wird.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ist-Kenngröße eine erfassbare, das Strömungsverhalten des Prozessfluids charakterisierende, physikalische Größe, wie die Kavitationsintensität, an dem Stellventil (17) betrifft, wobei insbesondere der dem Strömungsverhalten des Prozessfluids zugeordnete Optimierungsparameter eine optimierte Energieeffizienz insbesondere im Hinblick auf eine Energiebilanz der Pumpe (5) und/oder des Stellventils (17) ist, wobei insbesondere im Falle, dass das Strömungsverhalten einen vorbestimmten kritischen Zustand überschreitet, die Optimierung, insbesondere die Nachregelung, der Antriebskennzahl und der Ventilstellung des Stellgeräts (3) erfolgt.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer kritischen Abweichung von dem Optimierungsparameter, insbesondere selbst nach der Abstimmung oder Nachregelung, die Antriebskennzahl der Pumpe (5) sowie die Ventilstellung derart notgeregelt werden, dass zumindest zum Erreichen einer unkritischen Abweichung von dem Optimierungsparameter die bezüglich der Soll-Durchflussmenge geregelte Durchflussmenge geändert wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ist-Kenngröße der am Stellventil (17), insbesondere zwischen dessen Eingang und Ausgang, herrschende Differenzdruck der Prozessfluidströmung ist, wobei insbesondere der dem Differenzdruck zugeordnete Optimierungsparameter die Ventilautorität des Stellventils (17) betrifft, wobei insbesondere im Falle, dass der Differenzdruck der Prozessfluidströmung am Stellventil (17) im Hinblick auf den Optimierungsparameter zu gering oder zu hoch ist, zur Abstimmung die Antriebskennzahl derart eingestellt, insbesondere erhöht bzw. abgesenkt, sowie die Ventilstellung derart geändert, insbesondere zugefahren bzw. ausgefahren, werden, dass der Differenzdruck der Prozessfluidströmung am Stellventil (17) im Hinblick auf dessen Optimierungsparameter optimiert ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ist-Kenngröße über eine insbesondere direkte Messung der Ist-Durchflussmenge insbesondere mittels Sensorik stromaufwärts und/oder stromabwärts des Stellventils (17) ermittelt wird, wobei insbesondere der der Ist-Durchflussmenge zugeordnete Optimierungsparameter eine zu erwartende Verschleißsituation des Stellventils (17) ist, und/oder dass die Ist-Kenngröße ein Antriebsdruck eines auf das Stellventil (17) wirkenden Pneumatikantriebs (23), insbesondere ein Wertverhältnis zwischen einem Stellweg des Stellventils (17) und dem Antriebsdruck, ist, wobei insbesondere der dem Antriebsdruck zugeordnete Optimierungsparameter die Energieeffizienz der gesamten Anlage, insbesondere der Pumpe (5), betrifft, und/oder dass die Ist-Kenngröße ein am Stellgerät (3) erfasster Beschleunigungswert, wie ein Akustiksignal, ist, wobei insbesondere der dem Beschleunigungswert zugeordnete Optimierungsparameter der am Stellventil (17) vorliegende Verschleißzustand ist.
8. Anordnung (1) zum Regeln einer Prozessfluidströmung in einer Prozessindustrie-Anlage, insbesondere einer chemischen oder petro-chemischen Anlage, einer Pasteurisier-anlage, einer Brauerei, einer Anlage der Nahrungsmittelerzeugung oder einer pharmazeutischen Anlage, wobei die Anordnung (1) eine Pumpe (5) zum Erzeugen der Prozessfluidströmung, ein der Pumpe (5) in Strömungsrichtung des Prozessfluids nachgeordnetes Stellventil (17), und eine Durchflussmengenregelung zum Einstellen einer Ventilstellung zum Erreichen der Soll-Durchflussmenge ausgelegt ist und eine Einrichtung zum Erfassen der Ist-Ventilstellung aufweist, wobei die Pumpe (5) zum Einstellen deren Antriebskennzahl, wie deren Drehzahl, ausgelegt ist, dass die Durchflussmengenregelung eine Einrichtung zum Erfassen wenigstens einer Prozessfluiddurchfluss am Stellgerät (3) betreffenden Ist-Kenngröße aufweist oder damit signalübertragungsgemäß verbindbar ist, dass die Durchflussmengenregelung zum Bewerten der betreffenden Ist-Kenngröße sowie der Ist-Ventilstellung gegenüber einem vorbestimmten Optimierungsparameter, wie einer Ventilautorität, einer optimierten Regelungsaktivität des Stellventils (17), einer optimierten Energieeffizienz oder einer geringsten Stellventildrosselwirkung, ausgelegt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchflussmengenregelung dazu ausgelegt ist, bei einer Abweichung von dem Optimierungsparameter, die Antriebskennzahl und die Ventilstellung derart aufeinander abzustimmen, dass sich dem Optimierungsparameter angenähert wird, insbesondere der Optimierungsparameter eingenommen wird, ohne die bezüglich der Soll-Durchflussmenge geregelte Durchflussmenge zu ändern, wobei die Durchflussmengenregelung dazu ausgelegt ist, die Antriebskennzahl zu senken und gleichzeitig die Ventilstellung weiter aufzufahren oder die Antriebskennzahl zu erhöhen und gleichzeitig die Ventilstellung weiter zuzufahren.
9. Anordnung (1) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchflussmengenregelung einen Stellungsregler (15), einen Antriebskennzahl-Regler (13) und einen mit dem Stellungsregler (15) und dem Antriebskennzahl-Regler (13) signalübertragungsgemäß verbundenen Hauptprozessregler

(11) umfasst, wobei der Stellungsregler (15) dazu ausgelegt ist ein Stellsignal an einen Stellantrieb des Stellventils (17) abzugeben, wobei der Antriebskennzahl-Regler (13) dazu ausgelegt ist ein Antriebskennzahl-Regelsignal an die Pumpe (5) abzugeben, und wobei der Hauptprozessregler (11) dazu ausgelegt ist, ein Soll-Durchflussmengensignal von einer Prozessleitstelle, ein Signal zur erfassten Ist-Kenngröße sowie ein Signal zur erfassten Ist-Ventilstellung zu empfangen, die Bewertung gegenüber dem Optimierungsparameter durchzuführen und das Antriebskennzahl-Nachregelsignal an die Pumpe (5) und ein Stellnachregelsignal an den Stellungsregler (15) abzugeben.

10. Anordnung (1) nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zum Erfassen der Ist-Kenngröße ein Durchflussmessgerät (41) ist, mit dem die Durchflussmengenregelung signalübertragungsgemäß verbunden ist, um ein Signal zur Durchflussmenge zu empfangen.

11. Anordnung (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zum Erfassen der Ist-Kenngröße ein Durchflussmessgerät (41) ist, mit dem die Durchflussmengenregelung, insbesondere der Stellungsregler (15) oder der Hauptprozessregler (11), signalübertragungsgemäß verbunden ist, um ein Signal zur Durchflussmenge zu empfangen, und/oder dass der Stellungsregler (15) an dem Stellventil (17) angebracht ist, der Antriebskennzahl-Regler (13) an der Pumpe (5) angebracht ist und der Hauptprozessregler (11) distal vom Stellungsregler (15) und dem Antriebskennzahl-Regler (13) positioniert ist.

12. Anordnung (1) nach Anspruch 9 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stellungsregler (15) mit dem Antriebskennzahl-Regler (13) signalübertragungsgemäß zum Empfangen des Antriebskennzahlsignals verbunden ist, wobei der Stellungsregler (15) als Ist-Kenngrößenerfassungseinrichtung eine Einrichtung zum Feststellen der Verschleißlast des Stellventils (17) aufweist, wobei insbesondere der Stellungsregler (15) dazu ausgelegt ist ein erstes Nachregelsignal zur Änderung der Ventilstellung und ein zweites Nachregelsignal zum Ändern der Antriebskennzahl direkt an den Antriebskennzahl-Regler (13) abzugeben, so dass die Verschleißlast bei Gleichhaltung der Durchflussmenge am Stellventil (17) reduziert wird.

13. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 9, 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Stellungsregler (15) und dem Hauptprozessregler (11) eine Signalübermittlung installiert ist, die als digitaler Feldbus mit bidirektionaler Kommunikationstechnik ausgeführt ist, und/oder dass in der Nähe

eines einen Durchströmungsquerschnitt für das Prozessfluid begrenzenden Ventilglieds ein Beschleunigungssensor (61) zum Bestimmen von Beschleunigungswerten am Ventilglied als Ist-Kenngrößen angeordnet ist, wobei der Beschleunigungssensor (61) insbesondere dazu ausgelegt ist, die Beschleunigungswerte dem Stellungsregler (15) zur Verschleißdiagnose zuzuführen.

Claims

- Method for controlling a process fluid flow generated by a pump (5) in a process industry plant, such as a chemical or petro-chemical plant, a pasteurization plant, a brewery, a food producing plant or a pharmaceutical plant, wherein a desired flow rate of the process fluid at a control valve (17) is set by moving the control valve (17) to a corresponding valve position and the actual valve position is sensed, wherein an actual characteristic variable relating to a process fluid flow rate at the control valve (17) is determined and the actual characteristic value as well as the actual valve position are evaluated with respect to a predetermined optimization parameter, such as a valve authority, an optimized control activity of the control valve (17), an optimized energy efficiency or a lowest control valve throttling effect, **characterized in that** in the event of a deviation from the optimizing parameter determined by the evaluation, a drive characteristic variable, such as a rotational speed, of the pump (5) and the valve position are matched to one another in such a way that the optimization parameter is approached, in particular the optimization parameter is reached, without changing the flow rate controlled with respect to the desired flow rate, **in that** the drive characteristic variable is lowered and at the same time the valve position is opened further or the drive characteristic variable is increased and at the same time the valve position is closed further.
- Method according to claim 1 **characterized in that** in a first method step, the desired flow rate to be reached at the control valve (17) is set by adjusting the control valve (17) accordingly, and in a second method step, the drive characteristic variable of the pump (5) as well as the valve position of the control valve (17) readjusted in such a way that the optimization parameter is approached or reached, without changing the flow rate set in the first method step, wherein in particular the first and second method step are carried out one after the other or simultaneously.
- Method according to claim 1 or 2 **characterized in that** an evaluation routine with an permissible, limited optimization parameter range is predefined,

wherein in the event that the permissible optimization parameter range is left when setting the desired flow rate, the matching of the drive characteristic variable and the valve position is carried out in such a way that the optimization parameter range is reached, without changing the flow rate controlled to the desired flow rate at the actuator (3), wherein in particular the optimization parameter range is predefined by an upper and lower parameter limit determined from empirical values.

4. Method according to one of the preceding claims **characterized in that** the actual characteristic variable relates to a detectable physical variable characterizing the flow behavior of the process fluid, such as the cavitation intensity, at the control valve (17), wherein in particular the optimization parameter associated with the flow behavior of the process fluid is an optimized energy efficiency in particular with regard to an energy balance of the pump (5) and/or the control valve (17), wherein in particular in the event that the flow behavior exceeds a predetermined critical state, the optimization, in particular the readjustment, of the drive characteristic variable and the valve position of the actuator (3) takes place.
5. Method according to one of the preceding claims **characterized in that** in the event of a critical deviation from the optimization parameter, in particular even after the matching or readjustment, the drive characteristic variable of the pump (5) as well as the valve position are emergency-controlled in such a way that at least to reach an uncritical deviation from the optimization parameter, the flow rate controlled with respect to the desired flow rate is changed.
6. Method according to one of claims 1 to 3 **characterized in that** the actual characteristic variable is the pressure difference of the process fluid flow prevailing at the control valve (17), in particular between its inlet and outlet, wherein in particular the optimization parameter associated with the pressure difference relates to the valve authority of the control valves (17), wherein in particular in the event that the pressure difference of the process fluid flow at the control valve (17) is too low or too high with regard to the optimization parameter, for matching the drive characteristic variable is set, in particular increased or lowered, as well as the valve position is changed, in particular closed or opened, in such a way that the pressure difference of the process fluid flow at the control valve (17) is optimized with regard to its optimization parameter.
7. Method according to one of claims 1 to 3 **characterized in that** the actual characteristic variable is determined by means of a particularly direct measurement of the actual flow rate in particular by means

of sensors upstream and/or downstream of the control valve (17), wherein in particular the optimization parameter associated with the actual flow rate is an expected wear situation of the control valve (17), and/or **in that** the actual characteristic variable is a drive pressure of a pneumatic drive (23) acting on the control valve (17), in particular a value ratio between a displacement of the control valve (17) and the drive pressure, wherein in particular the optimization parameter associated with the drive pressure relates to the energy efficiency of the entire plant, in particular the pump (5), and/or **in that** the actual characteristic variable is an acceleration value detected at the actuator (3), such as an acoustic signal, wherein in particular the optimization parameter associated with the acceleration value is the wear condition present at the control valve (17).

8. Arrangement (1) for controlling a process fluid flow in a process industry plant, in particular a chemical or petro-chemical plant, a pasteurization plant, a brewery, a food production plant or a pharmaceutical plant, wherein the arrangement (1) comprises a pump (5) for generating the process fluid flow, a control valve (17) arranged downstream of the pump (5) in the direction of flow of the process fluid, and a flow rate control, wherein the flow rate control is configured for setting a valve position for reaching the desired flow rate and comprises a device for detecting the actual valve position, wherein the pump (5) is configured for setting its drive characteristic variable, such as its rotational speed, that the flow rate control comprises a device for detecting at least one actual characteristic variable relating to a process fluid flow rate at the actuator (3) or can be connected thereto for signal transmission, that the flow rate control is configured for evaluating the respective actual characteristic variable as well as the actual valve position with respect to a predetermined optimization parameter, such as a valve authority, an optimized control activity of the control valve (17), an optimized energy efficiency or a lowest control valve throttling effect, **characterized in that** the flow rate control is designed to, in the event of a deviation from the optimization parameter, the drive characteristic variable and the valve position are matched to one another in such a way that the optimization parameter is approached, in particular the optimization parameter is reached, without changing the flow rate controlled with respect to the desired flow rate, wherein the flow rate control is designed to lower the drive characteristic variable and at the same time further open the valve position or to increase the drive characteristic variable and at the same time further close the valve position.
9. Arrangement (1) according to claim 8 **characterized in that** the flow rate control comprises a positioner

(15), a drive characteristic variable controller (13) and main process controller (11) connected to the positioner (15) and the drive characteristic variable controller (13) for signal transmission, wherein the positioner (15) is designed to emit a control signal to an actuator drive of the control valve (17), wherein the drive characteristic variable controller (13) is designed to emit a drive characteristic variable control signal to the pump (5), and wherein the main process controller (11) is designed to receive a desired flow rate signal from a process control station, a signal for the detected actual characteristic variable as well as a signal for the detected actual valve position, to carry out the evaluation with respect to the optimization parameter and to output the drive characteristic variable readjustment signal to the pump (5) and a position readjustment signal to the positioner (15).

10. Arrangement (1) according to claim 8 or 9 **characterized in that** the device for detecting the actual characteristic variable is a flow meter (41), to which the flow rate control is connected for signal transmission to receive a signal for the flow rate.

11. Arrangement (1) according to claim 9 **characterized in that** the device for detecting the actual characteristic variable is a flow meter (41), to which the flow rate control, in particular the positioner (15) or the main process controller (11), is connected for signal transmission to receive a signal for the flow rate, and/or that the positioner (15) is attached to the control valve (17), the drive characteristic variable controller (13) is attached to the pump (5) and the main process controller (11) is positioned distally from the positioner (15) and the drive characteristic variable controller (13).

12. Arrangement (1) according to claim 9 or 11 **characterized in that** the positioner (15) is connected to the drive characteristic variable controller (13) for signal transmission for receiving the drive characteristic variable signal, wherein the positioner (15) comprises a device for detecting the wear load of the control valve (17) as an actual characteristic variable detection device, wherein in particular the positioner (15) is designed to directly output a first readjustment signal for changing the valve position and a second readjustment signal for changing the drive characteristic variable to the drive characteristic variable controller (13), so that the wear load is reduced while maintaining the flow rate at the control valve (17).

13. Arrangement (1) according to one of claims 9, 11 or 12 **characterized in that** a signal transmission is installed between the positioner (15) and the main process controller (11), which is designed as digital field bus with bidirectional communication technology, and/or that an acceleration sensor (61) is ar-

ranged in the vicinity of a valve member limiting a flow cross-section for the process fluid for determining acceleration values at the valve member as actual characteristic variables, wherein the acceleration sensor (61) is in particular designed to supply the acceleration values to the positioner (15) for wear diagnosis.

10 Revendications

1. Procédé destiné à réguler une circulation de fluide de processus créée par une pompe (5) dans une installation industrielle de transformation, comme une installation chimique ou pétrochimique, une installation de pasteurisation, une brasserie, une installation de production de produits alimentaires ou une installation pharmaceutique, un volume de débit théorique du fluide de processus étant réglé sur une vanne de régulation (17) par réglage de la vanne de régulation (17) dans une position de vanne correspondante et la position de vanne réelle étant captée, une grandeur caractéristique réelle concernant un débit de fluide de processus sur la vanne de régulation (17) étant déterminée et aussi bien la grandeur caractéristique réelle qu'également la position de vanne réelle étant évaluées en rapport à un paramètre d'optimisation prédéterminé, tel qu'une autorité de vanne, une activité de régulation optimisée de la vanne de régulation (17), une efficacité énergétique optimisée ou un effet d'étranglement moindre de la vanne de régulation, **caractérisé en ce que** dans le cas d'un écart constaté lors de l'évaluation par rapport au paramètre d'optimisation, une grandeur caractéristique d'entraînement, telle qu'une vitesse de rotation de la pompe (5) et la position de la vanne sont adaptées l'une à l'autre, de sorte à se rapprocher du paramètre d'optimisation, notamment à adopter le paramètre d'optimisation sans modifier le volume de débit régulé au niveau du volume de débit théorique, **en ce que** la grandeur caractéristique d'entraînement est abaissée et simultanément la position de la vanne est encore ouverte ou la grandeur caractéristique d'entraînement est relevée et simultanément, la position de la vanne est encore fermée.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** dans une première étape de procédé, le volume de débit théorique sur la vanne de régulation (17) est réglé par positionnement correspondant de la vanne de régulation (17) et dans une deuxième étape de procédé, la grandeur caractéristique d'entraînement de la pompe (5), ainsi que la position de vanne de la vanne de régulation (17) sont réajustées, de sorte à se rapprocher du paramètre d'optimisation ou à adopter celui-ci, sans modifier le volume de débit réglé à la première étape de procédé, notam-

ment la première et la deuxième étapes de procédé étant réalisées successivement ou simultanément dans le temps.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**une routine d'évaluation avec une fourchette de paramètre d'optimisation limitée autorisée est prédéfinie, dans le cas où lors du réglage du volume de débit théorique, la fourchette de paramètre d'optimisation est quittée, l'adaptation de la grandeur caractéristique d'entraînement et de la position de la vanne étant effectuée de telle sorte que la fourchette de paramètre d'optimisation soit atteinte sans modifier le volume de débit réglé sur le volume de débit théorique sur l'unité de régulation (3), notamment la fourchette de paramètre d'optimisation étant prédéfinie par une limite supérieure et inférieure de paramètre fixée à partir de valeurs empiriques. 5 10
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la grandeur caractéristique réelle concerne une grandeur physique détectable, caractérisant le comportement circulaire du fluide de processus, telle que l'intensité de cavitation sur la vanne de régulation (17), notamment le paramètre d'optimisation affecté au comportement circulaire du fluide de processus étant une 20 25
efficacité énergétique optimisée, notamment en ce qui concerne un bilan énergétique de la pompe (5) et / ou de la vanne de régulation (17), notamment dans le cas où le comportement circulaire dépasse un état critique prédéterminé, l'optimisation, notamment le réajustement de la grandeur caractéristique d'entraînement et de la position de la vanne de l'unité de régulation (3) étant effectuée. 30
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lors d'un écart critique par rapport au paramètre d'optimisation, notamment même après l'adaptation ou le réajustement, la grandeur caractéristique d'entraînement de la pompe (5) ainsi que la position de la vanne sont réajustées de telle sorte qu'au moins pour atteindre un écart non critique par rapport au paramètre d'optimisation, le volume de débit réglé au niveau du volume de débit théorique est modifié. 35 40 45
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la grandeur caractéristique réelle est la pression différentielle de la circulation de fluide de processus régnant sur la vanne de régulation (17), notamment entre son entrée et sa sortie, notamment le paramètre d'optimisation affecté à la pression différentielle concernant l'autorité de vanne de la vanne de régulation (17), notamment dans le cas où la pression différentielle de la circulation de fluide de processus sur la vanne de régulation (17) est trop faible ou trop élevée en considé- 50 55

ration du paramètre d'optimisation, pour l'adaptation, la grandeur caractéristique d'entraînement étant réglée, notamment relevée ou abaissée de telle sorte et la position de la vanne étant modifiée, notamment fermée ou ouverte de telle sorte que la pression différentielle de la circulation de fluide de processus sur la vanne de régulation (17) soit optimisée en considération de son paramètre d'optimisation.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la grandeur caractéristique réelle est déterminée par l'intermédiaire d'une mesure notamment directe du volume de débit réel, notamment par système de capteur en amont de la vanne de régulation (17), notamment le paramètre d'optimisation affecté au volume de débit réel étant une situation d'usure à attendre de la vanne de régulation (17) et / ou **en ce que** la grandeur caractéristique réelle est une pression d'entraînement d'un entraînement pneumatique (23) agissant sur la vanne de régulation (17), notamment un rapport de valeur entre une course de réglage de la vanne de régulation (17) et la pression d'entraînement, notamment le paramètre d'optimisation affecté à la pression d'entraînement concernant l'efficacité énergétique de l'ensemble de l'installation, notamment de la pompe (5), et / ou **en ce que** la grandeur caractéristique réelle est une valeur d'accélération détectée sur l'unité de régulation (3), comme un signal acoustique, notamment le paramètre d'optimisation affecté à la valeur d'accélération étant l'état d'usure présent sur la vanne de régulation (17).
8. Ensemble (1), destiné à réguler une circulation de fluide de processus dans une installation industrielle de transformation, comme une installation chimique ou pétrochimique, une installation de pasteurisation, une brasserie, une installation de production de produits alimentaires ou une installation pharmaceutique, l'ensemble (1) comprenant une pompe (5), destinée à créer la circulation de fluide de processus, une vanne de régulation (17) placée en aval de la pompe (5) dans la direction de circulation du fluide de processus et une régulation du volume de débit, la régulation du volume de débit étant conçue pour régler une position de la vanne pour l'obtention du volume de débit théorique et comportant un dispositif destiné à détecter la position de vanne réelle, la pompe (5) étant conçue pour régler sa grandeur caractéristique d'entraînement, comme sa vitesse de rotation, en ce que la régulation du volume de débit comporte un dispositif destiné à détecter au moins une grandeur caractéristique réelle concernant un débit de fluide de processus sur l'unité de régulation (3) ou est susceptible d'être connectée avec celui-ci par transmission de signal, en ce que la régulation du volume de débit est conçue pour évaluer la gran- 50 55

deur caractéristique réelle concernée, ainsi que la position de vanne réelle par rapport à un paramètre d'optimisation prédéterminé, comme une autorité de vanne, une activité de régulation optimisée de la vanne de régulation (17), une efficacité énergétique optimisée ou un effet d'étranglement moindre de la vanne de régulation, **caractérisé en ce que** la régulation du volume de débit est conçue pour, lors d'un écart par rapport au paramètre d'optimisation, adapter l'une à l'autre la grandeur caractéristique d'entraînement et la position de la vanne, de sorte à s'approcher du paramètre d'optimisation, notamment à adopter le paramètre d'optimisation, sans modifier le volume de débit réglé au niveau du volume de débit théorique, la régulation du volume de débit étant conçue de sorte à abaisser la grandeur caractéristique d'entraînement et à ouvrir encore la position de la vanne ou à relever la grandeur caractéristique d'entraînement et à fermer encore la position de la vanne.

9. Ensemble (1) selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la régulation du volume de débit comprend un positionneur (15), un régulateur (13) de grandeur caractéristique d'entraînement et un régulateur (11) de processus principal connecté par transmission de signaux avec le positionneur (15) et avec le régulateur (13) de grandeur caractéristique d'entraînement, le positionneur (15) étant conçu pour délivrer un signal de réglage à un actionneur de la vanne de régulation (17), le régulateur (13) de grandeur caractéristique d'entraînement étant conçu pour délivrer à la pompe (5) un signal de réglage de la grandeur caractéristique d'entraînement, et le régulateur (11) de processus principal étant conçu pour réceptionner un signal de volume de débit théorique de la part d'un poste de conduite de processus, un signal concernant la grandeur caractéristique réelle détectée, ainsi qu'un signal concernant la position de vanne réelle détectée, pour procéder à l'évaluation par rapport au paramètre d'optimisation et pour délivrer à la pompe (5) le signal de réajustement de la grandeur caractéristique d'entraînement et au positionneur (15) un signal de réajustement de réglage .
10. Ensemble (1) selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que** le dispositif destiné à détecter la grandeur caractéristique réelle est un débitmètre (41), avec lequel la régulation du volume de débit est connectée par transmission de signaux, pour réceptionner un signal concernant le volume de débit.
11. Ensemble (1) selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le dispositif destiné à détecter la grandeur caractéristique réelle est un débitmètre (41), à l'aide duquel la régulation du volume de débit, notamment le positionneur (15) ou le régulateur (11) de processus principal est connecté par transmission de si-

gnaux, pour réceptionner un signal concernant le volume de débit et / ou **en ce que** le positionneur (15) est monté sur la vanne de régulation (17), le régulateur (13) de grandeur caractéristique d'entraînement est monté sur la pompe (5) et le régulateur (11) de processus principal est positionné de manière distale par rapport au positionneur (15) et au régulateur (13) de grandeur caractéristique d'entraînement.

12. Ensemble (1) selon la revendication 9 ou 11, **caractérisé en ce que** le positionneur (15) est connecté par transmission de signaux avec le régulateur (13) de grandeur caractéristique d'entraînement, pour réceptionner le signal de grandeur caractéristique d'entraînement, le positionneur (15) comportant en tant que dispositif détecteur de grandeur caractéristique réelle un dispositif destiné à constater la charge d'usure de la vanne de régulation (17), notamment le positionneur (15) étant conçu pour délivrer un premier signal de réajustement pour modifier la position de la vanne et un deuxième signal de réajustement pour modifier la grandeur caractéristique d'entraînement directement sur le régulateur (13) de grandeur caractéristique d'entraînement, de telle sorte que la charge d'usure soit réduite, sous maintien du volume de débit sur la vanne de régulation (17).
13. Ensemble (1) selon l'une quelconque des revendications 9, 11 ou 12, **caractérisé en ce qu'**entre le positionneur (15) et le régulateur (11) de processus principal est installée une transmission de signaux, qui est réalisée sous la forme d'un bus de champ numérique doté d'une technique de communication bidirectionnelle et /ou **en ce qu'**à proximité d'un élément de vanne délimitant une section transversale d'écoulement pour le fluide de processus est placé un capteur d'accélération (61), destiné à déterminer des valeurs d'accélération sur l'organe de vanne en tant que grandeurs caractéristiques réelles, le capteur d'accélération (61) étant notamment conçu pour alimenter les valeurs d'accélération vers le positionneur (15) pour le diagnostic d'usure.

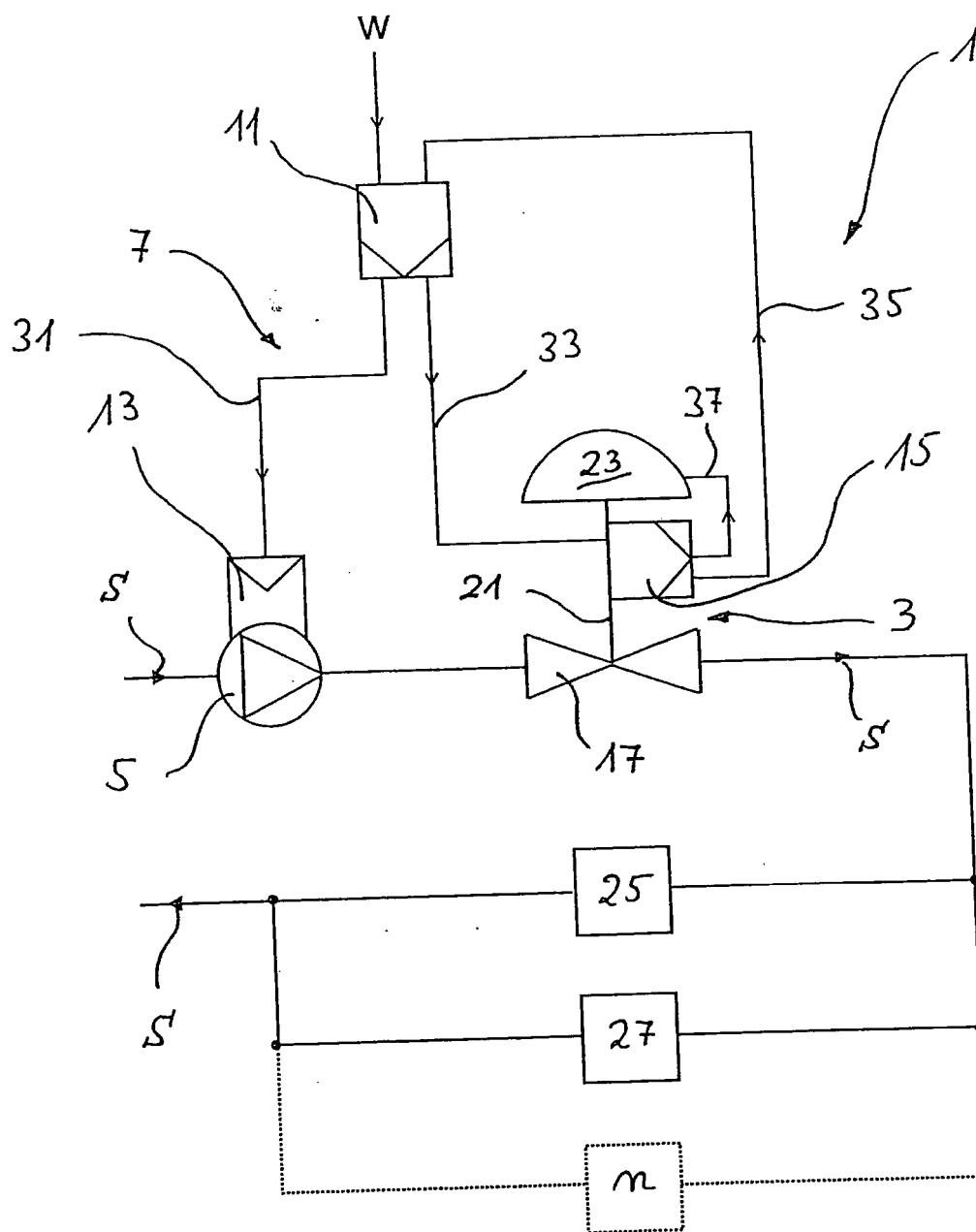


Fig. 1

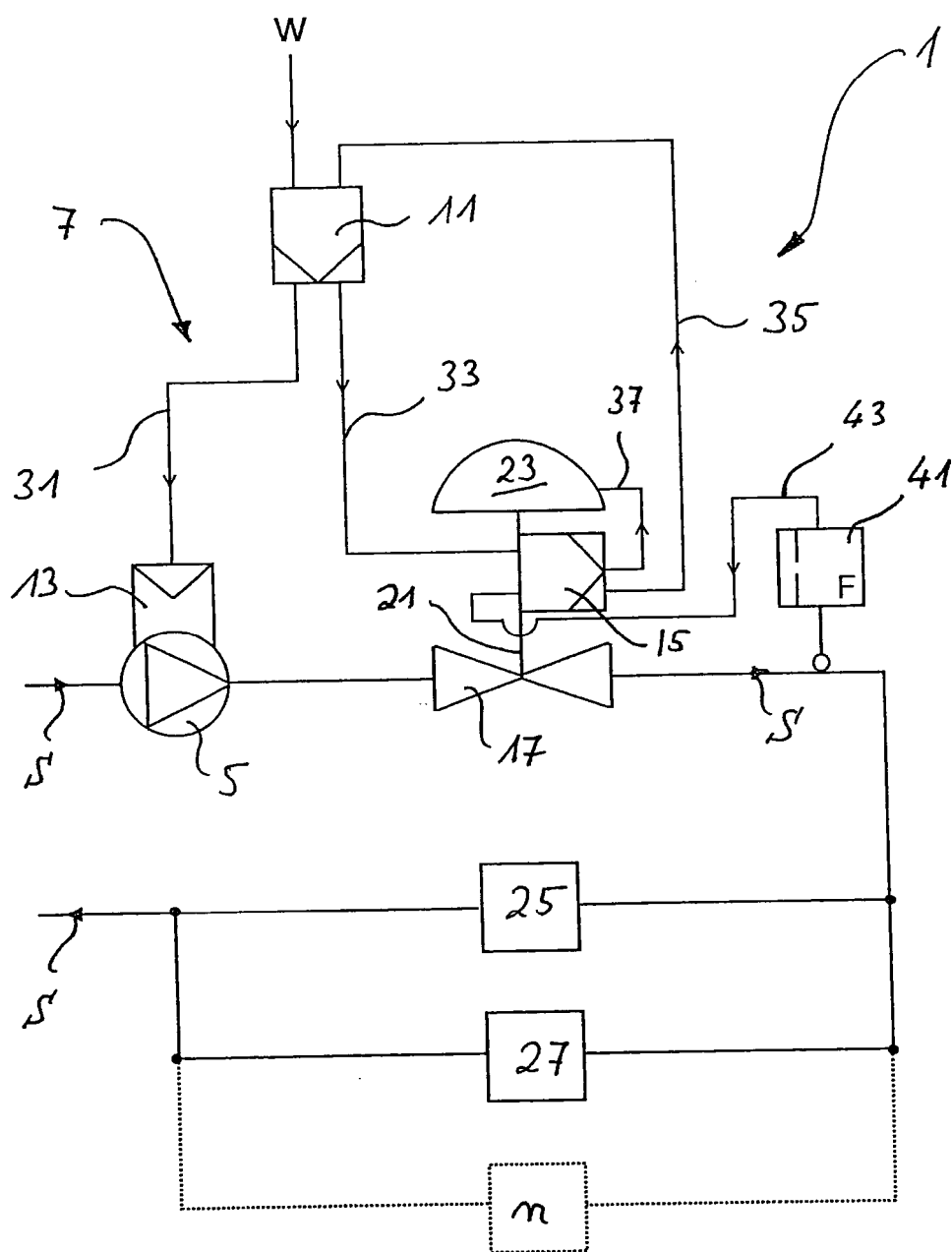


Fig. 2

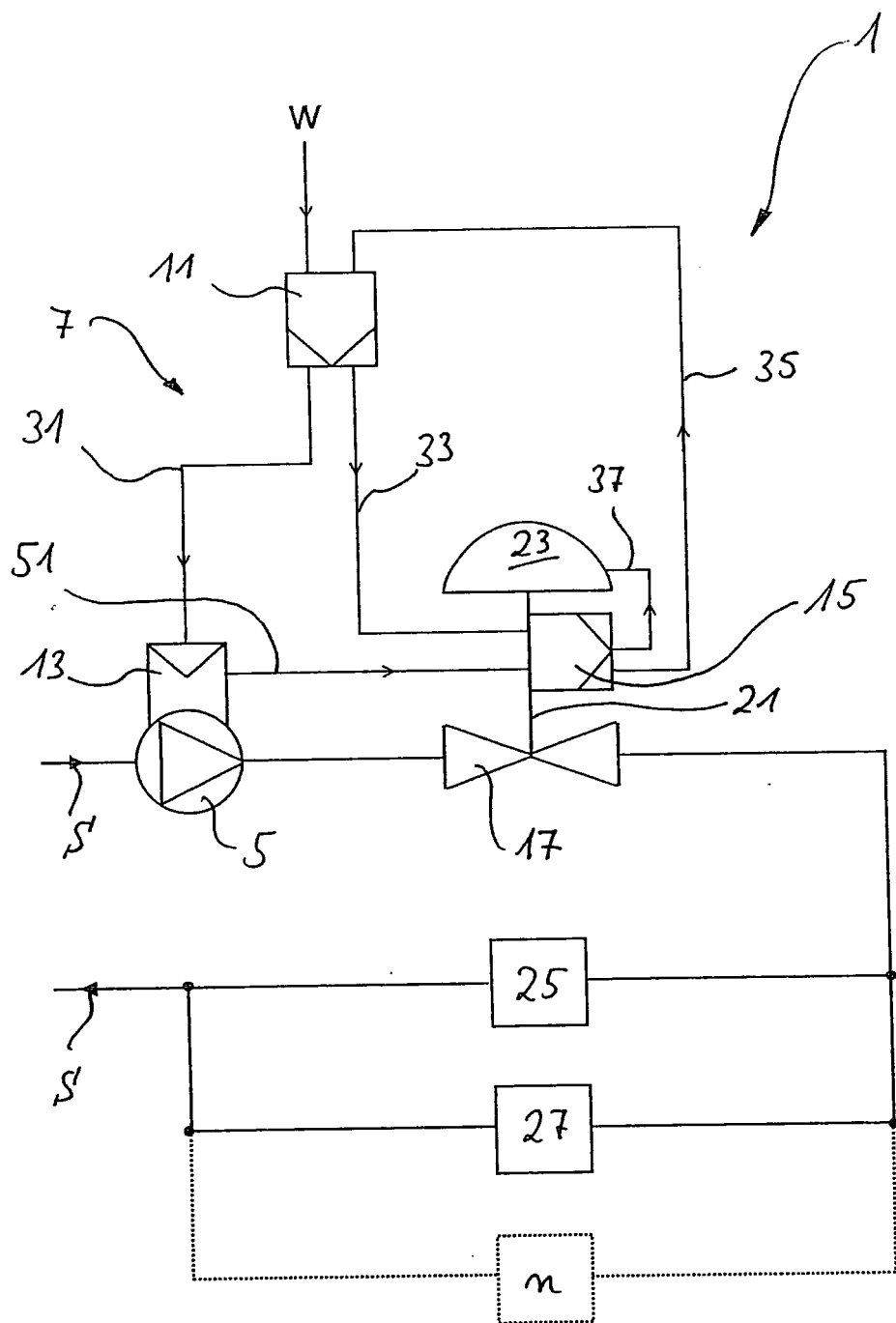


Fig. 3

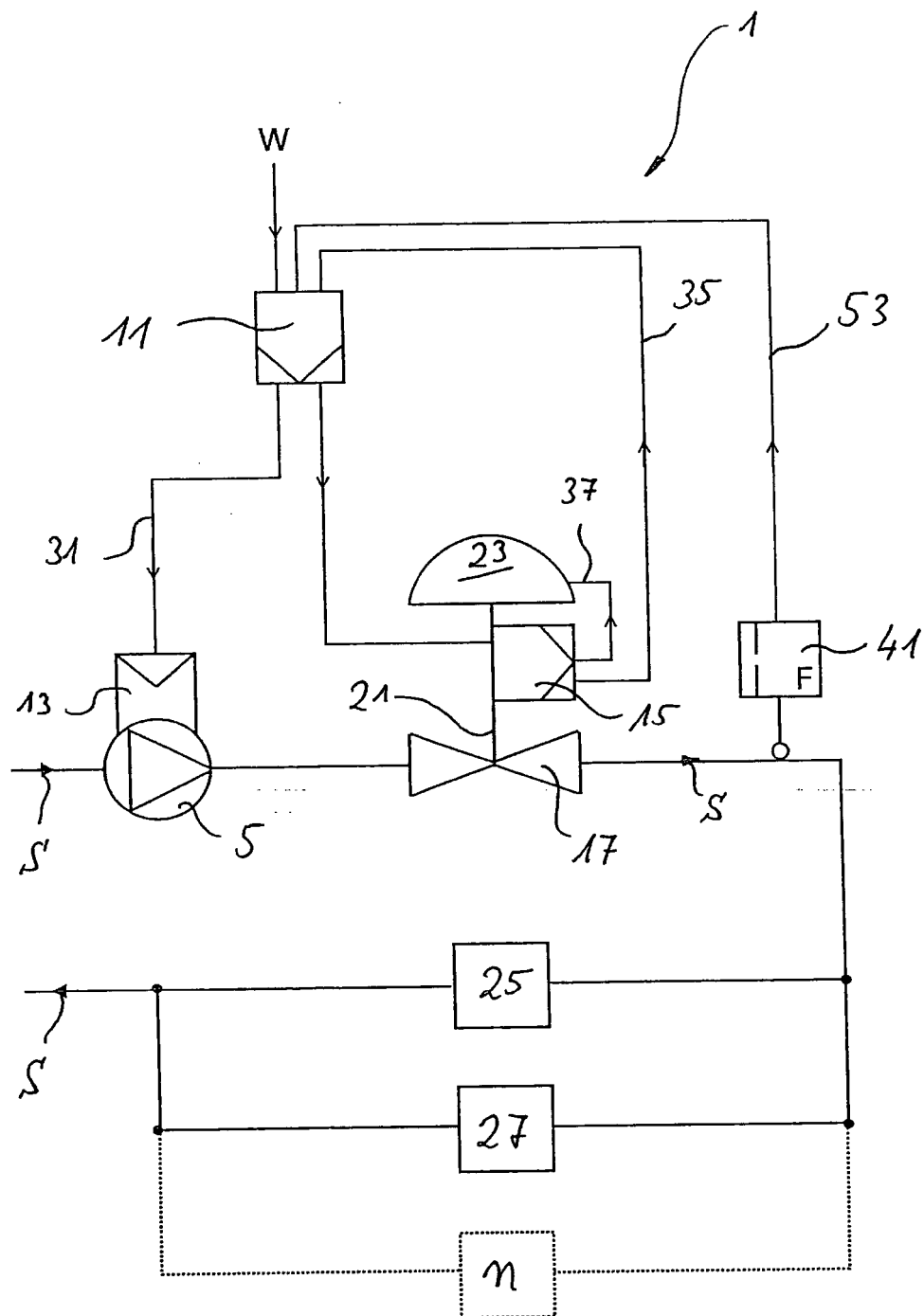


Fig. 4

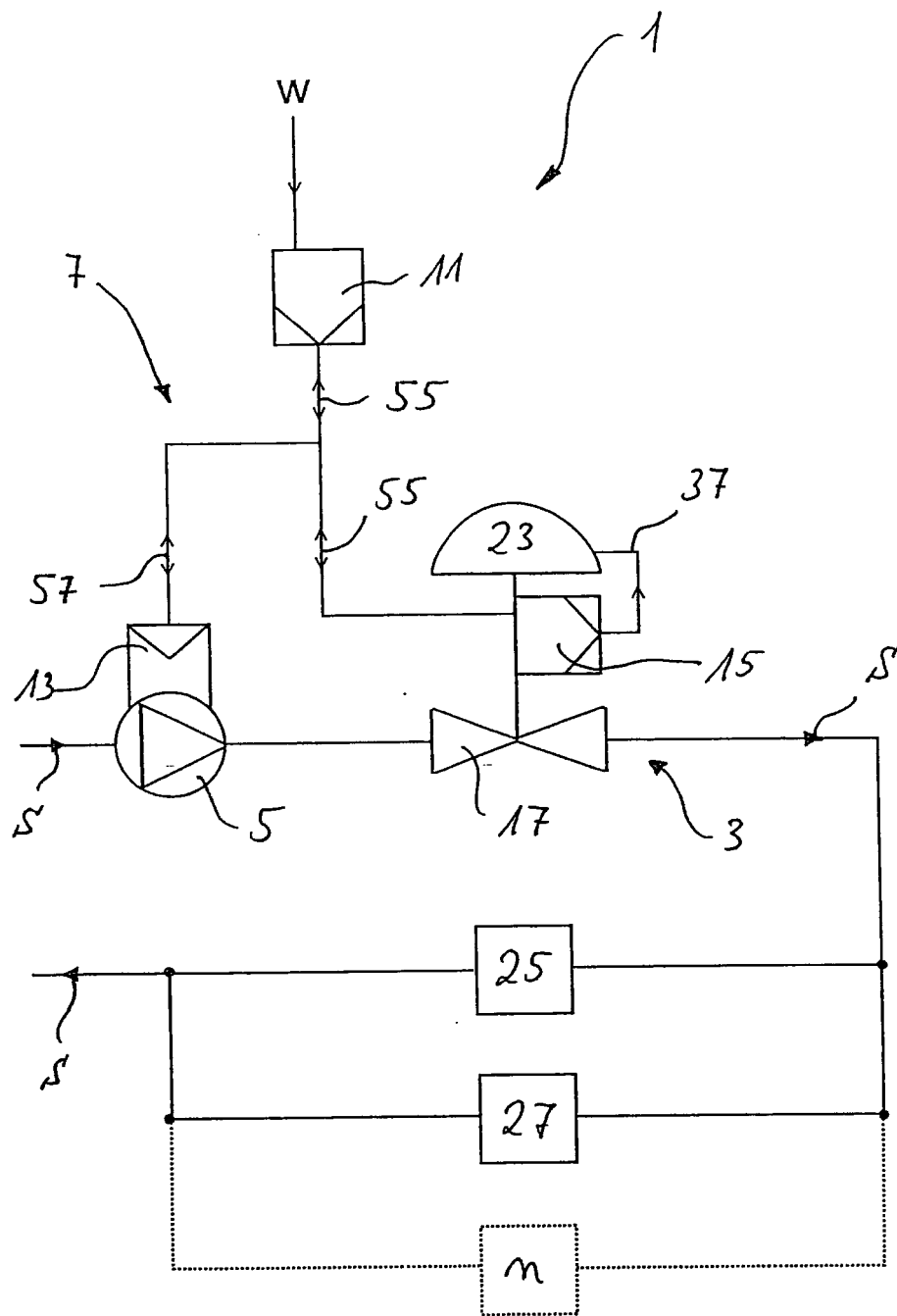


Fig. 5

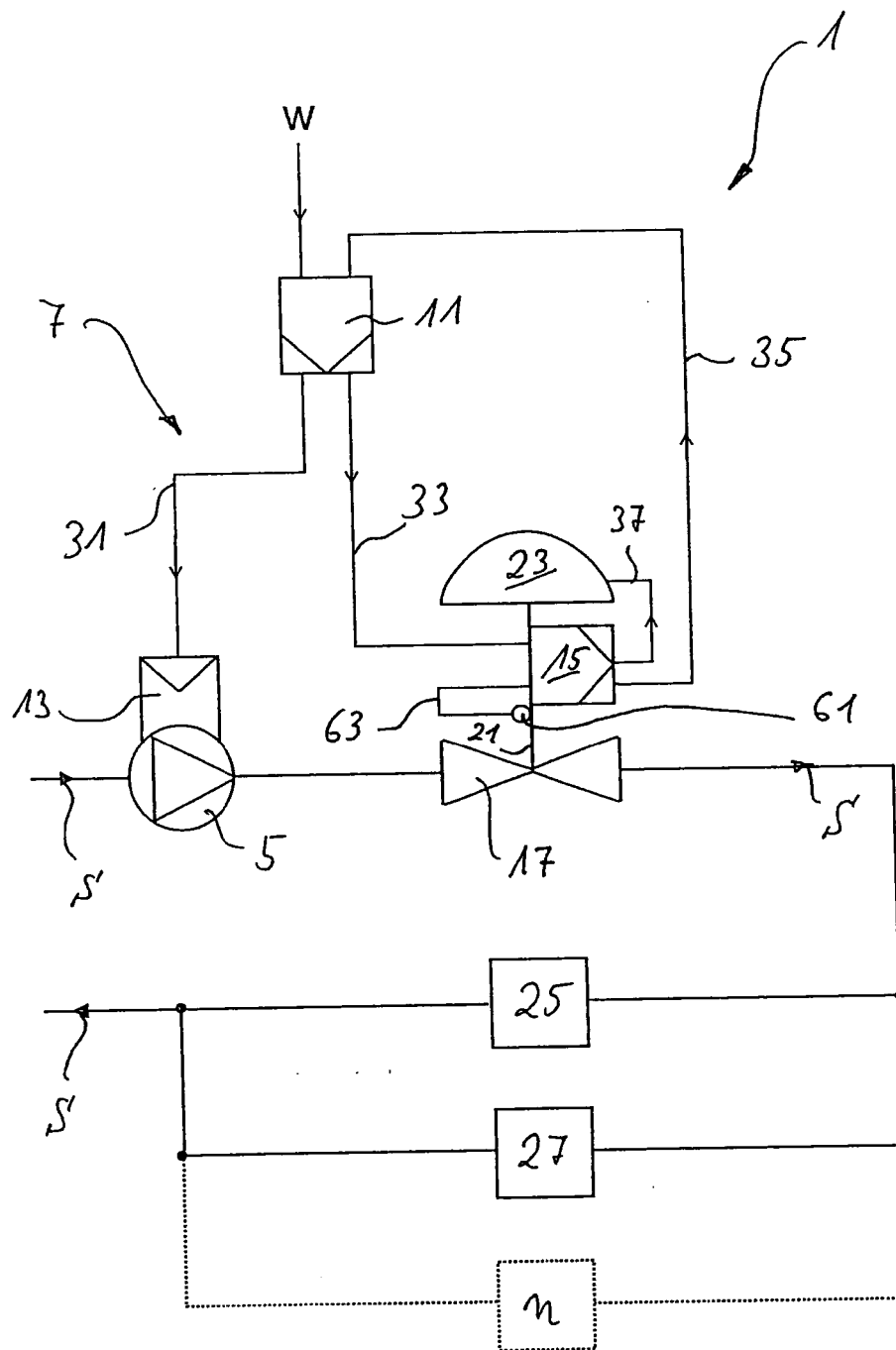


Fig. 6

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 102007053948 A1 [0005]
- BR PI0603403 A [0006]
- DE 102007010768 A1 [0007]