



(11) **EP 2 339 182 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**29.06.2011 Patentblatt 2011/26**

(51) Int Cl.:  
**F04D 15/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **10015729.6**

(22) Anmeldetag: **16.12.2010**

(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**

- **Vnucec, Domagoj**  
**68549 Ilvesheim (DE)**
- **Hoffmann, Dirk**  
**63067 Offenbach (DE)**

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

(74) Vertreter: **Schmid, Nils T.F.**  
**Forrester & Boehmert**  
**Pettenkoferstrasse 20-22**  
**80336 München (DE)**

(71) Anmelder: **Samson Aktiengesellschaft**  
**60019 Frankfurt (DE)**

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

(54) **Verfahren und Anordnung zum Regeln einer Prozessfluidströmung und Stellungsregler**

(57) Bei einem Verfahren zum Regeln einer durch eine Pumpe erzeugte Prozessfluidströmung in einer Prozessindustrie-Anlage, wie einer chemischen oder petrochemischen Anlage, einer Pasteurisieranlage, einer Brauerei, einer Anlage der Nahrungsmittelerzeugung, einer pharmazeutischen Anlage, etc., wobei eine Soll-Durchflussmenge des Prozessfluids an einem Stellventil durch Stellen des Stellventils in eine entsprechende Ventilstellung einzustellen ist und die Ist-Ventilstellung sensiert wird, ist vorgesehen, dass eine einen Prozessfluid-Durchfluss am Stellventil betreffende Ist-Kenngröße ermittelt wird und sowohl die Ist-Kenngröße als auch die Ist-Ventilstellung gegenüber einem vorbestimmten Opti-

mierungsparameter, wie einer Ventilautorität, einer optimierten Regelungsaktivität des Stellventils, einer optimierten Energieeffizienz, einer geringsten Stellventilrosselwirkung, bewertet wird und bei einer Abweichung von dem stellgerätspezifischen Optimierungsparameter eine Antriebskennzahl, wie eine Drehzahl, der Pumpe 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 im Wesentlichen zu ändern.

**EP 2 339 182 A2**

## 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 Regelroutinen, 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 Fluidruck 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]** 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.

**[0007]** Es ist Aufgabe der Erfindung, die Nachteile des Stands der Technik zu überwinden, insbesondere 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.

**[0008]** 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 chemischen oder petrochemischen Anlage, einer Pasteurisanlage, 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 sollregelungsgemäß 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, 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 stellgerätspezifischen 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.

**[0009]** 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.

**[0010]** 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. Wei-

terhin ist es alternativ oder in Kombination mit der energieeffizienten Regelung möglich, den Verschleiß am Stellgerät deutlich zu verringern.

**[0011]** 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 nachgeregelt, dass sich dem Optimierungsparameter angenähert wird oder dieser eingenommen wird, ohne die im ersten Verfahrensschritt eingestellte Durchflussmenge im Wesentlichen 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.

**[0012]** 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 im Wesentlichen die auf die Soll-Durchflussmenge des Stellgeräts geregelte Durchflussmenge zu verändern.

**[0013]** 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.

**[0014]** 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 Ventilstellung des Stellgeräts im Hinblick auf den Optimierungsparameter.

**[0015]** 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

mung 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 Optimierungparameter 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 Optimierungparameter, die bezüglich der Soll-Durchflussmenge geregelte Durchflussmenge geändert wird. Wird der unkritische Betrieb für die prozesstechnische Anlage erreicht, kann erneut eine bezüglich des Optimierungparameters 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 Optimierungparameter 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 Optimierungparameter 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.

**[0016]** Für den Fall, dass der Differenzdruck der Prozessfluidströmung am Stellventil im Hinblick auf den Optimierungparameter 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. aufgefahen, dass der Differenzdruck der Prozessfluidströmung am Stellventil im Hinblick auf dessen Optimierungparameter optimiert ist.

**[0017]** 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 Optimierungparameter kann eine zu erwartende Verschleißsituation des Stellventils sein.

**[0018]** 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 Optimierungparameter die Energieeffizienz bezüglich des Pneumatikantriebs und/oder die zu erwartende Verschleißsitua-

tion am Stellventil sein.

**[0019]** Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist die Ist-Kenngröße ein am Stellgerät erfasster Beschleunigungswert, wie ein Akustiksignal. Dabei kann der dem Beschleunigungswert zugeordnete Optimierungparameter der am Stellventil vorliegende Verschleißzustand sein.

**[0020]** Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist der stellgerätspezifische Optimierungparameter 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 Optimierungparameter Ventilautorität erfordert deswegen, dass der Differenzdruck am Stellventil nicht zu klein wird. Der Optimierungparameter begrenzt auch den Verschleiß, weil Verschleißeffekte typischerweise mit geringerem Differenzdruck abnehmen.

**[0021]** Der Optimierungparameter, 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.

**[0022]** Die verschiedenen Beobachtungs- und Optimierungparameter 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.

**[0023]** 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 Optimierungparameters optimale Betriebsbedingungen am Stellgerät vorliegen.

**[0024]** Die Erfindung betrifft auch eine Anordnung zum Regeln einer Prozessfluidströmung in einer Prozessindustrie-Anlage, so wie sie oben beschrieben ist. Die erfindungsgemäße Anordnung umfasst eine Pumpe zum Erzeugen der Prozessfluidströmung und ein der Pumpe in Strömungsrichtung nachgeordnetes Stellventil zum Einstellen eines Durchströmungsquerschnitts.

**[0025]** Des Weiteren hat die Anordnung eine Durch-

flussmengenregelung, 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 Regelungsaktivität eines Stellventils, einer optimierten Energieeffizienz, insbesondere im Hinblick auf die Pumpe, einer geringsten Stellventildrosselung, etc. Bei einer Abweichung von dem stellgerätspezifischen 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.

**[0026]** 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.

**[0027]** 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.

**[0028]** 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.

**[0029]** 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.

**[0030]** Vorzugsweise ist zwischen dem Stellungsregler und dem Prozesshauptregler eine Signalübermittlung installiert, die als digitaler Feldbus mit bi-direktionaler Kommunikationstechnik ausgeführt ist.

**[0031]** 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.

**[0032]** Es sei klar, dass die erfindungsgemäße Anordnung zur Realisierung des erfindungsgemäßen oben definierten Regelungsverfahrens ausgeführt ist.

**[0033]** Schließlich betrifft die Erfindung 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.

**[0034]** Der erfindungsgemäße 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 Stellventildrosselwirkung, einer Ventilautorität, ein Regelsignalarpaar 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 im Wesentlichen 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.

**[0035]** 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 Antriebskenn-

zahl zur Verschleißreduktion einzustellen, insbesondere zu erhöhen oder zu senken.

**[0036]** 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.

**[0037]** Es sei klar, dass der erfindungsgemäße Stellungsregler gemäß den Verfahrensmerkmalen des erfindungsgemäßen Verfahrens arbeiten kann.

**[0038]** 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.

**[0039]** 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.

**[0040]** 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 Prozessfluidströmung, 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.

**[0041]** 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.

**[0042]** 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.

**[0043]** 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.

**[0044]** 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.

**[0045]** 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.

**[0046]** Der Stellungsregler 15 überträgt den Stellbeiwert der Regelung sowie die Ist-Stellung des Stellventils 17 über die Kommunikationsleitung 35 an den Hauptprozessregler 11.

**[0047]** 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.

**[0048]** 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.

**[0049]** Die Nachregelung besteht darin, dass bei ungefährer Beibehaltung der gewünschten Prozessfluidströmung  $s$  gemäß dem Solldurchflussmengenwert  $w$  die Drehzahl 5 über den Drehzahlregler 13 niedergeregt 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.

**[0050]** 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.

**[0051]** Der Stellungsregler 15 überträgt das Ist-Durchflussmengensignal des Durchflussmengensensors 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.

**[0052]** 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.

**[0053]** Die Anordnung gemäß Figur 3 unterscheidet sich von der nach Figur 1 dadurch, dass eine direkte Kommunikationsleitung 51 zwischen dem Drehzahlregler 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.

**[0054]** 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.

**[0055]** 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.

**[0056]** 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.

**[0057]** Zur einfachen Lesbarkeit der Figurenbeschreibung sind für identische und ähnliche Bauelemente in den Figuren 2 und 4 die identischen Bezugsziffern verwendet.

**[0058]** 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.

**[0059]** Es sei klar, dass als Alternative zur Signalübertragung auch eine Kommunikation per Funksignal möglich ist.

**[0060]** Zur einfachen Lesbarkeit werden für die Anordnung gemäß Figur 1 und 5 für identische und ähnliche Bauelemente die gleichen Bezugsziffern verwendet.

**[0061]** 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.

**[0062]** Der Stellungsregler 15 kann anhand von Erfahrungswerten und Beurteilungswerten den Verschleißzustand des Stellventils 17 ermitteln. Anhand des Ergeb-

nisses des Verschleißzustands kann schließlich die Stellung des Stellventils 17 sowie die Drehzahl der Pumpe 5 optimal hinsichtlich Verschleiß und Energieverbrauch eingestellt werden.

**[0063]** 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.

**[0064]** Zur einfacheren Lesbarkeit werden für die identischen und ähnlichen Bauelemente der Anordnungen nach Figuren 1 und 6 dieselben Bezugsziffern verwendet.

**[0065]** Die in der vorstehenden Beschreibung, den Figuren und den Ansprüchen offenbarten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Realisierung der Erfindung in den verschiedenen Ausgestaltungen von Bedeutung sein.

#### Bezugszeichenliste

#### [0066]

|        |                       |
|--------|-----------------------|
| 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 erzeugte Prozessfluidströmung in einer Prozessindustrie-Anlage, wie einer chemischen oder petrochemischen Anlage, einer Pasteurisieranlage, einer Brauerei, einer Anlage der Nahrungsmittelerzeugung, einer pharmazeutischen Anlage, etc., wobei eine Soll-Durchflussmenge des Prozessfluids an einem Stellventil durch Stellen des Stellventils in eine entsprechende Ventilstellung einzustellen ist und die Ist-Ventilstellung sensiert wird, dadurch **gekennzeichnet**, dass eine einen Prozessfluid-Durchfluss am Stellventil 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 (3), einer optimierten Energieeffizienz, einer geringsten Stellventildrosselwirkung, bewertet wird und bei einer Abweichung von dem stellgerätspezifischen Optimierungsparameter eine Antriebskennzahl, wie eine Drehzahl, der Pumpe 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 im Wesentlichen zu ändern.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem ersten Verfahrensschritt die zu erreichende Soll-Durchflussmenge am Stellventil durch entsprechendes Stellen des Stellventils erreicht wird und einem zweiten Verfahrensschritt die Antriebskennzahl der Pumpe sowie die Ventilstellung des Stellventils derart nachgeregelt werden, dass sich dem Optimierungsparameter angenähert wird oder dieser eingenommen wird, ohne die im ersten Verfahrensschritt eingestellte Durchflussmenge im Wesentlichen zu ändern, wobei insbesondere der erste und zweite Verfahrensabschnitt zeitlich nacheinander oder simultan durchgeführt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Bewertungsroutine 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 im Wesentlichen die auf die Soll-Durchflussmenge am Stellgerät 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 (3) betrifft, wobei insbesondere der dem Strömungsverhalten des Prozessfluids zugeordnete Optimierungsparameter eine optimierte Energieeffizienz insbesondere im Hinblick auf eine Energiebilanz der Pumpe und/oder des Stellventils 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 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 vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ist-Kenngröße der am Stellventil (3) insbesondere zwischen dessen Eingang und Ausgang herrschende Differenzdruck der Prozessfluidströmung ist, wobei insbesondere der dem Differenzdruck zugeordnete Optimierungsparameter die Ventilautorität des Stellventils (3) betrifft, wobei insbesondere im Falle, dass der Differenzdruck der Prozessfluidströmung am Stellventil (3) 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 (3) im Hinblick auf

dessen Optimierungsparameter optimiert ist.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ist-Kenngröße über eine insbesondere direkte Messung der Ist-Durchflussmenge insbesondere mittels Sensorik stromaufwärts und/oder stromabwärts des Stellventils (3) ermittelt wird, wobei insbesondere der der Ist-Durchflussmenge zugeordnete Optimierungsparameter eine zu erwartende Verschleißsituation des Stellventils ist, und/oder dass die Ist-Kenngröße ein Antriebsdruck eines auf das Stellventil (3) wirkenden Pneumatikantriebs (23), insbesondere ein Wertverhältnis zwischen einem Stellweg des Stellventils (3) und dem Antriebsdruck, ist, wobei insbesondere der dem Antriebsdruck zugeordnete Optimierungsparameter die Energieeffizienz der gesamten Anlage, insbesondere der Pumpe, 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 vorliegende Verschleißzustand ist.
8. Anordnung (1) zum Regeln einer Prozessfluidströmung in einer Prozessindustrie-Anlage, insbesondere einer chemischen oder petro-chemischen Anlage, einer Pasteurisieranlage, einer Brauerei, einer Anlage der Nahrungsmittelerzeugung, einer pharmazeutischen Anlage, etc., umfassend eine Pumpe (5) zum Erzeugen der Prozessfluidströmung und ein der Pumpe (5) in Strömungsrichtung des Prozessfluids nachgeordnetes Stellventil (3) und eine Durchflussmengenregelung, gemäß der eine Ventilstellung zum Erreichen der Soll-Durchflussmenge einstellbar ist und die eine Einrichtung zum Erfassen der Ist-Ventilstellung aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpe (5) zum Einstellen deren Antriebskennzahl, wie deren Drehzahl, ausgelegt ist und dass die Durchflussmengenregelung eine Einrichtung zum Erfassen wenigstens einer Prozessfluiddurchfluss am Stellgerät betreffenden Ist-Kenngröße aufweist und die betreffende Ist-Kenngröße sowie die Ist-Ventilstellung gegenüber einem vorbestimmten Optimierungsparameter, wie einer Ventilautorität, einer optimierten Regulationsaktivität des Stellventils, einer optimierten Energieeffizienz, einer geringsten Stellventildrosselwirkung, bewertet wird und bei einer Abweichung von dem stellgerätspezifischen Optimierungsparameter die Antriebskennzahl und die Ventilstellung derart aufeinander abgestimmt werden, dass sich dem Optimierungsparameter im Wesentlichen angenähert wird, insbesondere der Optimierungsparameter eingenommen wird, ohne im Wesentlichen die bezüglich der Soll-Durchflussmenge geregelte Durchflussmenge zu ändern.

9. Anordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchflussmengenregelung einen Stellungsregler (15), der ein Stellsignal an einen Stellantrieb des Stellventils (3) abgibt, einen Antriebskennzahl-Regler, der das Antriebskennzahl-Regelsignal an die Pumpe abgibt, und einen mit dem Stellungsregler (15) und dem Antriebskennzahl-Regler signalübertragungsgemäß verbundener Prozesshauptregler (11) umfasst, der ein Soll-Durchflussmengensignal von einer Prozessleitstelle, 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 (5) und ein Stellnachregelsignal an den Stellungsregler (15) abgibt.
10. Anordnung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zum Erfassen der Ist-Kenngröße ein Durchflussmessgerät ist, mit dem die Durchflussmengenregelung, insbesondere der Stellungsregler (15) oder der Prozesshauptregler (11), signalübertragungsgemäß verbunden sind, um ein Signal zur Durchflussmenge zu empfangen, und/oder dass der Stellungsregler (15) an dem Stellventil (3) angebracht ist, der Antriebskennzahl-Regler an der Pumpe (5) angebracht ist und der Prozesshauptregler (11) distal vom Stellungsregler (15) und dem Antriebskennzahl-Regler positioniert ist.
11. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stellungsregler (15) mit dem Antriebskennzahl-Regler signalübertragungsgemäß zum Empfang des Antriebskennzahlsignals verbunden ist, wobei der Stellungsregler (15) als Ist-Kenngrößenerfassungseinrichtung eine Einrichtung zum Feststellen der Verschleißlast des Stellventils (3) aufweist, wobei insbesondere der Stellungsregler ein erstes Nachregelsignal zur Änderung der Ventilstellung und ein zweites Nachregelsignal zum Ändern der Antriebskennzahl direkt an den Antriebskennzahl-Regler abgibt, so dass die Verschleißlast bei Gleichhaltung der Durchflussmenge am Stellventil (3) reduziert wird.
12. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Stellungsregler (15) und dem Prozesshauptregler (11) eine Signal-übermittlung installiert ist, die als digitaler Feldbus mit bidirektionaler Kommunikationstechnik ausgeführt ist, und/oder dass in der Nähe eines den Durchströmungsquerschnitt für das Prozessfluid begrenzenden Ventilglieds ein Beschleunigungssensor zum Bestimmen von Beschleunigungswerten am Ventilglied als Ist-Kenngrößen angeordnet ist, welche Beschleunigungswerte insbesondere dem Stellungsregler zur Verschleißdiagnose zugeführt sind, und/oder dass sie zur Realisierung des nach einem der Ansprüche 1 bis 7 definierten Verfahrens ausgeführt ist.
13. Stellungsregler (15) für ein Stellventil zum Einstellen einer durch eine Pumpe (5) erwirkten Prozessfluidströmung (s) in einer Prozessindustrie-Anlage, insbesondere einer chemischen oder petro-chemischen Anlage, einer Pasteurisieranlage einer Brauerei, einer Anlage der Nahrungsmittelerzeugung, einer pharmazeutischen Anlage, etc., umfassend (i) wenigstens einen Signaleingang zum Empfangen eines die Ist-Stellung des Stellventils zumindest ableitbaren Ist-Stellungssignals, zum Empfangen einer für eine gewünschte Soll-Durchflussmenge einzunehmenden Soll-Stellventilposition am Stellventil (3) und zum Empfangen einer einen Prozessfluid-Durchfluss am Stellventil betreffenden Ist-Kenngröße, (ii) eine Auswerteinrichtung, wie einen Mikrorechner, **dadurch gekennzeichnet, dass** er zum Empfangen einer erfassten Ist-Antriebskennzahl, wie einer Drehzahl, der Pumpe ausgelegt ist, die Auswerteinrichtung anhand der Ist-Kenngröße, des Ist-Stellungssignals und eines gespeicherten Optimierungsparameters, wie einer optimierten Regelungsaktivität des Stellventils, einer optimierten Energieeffizienz, einer geringsten Stellventildrosselwirkung, ein Regelsignalpaar zum aufeinander abstimmen des Einstellen der Antriebskennzahl der Pumpe (5) und der Ventilstellung erzeugt, und dass der ein Stellungssignal abgebende Stellungsregler zur Abgabe des Regelsignals signalübertragungsgemäß an die Pumpe (5) koppelbar ist, so dass bei im Wesentlichen Gleichhalten der gegenüber der Soll-Durchflussmenge eingestellte Durchflussmenge sowohl die Stellung des Stellventils als auch die Antriebskennzahl der Pumpe im Hinblick auf den Optimierungsparameter eingestellt sind.
14. Stellungsregler nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** er eine Verschleißlastdiagnose am Stellventil (3) durchführt und gegebenenfalls das Antriebskennzahl-Regelsignal an die Pumpe (5) abgibt, um die Antriebskennzahl zur Verschleißreduktion einzustellen.
15. Stellungsregler nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ist-Kenngrößenerfassungseinrichtung ein Durchflussmessgerät ist, und/oder dass der Hauptprozessregler dem Stellungsregler benachbart angeordnet ist und/oder dass der Hauptprozessregler in das Gehäuse des Stellungsreglers integriert ist, insbesondere Teil des Stellungsreglers ist und/oder dass er zur Realisierung des nach einem der Ansprüche 1 bis 7 definierten Verfahrens ausgeführt ist.

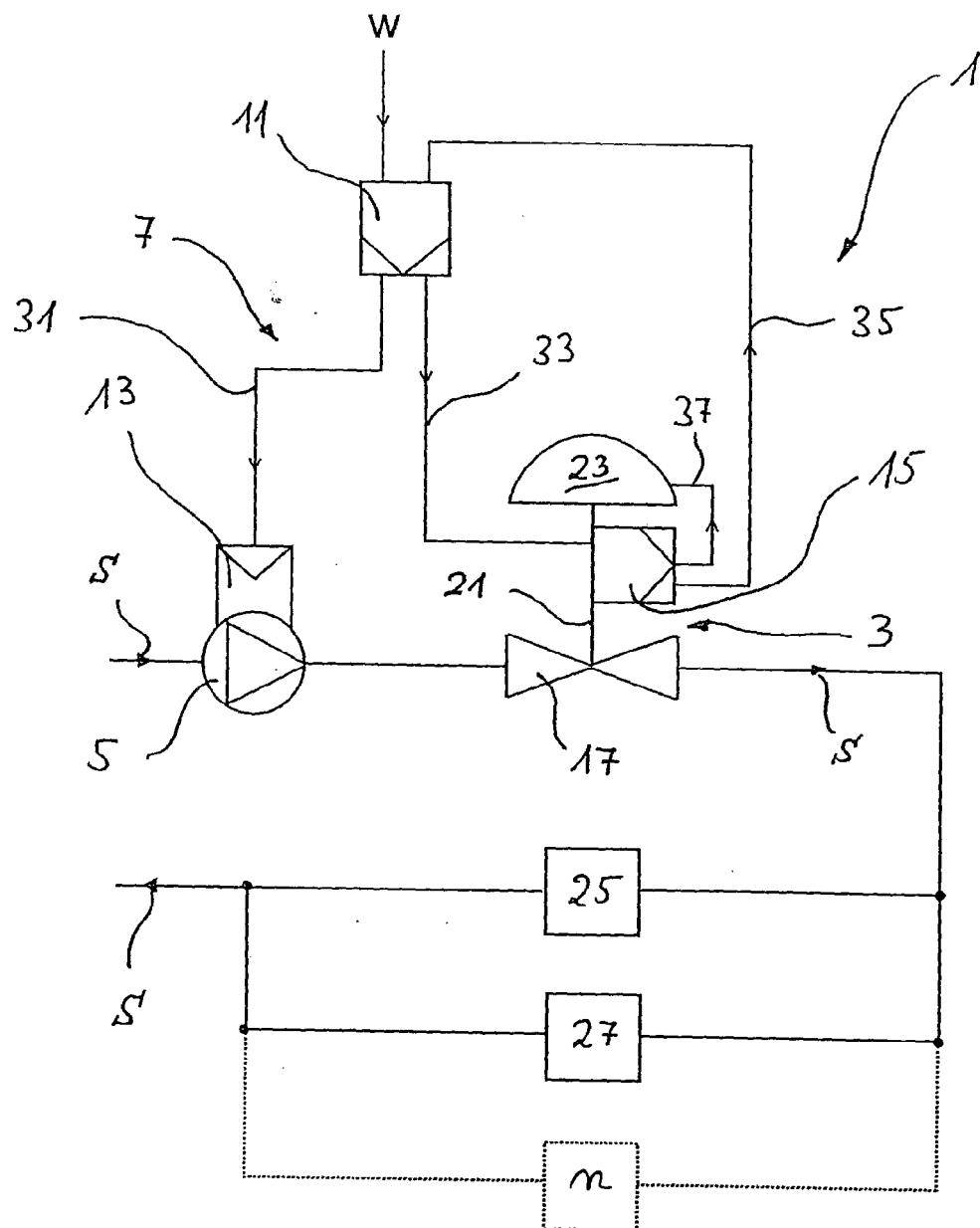


Fig. 1

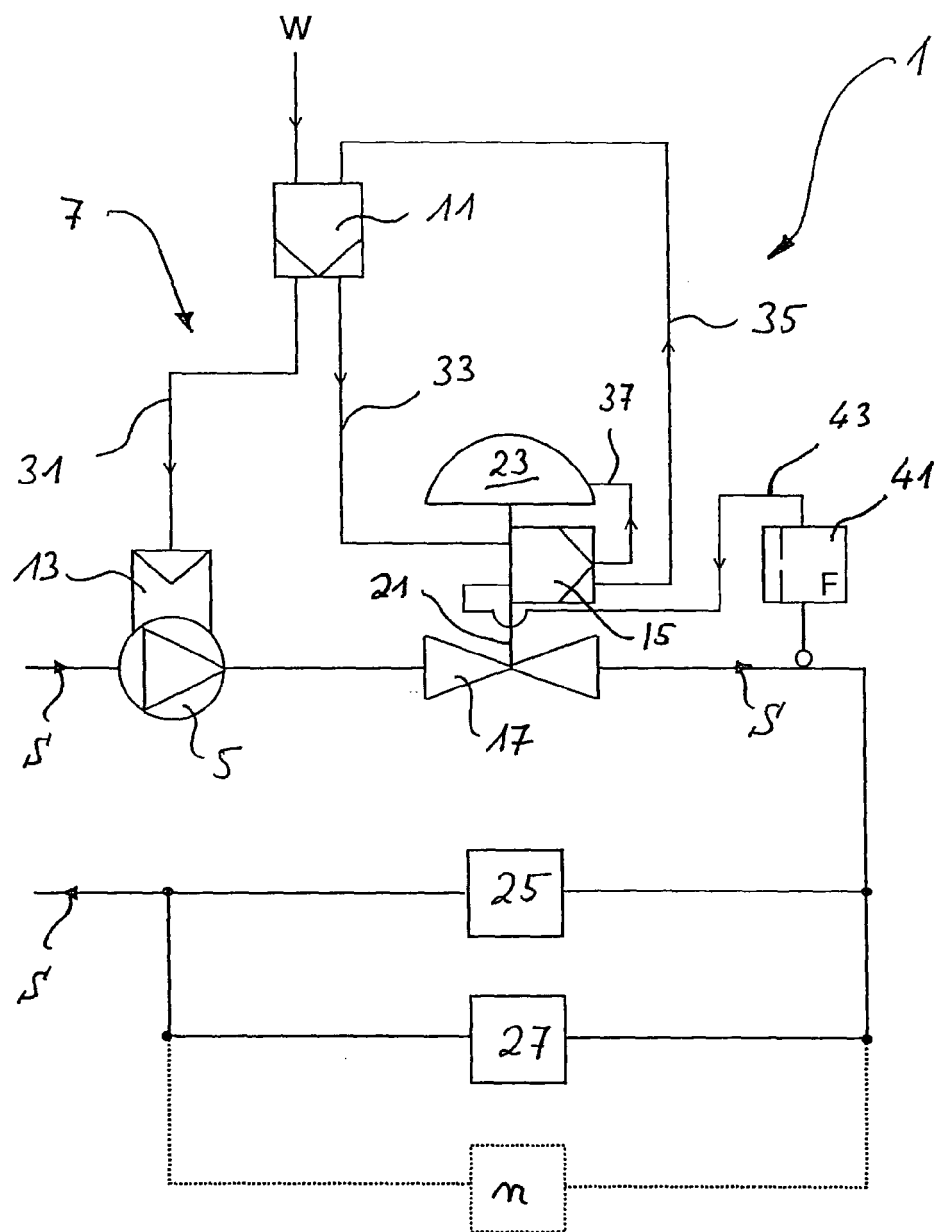


Fig. 2

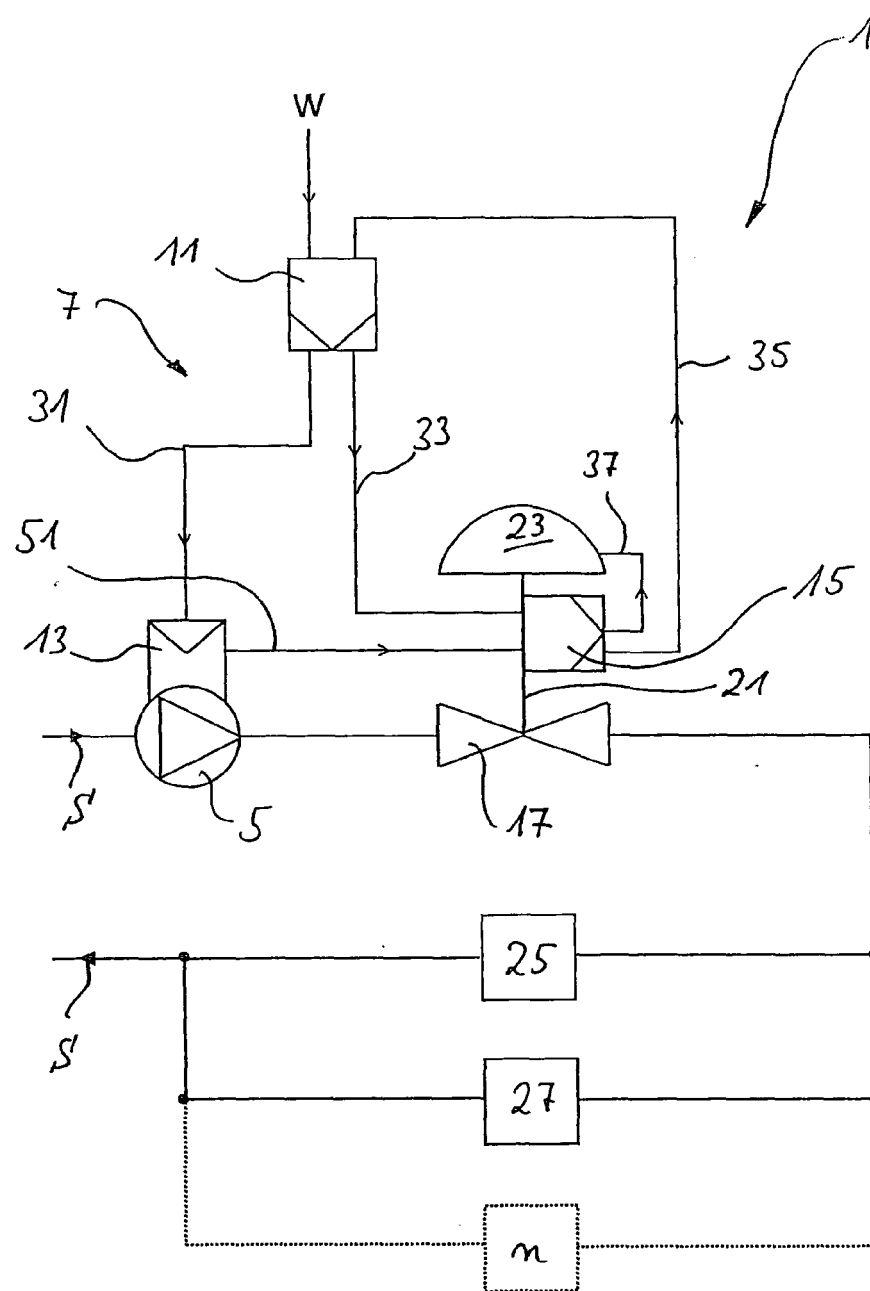


Fig. 3

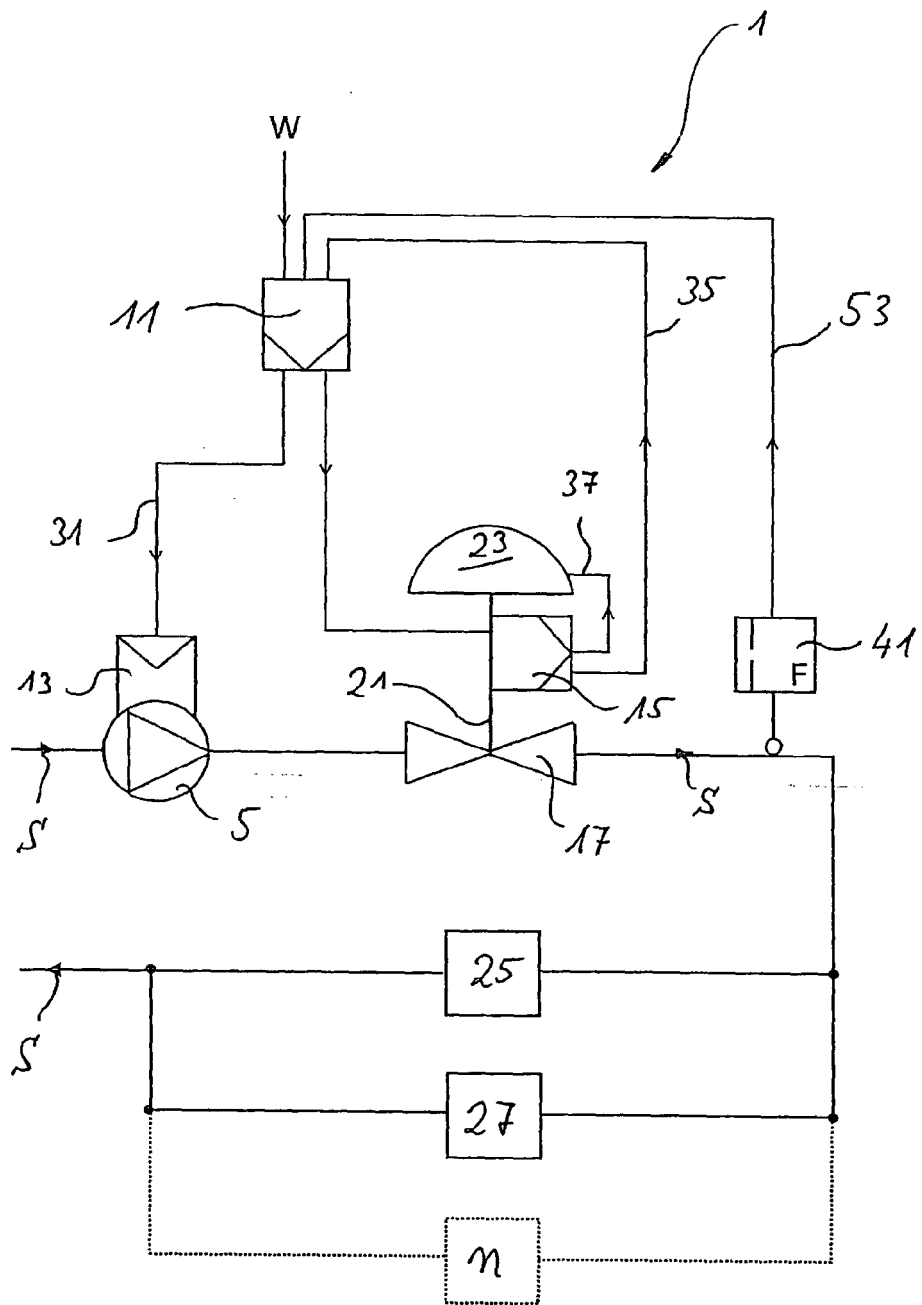


Fig. 4

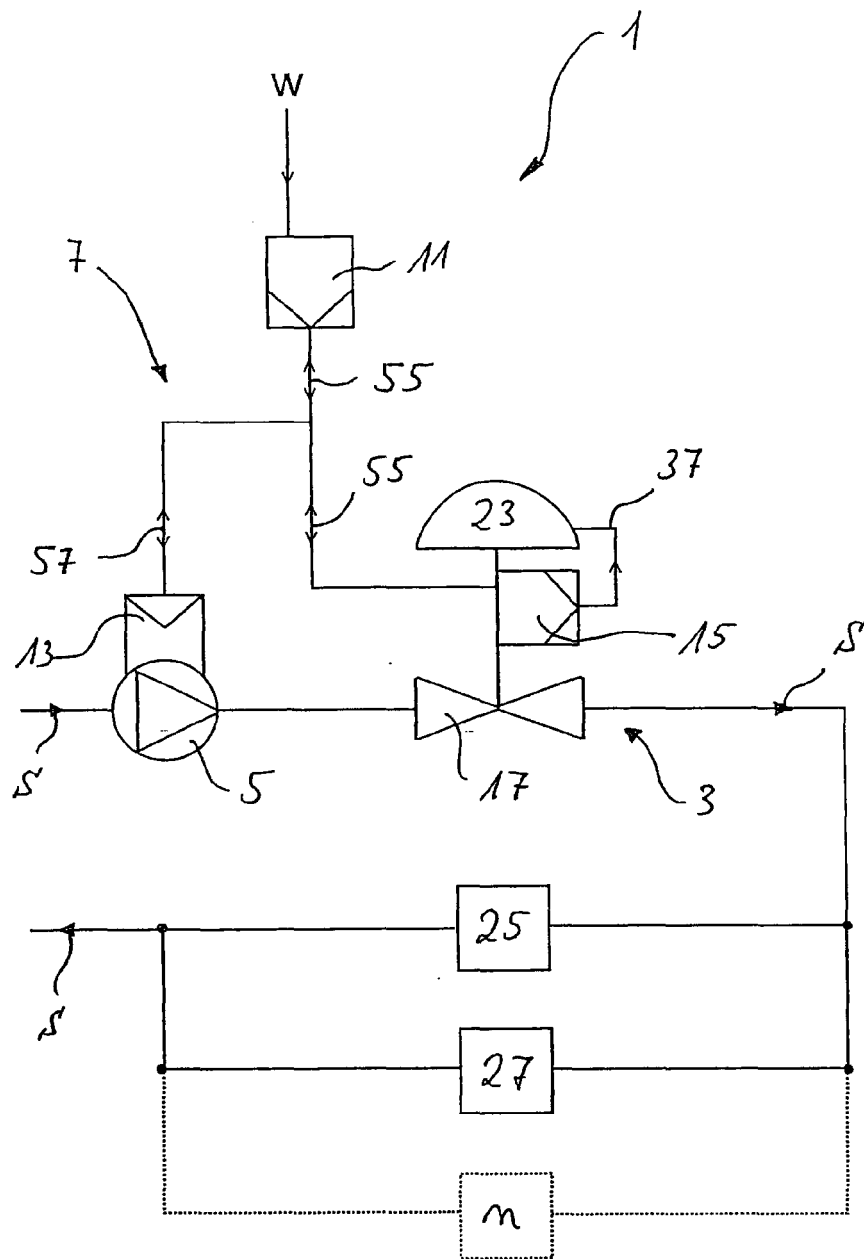


Fig. 5

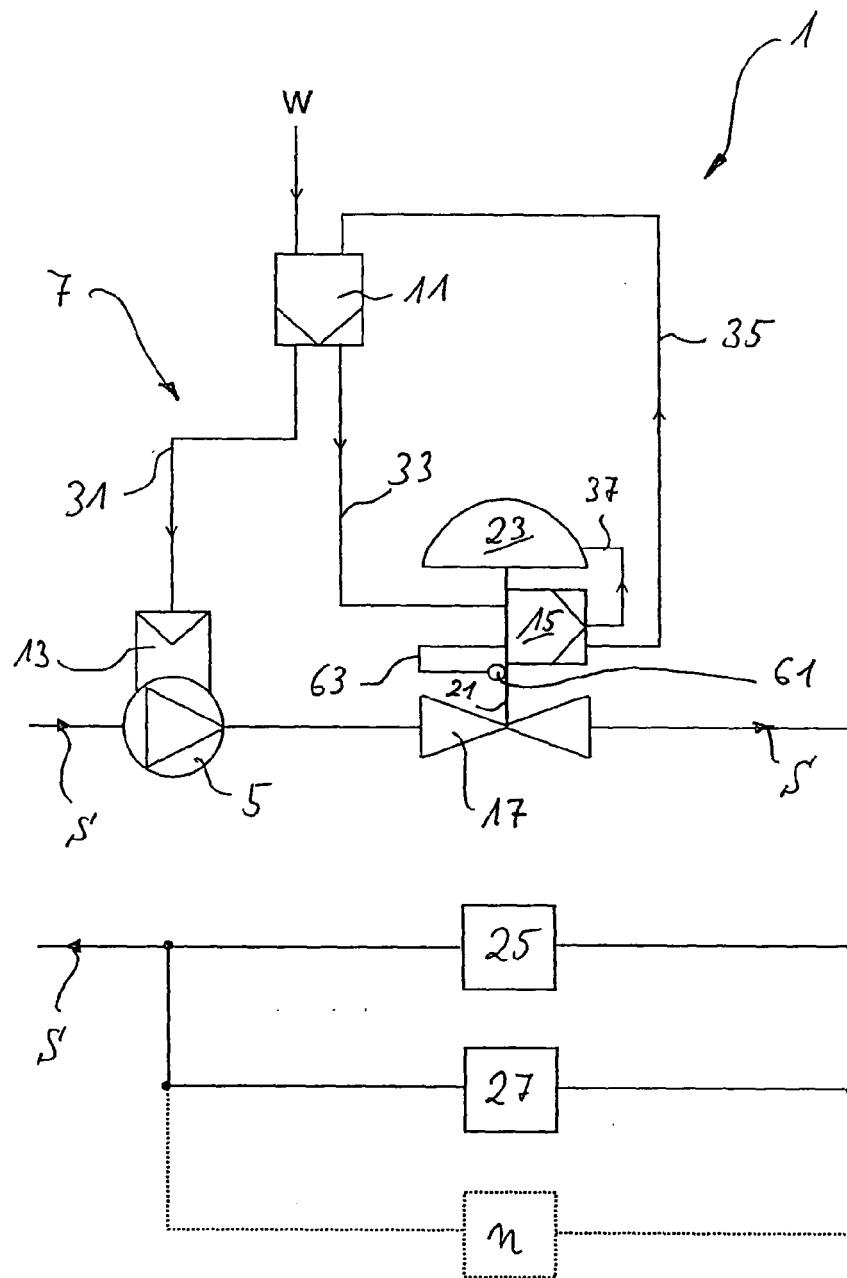


Fig. 6

**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]