



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**18.04.2007 Patentblatt 2007/16**

(51) Int Cl.:  
**F15B 21/08 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **06021167.9**

(22) Anmeldetag: **10.10.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

- **Fuss, Martin**  
**73240 Wendlingen (DE)**
- **Suchy, Walter**  
**70176 Stuttgart (DE)**
- **Szenn, Otto, Dr.**  
**71229 Leonberg (DE)**
- **Röckle, Heinz**  
**73728 Esslingen (DE)**
- **Ullmann, Jörg**  
**73733 Esslingen (DE)**

(30) Priorität: **11.10.2005 DE 102005048646**

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

(72) Erfinder:  
 • **Boger, Markus**  
**73734 Esslingen (DE)**

(74) Vertreter: **Vetter, Hans**  
**Patentanwälte,**  
**Magenbauer & Kollegen,**  
**Plochinger Strasse 109**  
**73730 Esslingen (DE)**

(54) **Steuereinrichtung für wenigstens einen fluidischen Aktor und elektrisches Versorgungsmodul zur Spannungsversorgung**

(57) Es wird eine Steuereinrichtung für wenigstens einen fluidischen Aktor (10) vorgeschlagen, der über mindestens ein Ventil (18) mit einer fluidischen Druckleitung (16) verbindbar ist. Ein das Ventil (18) steuernder Ablauf-Controller (12) ist über eine drahtlose Sende- und/oder Empfangseinrichtung (13, 15) mit einer externen Steuereinheit (14) verbunden. Die Druckleitung (16) ist über ein Ladesteuerungsventil (23) mit einem einen elektrischen Generator (26) aufweisenden Luftdruckwandler zur Erzeugung von elektrischer Energie für die Spannungsversorgung aller zu versorgenden elektrischen

Komponenten verbunden. Eine vom Ablauf-Controller (12) gesteuerte Ventiltreiberstufenanordnung (29) öffnet das Ladesteuerungsventil (23) bei Unterschreitung eines vorgebbaren Ladezustands des Energiespeichers (28). Hierdurch benötigt die Steuereinrichtung insgesamt nur einen pneumatischen Anschluss und keinerlei elektrische Anschlüsse. Die zur Spannungsversorgung erforderlichen Bauteile und Baugruppen sind bevorzugt in einem elektrischen Versorgungsmodul (40) integriert, das auch zur Spannungsversorgung anderer fluidischer Anordnungen verwendet werden kann.

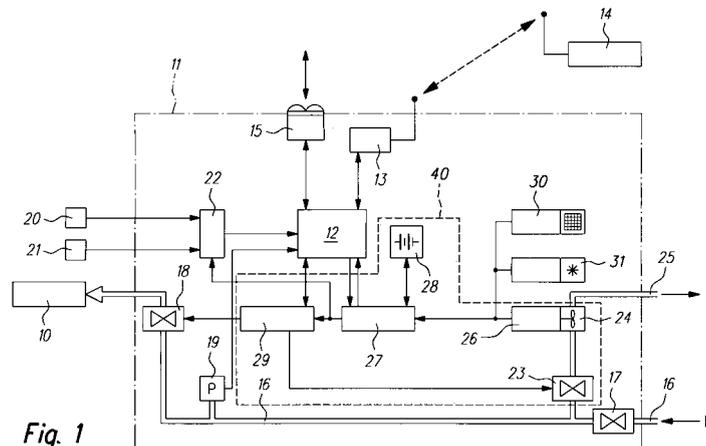


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Steuereinrichtung für wenigstens einen fluidischen Aktor nach der Gattung des Anspruchs 1 sowie ein elektrisches Versorgungsmodul zur Spannungsversorgung nach der Gattung des Anspruchs 13.

**[0002]** Eine derartige, aus der WO 01/18405 A1 bekannte Steuereinrichtung enthält zur Energieerzeugung beispielsweise einen Luftdruckwandler mit elektrischem Generator. Diese ist ständig an die Druckleitung angeschlossen, was einen ständigen Luftverbrauch zur Folge hat, selbst wenn der Energiespeicher einen ausreichenden Speicherinhalt besitzt. Aufgrund des dauernden Betriebs wird sogar vorgeschlagen, auf den Energiespeicher ganz zu verzichten. Dessen Ladezustand hängt somit von der Arbeitsweise der übrigen Komponenten ab und ist mehr oder weniger zufällig.

**[0003]** Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die bekannte Steuereinrichtung und ein entsprechendes elektrisches Versorgungsmodul so zu verbessern, dass der Luftverbrauch trotz ausreichender Spannungsversorgung minimiert wird.

**[0004]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Steuereinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 oder Anspruchs 2 sowie durch ein Versorgungsmodul mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst.

**[0005]** Die Vorteile der erfindungsgemäßen Steuereinrichtung bestehen insbesondere darin, dass der Luftdruckwandler für das Ladesteuerungsventil nur dann eingeschaltet wird, wenn dies für die Energieversorgung erforderlich ist. In der übrigen Zeit, also bei ausreichendem Ladezustand des Energiespeichers, ist der Luftdruckwandler abgeschaltet, und es tritt kein Luftverbrauch auf. Durch die Ladesteuerungseinrichtung kann der Ladezustand des Energiespeichers komplett erfasst werden. Die gesamte Steuereinrichtung besitzt den weiteren besonderen Vorteil, dass sie lediglich an eine fluidische Leitung angeschlossen werden muss. Sämtliche elektrischen Versorgungs- und Steuerleitungen können entfallen. Sie eignet sich daher vor allem für den Einsatz in räumlich weit verteilten Systemen, beispielsweise Prozessanlagen, bei denen enorme Installationskosten eingespart werden können.

**[0006]** Vorteilhafterweise kann das Versorgungsmodul durch die Anordnung sowohl des Turbinenrads als auch des Rotors des Generators im gleichen Gehäuse sehr kleinbauend realisiert werden, wobei die Anordnung des Rotors und des Turbinenrads auf einer gemeinsamen Welle diese Kleinstbauweise noch unterstützt und zu einer einfachen Montage beiträgt, da beides in einem Arbeitsgang in das Gehäuse eingesetzt werden kann. Das gesamte Versorgungsmodul ist als kompakte Einheit schnell und einfach austauschbar.

**[0007]** Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen Steuereinrichtung möglich.

**[0008]** Eine noch günstigere Energiebilanz und ein noch geringerer Luftverbrauch für die Energieerzeugung kann dadurch erreicht werden, dass eine von der Ventiltrieberrufenanordnung gesteuerte, Aktorabluft über den Luftdruckwandler führende Ventilanordnung vorgesehen ist. Fluidische Aktoren müssen betriebsbedingt immer wieder entlüftet werden. Vorteilhafterweise wird diese ansonsten für die Energiebilanz nicht verwertbare Abluft über den Luftdruckwandler geführt und trägt positiv zur Energiebilanz, nämlich zur Aufladung des Energiespeichers, bei. Dadurch muss diese weniger oft durch die fluidische Druckleitung eingeschaltet werden.

**[0009]** In vorteilhafter Weise kann das Ladesteuerungsventil einen Teil dieser Ventilanordnung bilden und so zur Verringerung der Zahl der Gesamtkomponenten beitragen.

**[0010]** Als günstig hat sich auch wenigstens ein mit externen Sensoren verbindbares Sensor-Interface am Ablauf-Controller erwiesen. Hierdurch können beispielsweise an den Aktoren angeordnete Sensoren ausgewertet werden, ohne dass Spannungsversorgungsleitungen von externen Einrichtungen erforderlich wären.

**[0011]** Zweckmäßigerweise ist ein an die Druckleitung angeschlossener Drucksensor mit dem Ablauf-Controller verbunden, um den Versorgungsdruck überwachen zu können und um geeignete Maßnahmen ergreifen zu können, wenn dieser sich außerhalb eines korrekten Bereichs bewegt.

**[0012]** Die Energiebilanz kann noch zusätzlich dadurch verbessert werden, dass ein Solarzellengenerator und/oder ein Windgenerator zusätzlich zur Ladung des Energiespeichers vorgesehen sind.

**[0013]** Der Energiespeicher ist zweckmäßigerweise als elektrische Batterie, insbesondere als Akkumulator, oder als Kondensatoranordnung ausgebildet.

**[0014]** Als drahtlose Sende- und/oder Empfangseinrichtung eignet sich insbesondere eine Infrarot- und/oder Funkeinrichtung.

**[0015]** Die gesamte Steuereinrichtung mit sämtlichen Komponenten kann in vorteilhafter Weise als kompakte Einheit ausgebildet sein, insbesondere in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sein.

**[0016]** Das Gehäuse des Versorgungsmoduls besitzt zweckmäßigerweise eine zylindrische oder quaderförmige Gestalt, die sich im Hinblick auf die angestrebte Kleinstbauweise optimal an die rotierenden Teile im Innern anpassen lässt.

**[0017]** Ein wichtiger Beitrag zur angestrebten Kleinstbauweise ist die Anordnung der Statorwicklung des Generators im den Rotor des Generators umgreifenden Wandbereich des Gehäuses, so dass die Statorwicklung keinen zusätzlichen Platz beansprucht. Hierzu eignet sich als Statorwicklung insbesondere eine Korbwicklung, wobei der Rotor eine Permanentmagnetanordnung besitzt.

**[0018]** In einer weiteren Ausführungsform ist der Gehäuse-Innenraum durch eine Zwischenwandung in eine erste Kammer zur Aufnahme des Turbinenrades und des

Rotors des Generators und in eine zweite Kammer zur Aufnahme des Ventils, der Ladesteuerungseinrichtung und des Energiespeichers unterteilt. Die Zwischenwand trägt dann zweckmäßigerweise ein erstes Wellenlager und eine der beiden Gehäuse-Stirnseiten ein weiteres Wellenlager.

**[0019]** Der Generator ist zweckmäßigerweise als Wechselspannungsgenerator ausgebildet, wobei dann die Ladesteuerungseinrichtung die zur Bildung einer Gleichspannung erforderlichen elektrischen Komponenten enthält, beispielsweise eine Gleichrichteranordnung, eine Regeleinrichtung und/oder eine Glättungseinrichtung. Der Generator kann jedoch auch als Gleichspannungsgenerator ausgebildet sein.

**[0020]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der weiteren Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild einer Steuereinrichtung als Ausführungsbeispiel der Erfindung und

Figur 2 ein elektrisches Versorgungsmodul zur Spannungsversorgung der Steuereinrichtung oder einer sonstigen elektrischen Einrichtung.

**[0021]** Die im Folgenden beschriebene Steuereinrichtung für wenigstens einen fluidischen Aktor 10 ist als kompakte Einheit in einem gemeinsamen Gehäuse 11 untergebracht, wobei Variationen auch in mehrere Einheiten unterteilt sein können. Im Ausführungsbeispiel ist ein einziger Aktor dargestellt, beispielsweise ein Linearantrieb, ein pneumatischer Greifer, ein Arbeitszylinder, ein Prozessventil oder dergleichen, wobei auch mehrere gleiche oder unterschiedliche Aktoren angesteuert werden können. Hierzu müssen eine entsprechende Zahl und Ausgestaltung von Steuerventilen in der Steuereinrichtung vorgesehen sein. Es ist auch möglich, die Steuereinrichtung zusammen mit einem Aktor integral in einem Gehäuse anzuordnen bzw. zu integrieren.

**[0022]** Zur elektronischen Steuerung des Aktors 10 dient ein Ablauf-Controller 12, der mindestens einen Mikroprozessor oder eine Verknüpfungslogik enthält. Eine als Sende- und Empfangseinrichtung ausgebildete Funkeinrichtung 13 dient zur drahtlosen Datenübertragung von und zu einer externen Steuereinheit 14, bei der es sich beispielsweise um eine Zentralsteuerung für mehrere solcher Steuereinrichtungen handeln kann. Von dieser Steuereinheit 14 werden Steuersignale an den Ablauf-Controller 12 übermittelt, wobei in umgekehrter Richtung Sendesignale an die externe Steuereinheit 14 gesendet werden. Der Ablauf-Controller 12 kann selbst ein Ablaufprogramm enthalten, durch das bestimmte Funktionen und Abläufe im Aktor 10 unabhängig gesteuert werden können. Es bleibt der jeweiligen Konzeption vorbehalten, welche und wie viele Funktionen der Ablauf-Controller 12 selbstständig ausführen kann und welche und wie viele Funktionen seitens der externen Steuereinheit 14 gesteuert werden.

**[0023]** Als weitere drahtlose Kommunikationseinrichtung ist noch eine Infraroteinrichtung 15 mit dem Ablauf-Controller 12 verbunden, über die alternativ oder zusätzlich eine Kommunikation mit externen Geräten, beispielsweise auch mit einer externen Steuereinheit, durchgeführt werden kann. In einer einfacheren Ausführung kann diese Infraroteinrichtung 15 auch entfallen.

**[0024]** Die Steuereinrichtung ist an eine fluidische Druckleitung 16 angeschlossen, an der ständig ein Arbeitsdruck P einer externen Druckquelle anliegt. Diese Druckleitung 16 verläuft über ein Eingangsventil 17 und ein Arbeitsventil 18 im Gehäuse 11 bis zum Aktor 10. Ein an die Druckleitung 16 angeschlossener Drucksensor 19 ist mit dem Ablauf-Controller 12 verbunden und überträgt die gemessenen Druckwerte an diesen. Weiterhin sind externe Sensoren 20, 21 über ein Sensor-Interface 22 mit dem Ablauf-Controller 12 verbunden, um diesem beispielsweise Sensordaten des Aktors 10 oder sonstige externe Sensordaten zu übermitteln. Solche Sensordaten sind beispielsweise Druckdaten, Temperaturdaten, Positionsdaten oder dergleichen. Alle Sensordaten können vom Ablauf-Controller 12 aus über die Funkeinrichtung 13 der externen Steuereinheit 14 übermittelt werden.

**[0025]** Im Falle der Ausbildung der Sensoren 20, 21 oder eines Teils derselben als ein Positionssensor oder als mehrere Positionssensoren oder als kontinuierliches Wege- oder Winkelmeßsystem dient der Ablauf-Controller 12 zur Positionsregelung des beispielsweise als Arbeitszylinder oder Prozessventil ausgebildeten Aktors 10. Neben einer Endlagenerkennung und/oder Endlagenregelung des entsprechenden Aktorglieds des Aktors 10, also beispielsweise eines Kolbens oder Ventillglieds, kann dabei auch noch eine Endlagendämpfung realisiert werden. Je nach der Zahl der Positionsschalter bzw. Positionssensoren können mehrere Positionen angefahren bzw. eingeregelt werden. Im Falle eines kontinuierlichen Wege- oder Winkelmeßsystems können beliebige Positionen angefahren werden. Zur Feinregelung kann noch ein elektrischer oder elektropneumatischer Feintrieb als zusätzlicher servopneumatischer oder elektrischer Stellungsregler vorgesehen sein, der linear oder parallel geschaltet wird. Insgesamt wird dadurch eine sensorabhängige Lageregelung realisiert, die keine Zufuhr elektrischer Energie von außen erfordert und die somit eine autarke Einrichtung bildet, wobei bevorzugt die Steuereinrichtung an den Aktor angebaut ist oder mit diesem zusammen eine integrierte Einheit bildet.

**[0026]** Die Druckleitung 16 ist weiterhin nach dem Eingangsventil 17 über ein Ladesteuerungsventil 23 und einen Luftdruckwandler 24 mit einem Fluidausgang 25 verbunden. Der Luftdruckwandler 24 treibt einen elektrischen Generator 26 an, dessen erzeugte Spannung über eine Ladesteuerungseinrichtung 27 zur Aufladung einer elektrischen Speicherbatterie 28 dient. Der elektrische Generator 26 kann ein Gleichstrom- oder Wechselstromgenerator sein. Im Falle eines Wechselspannungsgenerators enthält die Ladesteuerungseinrichtung 27 noch ei-

ne gesteuerte oder ungesteuerte Gleichrichteranordnung, z.B. eine MOSFET-Gleichrichterschaltung. Die Ladesteuerungseinrichtung 27 meldet den jeweiligen Ladezustand der Speicherbatterie 28 dem Ablauf-Controller 12, der dann jeweils nach Bedarf, also bei zu niedrigem Ladezustand, über eine Ventiltreiberstufenanordnung 29 das Ladesteuerungsventil 23 öffnet und dadurch den Luftdruckwandler 24 und den elektrischen Generator 26 zur Aufladung der Speicherbatterie 28 in Betrieb setzt. Nach Erreichen des jeweils vorgesehenen korrekten Ladezustands wird dann das Ladesteuerungsventil 23 wieder geschlossen. Über die Ladesteuerungseinrichtung 27 werden alle elektrischen und elektronischen Komponenten der Steuereinrichtung mit der erforderlichen Versorgungsspannung versorgt. Hierzu enthält die Ladesteuerungseinrichtung 27 einen Spannungsumsetzer, der die Spannung der Speicherbatterie 28 in die jeweils erforderliche Versorgungsspannung umsetzt, die eine stabilisierte Spannung sein sollte.

**[0027]** Der Luftdruckwandler 24 kann z.B. als Mikroturbine oder Lamellenmotor ausgebildet sein, wobei Lamellenmotoren beispielsweise unter der Bezeichnung Globe Lamellenmotor im Handel erhältlich sind. Im Übrigen kann für die Kombination Luftdruckmotor-Generator jedes bekannte System im Rahmen der Erfindung eingesetzt werden, durch das Luftdruckenergie in elektrische Energie umgesetzt werden kann. Dabei können außer rotierenden Generatoren auch nicht-rotierende elektrische Generatoren eingesetzt werden, z.B. Piezo-Generatoren.

**[0028]** Das Eingangsventil 17 und das Arbeitsventil 18 werden ebenfalls vom Ablauf-Controller 12 über die Ventiltreiberstufenanordnung 29 gesteuert. Das Eingangsventil 17 ist im Normalzustand geöffnet. Bei einer Entlüftung des Aktors 10 wird das ausströmende Fluid zusätzlich zum Betrieb des Luftdruckwandlers 24 beziehungsweise des elektrischen Generators 26 und damit zur Aufladung der Speicherbatterie 28 verwendet. Hierzu werden das Arbeitsventil 18 und das Ladesteuerungsventil 23 geöffnet und das Eingangsventil 17 geschlossen. Dadurch kann das vom Aktor 10 umströmte Fluid über den Luftdruckwandler 24 zum Fluidausgang 25 geführt werden.

**[0029]** Alternativ hierzu kann auch das Arbeitsventil 18 als Mehrwegeventil ausgebildet sein und einen Fluidauslass für das vom Aktor 10 abgegebene Fluid besitzen. Dieser Fluidauslass kann dann direkt mit dem Eingang des Luftdruckwandlers 24 verbunden werden. In diesem Falle kann das Eingangsventil 17 entfallen, und das Ladesteuerungsventil 23 ist während der Rückströmung des Fluids vom Aktor 10 geschlossen. Die Ausführung des Arbeitsventils 18 hängt nicht zuletzt auch von den Steuerungserfordernissen für den Aktor 10 ab, das heißt, wie viele Steuerungswege das Arbeitsventil 18 besitzen muss. Anstelle eines Arbeitsventils können selbstverständlich auch mehrere Arbeitsventile vorgesehen sein, insbesondere auch für den Fall, dass mehrere Aktoren 10 angeschlossen sind. Als Ventile eignen sich vor allem

Impulsventile.

**[0030]** Die Ladesteuerungseinrichtung 27 kann auch im Ablauf-Controller 12 mitintegriert sein. Alternativ hierzu kann auch eine Auftrennung der Ladesteuerungseinrichtung 27 in ein Modul zur eigentlichen Ladesteuerung oder -regelung und in ein Modul zur Spannungsversorgung vorgesehen sein.

**[0031]** Zur zusätzlichen Energieerzeugung können auch noch ein Solarzellengenerator 30 und/oder ein Windgenerator 31 vorgesehen sein. Dies hängt von den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten ab, also ob die Steuereinrichtung an einer Stelle positioniert ist, die einen ausreichenden Lichteinfall gewährleistet, oder an einer Stelle, an der ausreichender Wind auftritt, also beispielsweise bei einer Anwendung im Freien.

**[0032]** Falls die Steuereinrichtung in einem explosionsgefährdeten Bereich eingesetzt wird, so müssen die eingesetzten Einheiten explosionsgeschützt ausgeführt werden, wobei beispielsweise das Gehäuse entweder druckfest oder überdruckgekapselt ausgeführt werden müsste.

**[0033]** Anstelle einer elektrischen Speicherbatterie 28 oder eines sonstigen elektrischen Akkumulators kann beispielsweise auch ein kapazitives Element bzw. eine Kondensatoranordnung als Energiespeicher eingesetzt werden, wozu sich z.B. wenigstens ein Goldcap- oder Ultracap-Element besonders eignet.

**[0034]** Das in Figur 2 dargestellte elektrische Versorgungsmodul enthält einen Teil der Bauteile und Baugruppen gemäß Figur 1, und zwar im Wesentlichen den Teil, der für die Spannungsversorgung eingesetzt wird. Diese Bauteile sind in einem eigenen Modulgehäuse 41 integriert, das zur Spannungsversorgung der in Figur 1 dargestellten Steuereinrichtung in deren Gehäuse 11 eingesetzt sein kann. Dieses elektrische Versorgungsmodul 40 kann jedoch auch zur Spannungsversorgung anderer elektrischer Geräte eingesetzt werden, die einen Fluidanschluss, insbesondere einen Druckluftanschluss besitzen. Gleiche oder gleichwirkende Bauteile und Baugruppen, die bereits in Figur 1 dargestellt und beschrieben sind, tragen in Figur 2 dieselben Bezugszeichen.

**[0035]** Das beispielsweise zylindrische, quaderförmige oder auch topfförmige Modulgehäuse 41 enthält den an einer gemeinsamen Welle 42 angeordneten Druckluftwandler 24 und den elektrischen Generator 26. Diese gemeinsame Welle ist mit einem Endbereich in einem Lager 43 einer Stirnwandung 44 des Modulgehäuses 41 und mit ihrem anderen Endbereich in einem Lager 45 in einer Zwischenwandung 46 gelagert.

**[0036]** Ein Drucklufteinlass 47 ist über das als Proportionalventil ausgebildete Ladesteuerungsventil 23 und über den als Mikroturbine ausgebildeten Druckluftwandler 24 mit einem Druckluftauslass 48 verbunden. Wird der Drucklufteinlass 47 mit Druckluft beaufschlagt, so wird ein Turbinenrad 49 des Druckluftwandlers 24 angetrieben und in Rotation versetzt, das seinerseits über die gemeinsame Welle 42 einen Rotor 50 des elektrischen Generators 26 antreibt.

[0037] Der elektrische Generator 26 besteht aus diesem Rotor 50 und einer als Korbwicklung ausgebildeten Statorspule 51, die in einem den Rotor 50 umgreifenden Wandbereich eines Gehäuseteils 52 des Modulgehäuses 41 angeordnet ist. Prinzipiell könnte diese Statorspule 51 auch an der Innenseite des Gehäuseteils 52 angeordnet sein; jedoch hätte dies einen größeren Platzbedarf zur Folge. Weiterhin kann bei einer alternativen Glockenanker-Ausführung auch die Wicklung rotieren, während der Permanentmagnet im wesentlichen den Stator bildet.

[0038] Die Statorspule 51 ist über elektrische Leitungen 53 mit der Ladesteuerungseinrichtung 27 verbunden, die sich ebenfalls im Modulgehäuse 41 befindet und die zur Aufladung der elektrischen Speicherbatterie 28 einerseits und zur Entnahme von Energie aus derselben ausgebildet ist, wie dies bereits beschrieben worden ist. Bei einem als Wechselstromgenerator ausgebildeten Generator 26 sind die für die Spannungsaufbereitung erforderlichen Komponenten in der Ladesteuerungseinrichtung 27 enthalten. Hierbei kann es sich beispielsweise um eine Gleichrichteranordnung und/oder eine Regleinrichtung und/oder eine Glättungsanordnung handeln. Die Gleichrichteranordnung kann dabei als gesteuerte oder ungesteuerte Gleichrichterschaltung ausgebildet sein, beispielsweise als MOSFET-Schaltung. Anstelle eines Wechselstromgenerators kann selbstverständlich auch ein Gleichstromgenerator eingesetzt werden, der eine Gleichrichteranordnung nicht benötigt. Auch der Ablauf-Controller 12 könnte noch zusätzlich im Modulgehäuse integriert sein.

[0039] Bei dem beschriebenen Modulgehäuse handelt es sich um ein sehr kleines Gehäuse, das zum Einsetzen in pneumatische bzw. elektrische Anordnungen mit pneumatischen Komponenten geeignet ist. Eine typische Größe besitzt beispielsweise eine Länge von 30 mm und einen Durchmesser von 20 mm. Bei dieser geringen Größe kann das Ladesteuerungsventil 23 beispielsweise als Piezoventil ausgebildet sein.

[0040] Ein Drehzahlsensor 54 dient zum Erfassen der Drehzahl des Turbinenrads 59 bzw. des Rotors 50 des Generators 26. Er ist ebenfalls über die elektrischen Leitungen 53 mit der Ladesteuerungseinrichtung 27 verbunden, wobei die dargestellten zwei Leitungen 53 nur eine schematische Darstellung sind. Die Zahl der Leitungen richtet sich indes nach den jeweiligen Erfordernissen. Das Drehzahlsignal des Drehzahlsensors 54 wird der Ladesteuerungseinrichtung 27, die eine Regelungseinrichtung enthält, als Istwert zugeführt, um die Drehzahl des Generators 26 in Abhängigkeit der erforderlichen Ladestromspannung zu regeln. Es handelt sich dabei um eine lastabhängige Drehzahlregelung um eine gewünschte Spannung von z.B. 12 V zu regeln. Dies erfolgt über das als Proportionalventil ausgebildete Ladesteuerungsventil 23, das die Luftströmung durch den Druckluftwandler 24 kontinuierlich steuert bzw. regelt. Die Betätigung des Ladesteuerungsventils 23 erfolgt über die integrierte Ventiltreiberstufenanordnung 29, die selbstverständlich

auch gemäß Figur 1 als separate Einheit ausgebildet sein kann.

[0041] Der Ladezustand der Speicherbatterie 28 wird kontinuierlich von der Ladesteuerungseinrichtung 27 abgefragt, und entsprechend wird über die Drehzahl des elektrischen Generators 26 die Ladespannung geregelt. An elektrischen Anschlüssen 55 der Ladesteuerungseinrichtung 27 kann die Spannung der Speicherbatterie 28 oder eine daraus abgeleitete Spannung als Versorgungsspannung abgegriffen werden. Hierzu kann die Ladesteuerungseinrichtung 27 auch noch einen Spannungsumsetzer und/oder einen Spannungsregler enthalten, um eine oder mehrere Versorgungsspannungen auch als stabilisierte Spannungen zur Verfügung zu stellen.

[0042] Der Drucksensor 19 erzeugt einen Sensorwert, der dem Versorgungsdruck am Drucklufteinlass (47) entspricht und führt ihn der Ladesteuerungseinrichtung (27) zu, damit die Drehzahlregelung in Abhängigkeit des zur Verfügung stehenden Versorgungsdrucks beeinflusst werden kann.

## Patentansprüche

1. Steuereinrichtung für wenigstens einen fluidischen Aktor, der über mindestens ein Ventil (17, 18) mit einer fluidischen Druckleitung (16) verbindbar ist, mit einem das Ventil (16, 17) steuernden Ablauf-Controller (12), der über eine drahtlose Sende- und/oder Empfangseinrichtung (13, 15) mit einer externen Steuereinheit (14) verbunden ist, mit einem an die Druckleitung (16) angeschlossenen Luftdruckwandler (24) mit elektrischem Generator (26) zur Erzeugung von elektrischer Energie und mit einem Energiespeicher (28) zur Speicherung derselben und zur Spannungsversorgung aller zu versorgender elektrischer Komponenten, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Luftdruckwandler (24) über ein Ladesteuerungsventil (23) mit der Druckleitung (16) verbunden ist, dass eine Ladesteuerungseinrichtung (27) für den Energiespeicher (28) vorgesehen ist und dass eine vom Ablauf-Controller (12) gesteuerte Ventiltreiberstufenanordnung (29) zur Öffnung des Ladesteuerungsventils (23) bei Unterschreitung eines vorgebbaren Ladezustands des Energiespeichers (28) mit diesem Ladesteuerungsventil (23) verbunden ist.
2. Steuereinrichtung für wenigstens einen fluidischen Aktor, der über mindestens ein Ventil (17, 18) mit einer fluidischen Druckleitung (16) verbindbar ist, mit einem das Ventil (16, 17) steuernden Ablauf-Controller (12), der über eine drahtlose Sende- und/oder Empfangseinrichtung (13, 15) mit einer externen Steuereinheit (14) verbunden ist, mit einem an die Druckleitung (16) angeschlossenen Luftdruckwandler (24) mit elektrischem Generator (26) zur Erzeugung

- gung von elektrischer Energie und mit einem Energiespeicher (28) zur Speicherung derselben und zur Spannungsversorgung aller zu versorgender elektrischer Komponenten, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (10) eine Positionsmesseinrichtung (20) zur Erfassung wenigstens einer Position seines bewegbaren Aktorglieds aufweist, wobei der Ablauf (12) Mittel zur Positionssteuerung oder -regelung des Aktorglieds mittels des Ventils (18) in Abhängigkeit der erfassten Positionsdaten aufweist.
3. Steuereinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Positionsmesseinrichtung (20) mindestens einen Positionsschalter und/oder ein kontinuierliches Wege- oder Winkelmesssystem besitzt.
  4. Steuereinrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (10) mit einem serpopneumatischen oder elektrischen Stellungsregler zur Unterstützung der Positionssteuerung oder -regelung versehen ist.
  5. Steuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (10) als Arbeitszylinder oder Prozessventil ausgebildet ist.
  6. Steuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine von der Ventiltreiberstufenanordnung (29) gesteuerte, Aktorabluft über den Luftdruckwandler (24) führende Ventilanordnung (17, 18, 23) vorgesehen ist.
  7. Steuereinrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ladesteuerungsventil (23) Teil dieser Ventilanordnung ist.
  8. Steuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein mit wenigstens einem externen Sensor (20, 21) verbindbares Sensor-Interface (22) am Ablauf-Controller (12) angeordnet ist.
  9. Steuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein an die Druckleitung (16) angeschlossener Drucksensor (19) mit dem Ablauf-Controller (12) verbunden ist.
  10. Steuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Solarzellengenerator (30) und/oder ein Windgenerator (31) zusätzlich zur Ladung des Energiespeichers (28) vorgesehen sind.
  11. Steuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die drahtlose Sende-und/oder Empfangseinrichtung (13, 15) als Infrarot- und/oder Funkeinrichtung ausgebildet ist.
  12. Steuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie als kompakte Einheit ausgebildet ist und insbesondere in einem gemeinsamen Gehäuse (11) angeordnet ist.
  13. Elektrisches Versorgungsmodul mit einem von einem Luftdruckwandler (24) angetriebenen elektrischen Generator (26), wobei der Rotor (50) des Generators (26) und das Turbinenrad (49) des Druckluftwandlers (24) eine gemeinsame Welle (42) besitzen und im gleichen Gehäuse (41) angeordnet sind, insbesondere zur Spannungsversorgung der Steuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (41) zusätzlich einen elektrischen Energiespeicher (28), eine dessen Ladevorgang regelnde Ladesteuerungseinrichtung (27) und ein den Luftstrom durch den Druckluftwandler (24) vorgebendes, von der Ladesteuerungseinrichtung (27) gesteuertes als Proportionalventil ausgebildetes Ventil (23) enthält, wobei ein die Drehzahl des Generators (26) als Istwert erfasster Drehzahlsensor (54) mit der Ladesteuerungseinrichtung (27) zur Regelung der Drehzahl in Abhängigkeit des Ladezustands des Energiespeichers (28) verbunden ist.
  14. Versorgungsmodul nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (41) eine zylindrische oder quaderförmige Gestalt besitzt.
  15. Versorgungsmodul nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der den Rotor (50) des Generators (26) umgreifende Wandbereich des Gehäuses (41) die Statorspule (51) des Generators (26) enthält.
  16. Versorgungsmodul nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Statorspule (51) des Generators (26) als Korbwicklung ausgebildet ist und der Rotor (50) eine Permanentmagnetanordnung besitzt.
  17. Versorgungsmodul nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gehäuse-Innenraum durch eine Zwischenwandung (46) in eine erste Kammer zur Aufnahme des Turbinenrades (49) und des Rotors (50) des Generators (26) und in eine zweite Kammer zur Aufnahme des Ventils (23) der Ladesteuerungseinrichtung (27) und des Energiespeichers (28) unterteilt ist.
  18. Versorgungsmodul nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenwandung (46) ein erstes Wellenlager (45) und eine der beiden Gehä-

se-Stirnseiten (44) ein zweites Wellenlager (43) trägt.

19. Versorgungsmodul nach einem der Ansprüche 13 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Generator (26) als Gleichspannungsgenerator oder als Wechselspannungsgenerator ausgebildet ist und die Ladesteuerungseinrichtung (27) im Falle der Ausbildung als Wechselspannungsgenerator die zur Bildung einer Gleichspannung erforderlichen elektrischen Komponenten enthält. 5  
10
20. Versorgungsmodul nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Gleichrichteranordnung und/oder eine Glättungseinrichtung als elektrische Komponenten vorgesehen sind. 15
21. Versorgungsmodul nach einem der Ansprüche 13 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Energiespeicher (28) als elektrische Batterie, insbesondere als Akkumulator, oder als Kondensatoranordnung ausgebildet ist. 20
22. Versorgungsmodul nach einem der Ansprüche 13 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ladesteuerungseinrichtung (27) einen Spannungswandler und/oder einen Spannungsregler zur Vorgabe wenigstens einer Versorgungsspannung und/oder einen Laderegler und/oder einen Ablauf-Controller (12) enthält. 25  
30

35

40

45

50

55

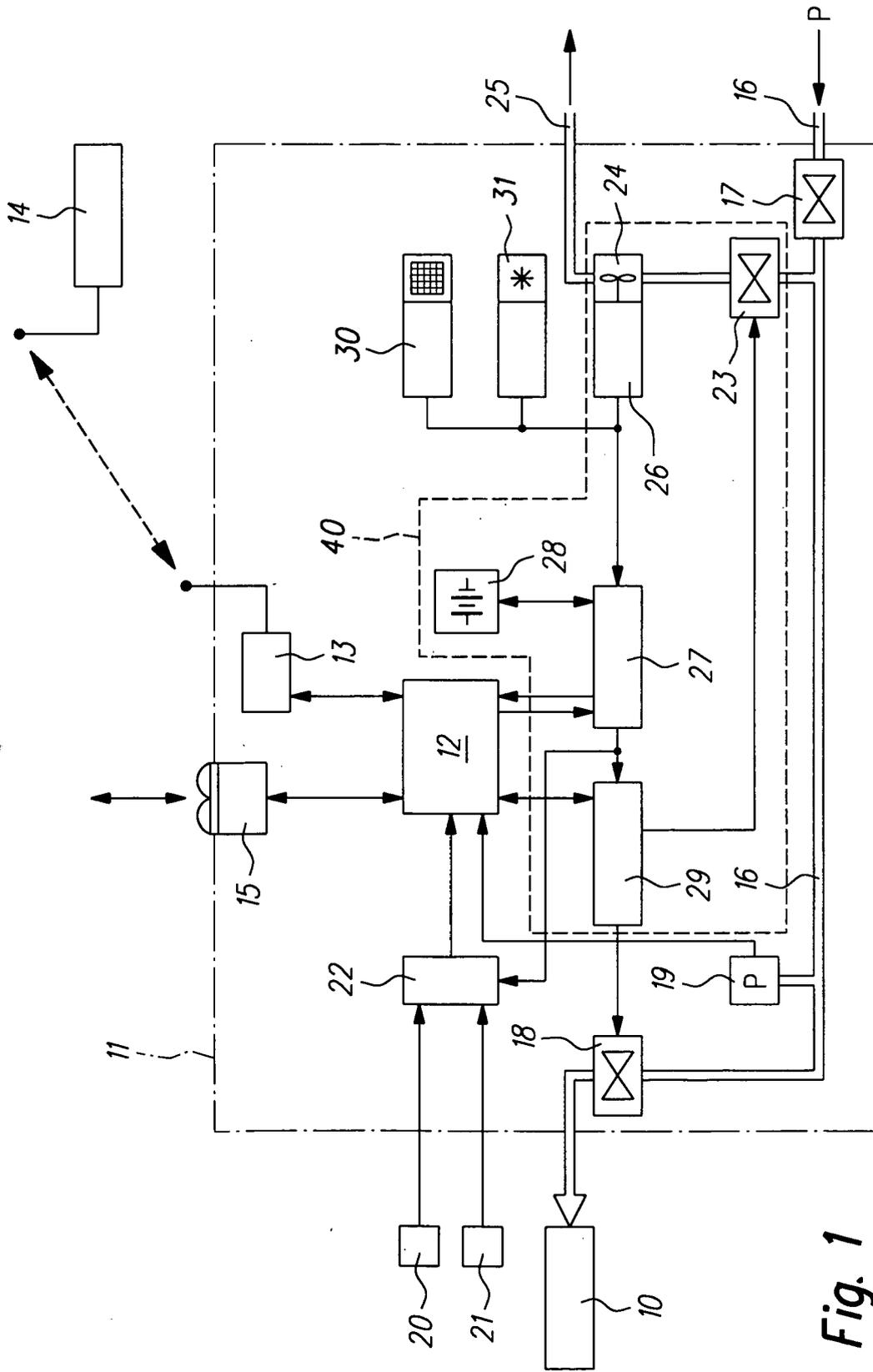


Fig. 1

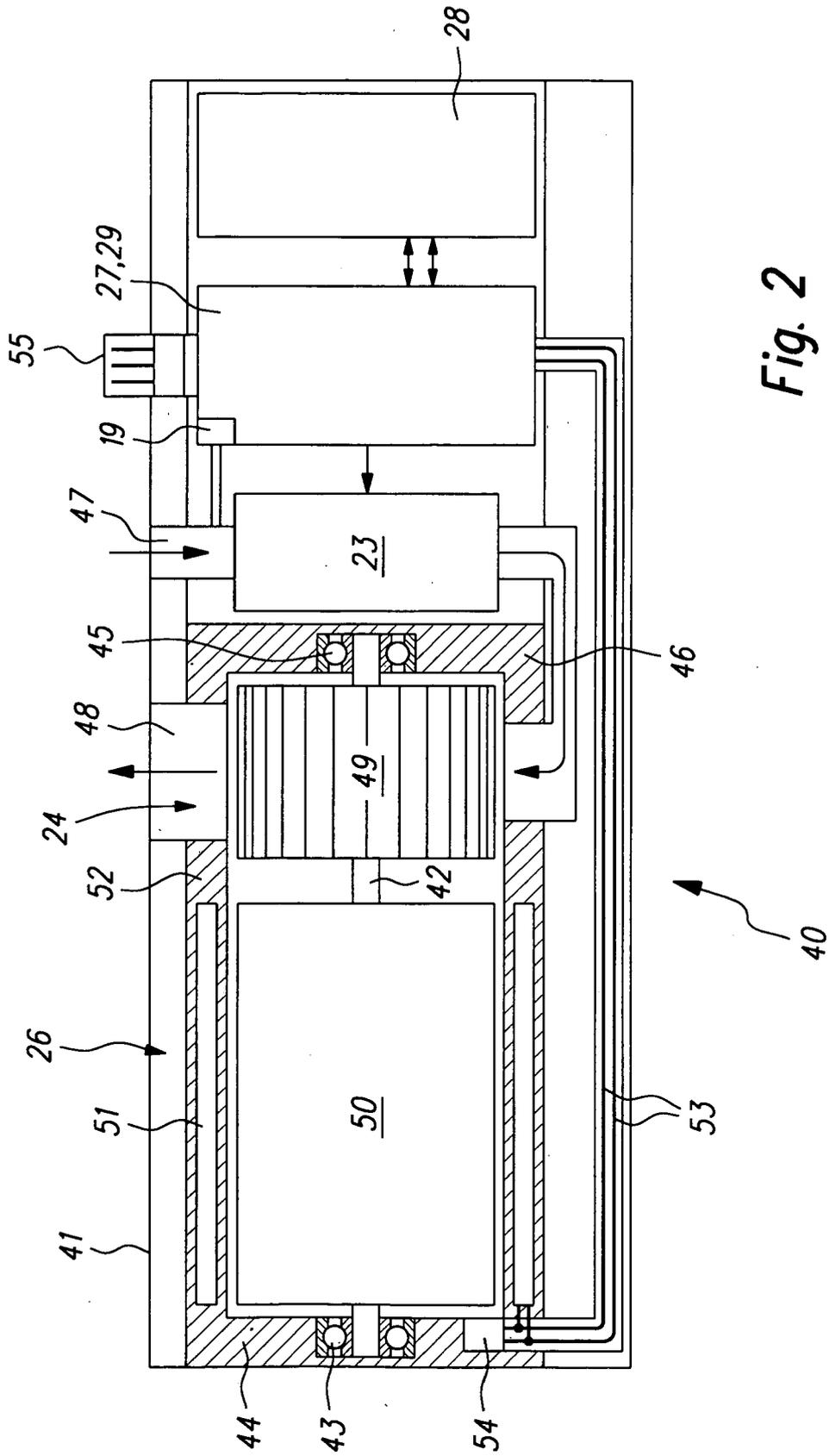


Fig. 2

**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**

- WO 0118405 A1 [0002]