



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.11.2017 Patentblatt 2017/45

(51) Int Cl.:
F04D 13/06 (2006.01) F04D 15/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16207574.1**

(22) Anmeldetag: **30.12.2016**

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

(72) Erfinder:
• **Nielsen, Henrik Juul**
8530 Hjortshøj (DK)
• **Dahlqvist, Mathis**
7120 Vejle Ø (DK)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Vollmann & Hemmer**
Wallstraße 33a
23560 Lübeck (DE)

(71) Anmelder: **Grundfos Holding A/S**
8850 Bjerringbro (DK)

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES ELEKTRONISCH GESTEUERTEN PUMPENAGGREGATES**

(57) Das Verfahren dient zum Betreiben eines elektronisch gesteuerten Pumpenaggregates (1), bei dem in einer elektronischen Steuerung (6) Einstellparameter der Pumpe (2) zur Anpassung an die hydraulischen Anforderungen der örtlichen Einbausituation (4, 5) einstellbar sind. Während des Betriebes des Pumpenaggregates (1) werden die Betriebsdaten registriert. Nach einer vorbe-

stimmten Zeit wird anhand der registrierten Betriebsdaten überprüft, ob das Pumpenaggregat (1) seit der Inbetriebnahme gegenüber den werkseitigen Voreinstellungen eingestellt worden ist. Wenn dies nicht der Fall ist, wird ein Signal (11) abgeben, um auf die noch erforderliche Einstellung aufmerksam zu machen.

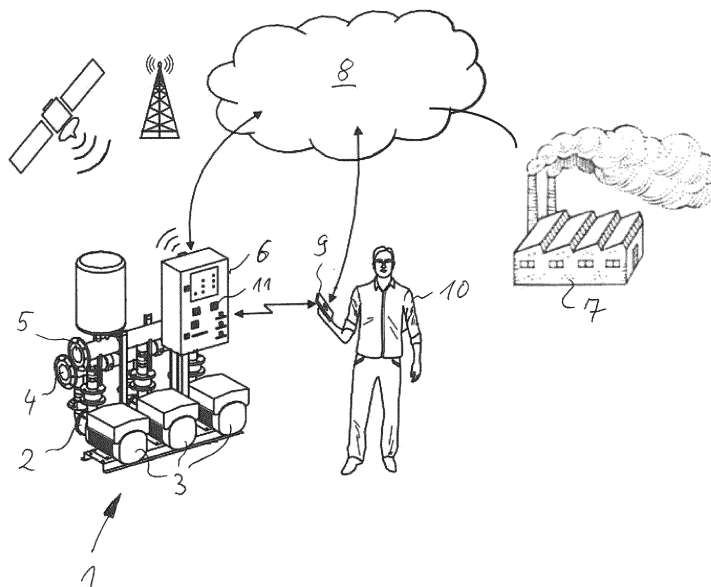


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines elektronisch gesteuerten Pumpenaggregates mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen sowie eine elektronische Steuerung eines elektromotorisch angetriebenen Kreiselpumpenaggregates mit den im Oberbegriff des Anspruchs 9 angegebenen Merkmalen.

[0002] Moderne Pumpenaggregate, insbesondere elektromotorisch angetriebene Kreiselpumpenaggregate weisen einen Elektromotor auf, dem ein Stromrichter/Frequenzumrichter vorgeschaltet ist, so dass die Pumpen in weiten Drehzahlbereichen betrieben werden können und damit auch ein vergleichsweise großes Leistungsspektrum abdecken. Bei Umwälzpumpenaggregaten zählt es beispielsweise zum Stand der Technik, die Pumpe mit einer beliebigen konstanten Drehzahl anzutreiben, aber auch den Betrieb nach vorgegebenen Pumpenkurven zu steuern. Meist sind Regelungen vorgesehen, welche mittels hydraulischer Sensoren oder gegebenenfalls auch nur anhand der elektrischen Werte des Motors betrieben werden, so können Heizungsumwälzpumpen zum Beispiel mit Konstantdruckkurven, mit Konstant-Flow-Kurven, mit Proportionaldruckkurven oder dergleichen betrieben werden. Bei Druckerhöhungsanlagen, sogenannten Boosterpumpen, ist dabei nicht nur der Sollförderdruck einzustellen, auch die Schaltepunkte, an denen eine weitere Pumpe zugeschaltet oder abgeschaltet wird.

[0003] Diese durch die Motorelektronik ermöglichte Varianz ermöglicht zwar, ein Pumpenaggregat energetisch optimiert auf den jeweiligen Anwendungsfall zu betreiben, dies setzt jedoch voraus, dass das Pumpenaggregat auch entsprechend eingestellt worden ist, um so energetisch optimiert betrieben zu werden.

[0004] In der Praxis stellt sich jedoch häufig das Problem, dass die Pumpenaggregate eingebaut und mit den Werkseinstellungen in Betrieb genommen werden bzw. die Einstellung vorsorglich so erfolgt, dass eine Unterversorgung ausgeschlossen werden kann. So kommt es vor, dass solche an sich energetisch sehr günstig betreibbaren Pumpenaggregate über Jahre aufgrund mangelnder oder falscher Einstellung der Parameter mit schlechtem Wirkungsgrad laufen und mehr elektrische Energie benötigen, als dies an sich erforderlich wäre. Neben den erhöhten Energiekosten führt dies häufig auch dazu, dass der durch die Pumpe erzeugte Differenzdruck zu hoch ist, was zu unnötigen Leckagen im System und zu unnötig hohen Geräuschemissionen seitens der Pumpe führen kann.

[0005] Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben eines elektronisch gesteuerten Pumpenaggregates so auszubilden, dass die oben genannten Probleme nach Möglichkeit vermieden werden. Darüber hinaus soll die elektronische Steuerung eines elektromotorisch angetriebenen Kreiselpumpenaggregates zur Ausführung eines

solchen Verfahrens angepasst werden.

[0006] Der verfahrensmäßige Teil dieser Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst, eine elektronische Steuerung zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Anspruch 9 angegeben.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben eines elektronisch gesteuerten Pumpenaggregates, bei dem in einer elektronischen Steuerung Einstellparameter der Pumpe zur Anpassung an die hydraulischen Anforderungen der örtlichen Einbausituation einstellbar sind und bei dem während des Betriebs Betriebsdaten des Pumpenaggregates registriert werden, zeichnet sich gemäß der Erfindung dadurch aus, dass nach einer vorbestimmten Zeit anhand der registrierten Betriebsdaten überprüft wird, ob das Pumpenaggregat in einem energetisch günstigeren Bereich betrieben werden kann oder aber zumindest zu überprüfen, ob alle Einstellparameter gegenüber einer Voreinstellung nicht geändert worden sind und dann, wenn festgestellt wird, dass das Pumpenaggregat in einem energetisch günstigeren Bereich betrieben werden kann oder dass die Einstellparameter gegenüber der Voreinstellung bisher nicht geändert worden sind, ein Signal zur Veränderung der Einstellparameter abgegeben wird. Das Verfahren soll vorzugsweise automatisiert, das heißt selbsttätig ablaufen, in dem es in die elektronische Steuerung implementiert wird, wie dies weiter unten noch beschrieben ist.

[0008] Grundgedanke der Erfindung ist es, nach einer vorbestimmten Zeit eine Überprüfung vorzunehmen, welche entweder anhand der innerhalb dieses Zeitintervalls registrierten Betriebsdaten überprüft, ob das Pumpenaggregat in einem energetisch günstigeren Bereich betrieben werden kann oder aber, wenn diese Prüfung nicht durchgeführt werden kann oder nicht zu einem eindeutigen Ergebnis führt, dass zumindest überprüft wird, ob die Einstellparameter des Pumpenaggregates gegenüber einer Voreinstellung überhaupt schon einmal geändert worden sind, um dann ein Signal abzugeben, anhand dessen erkennbar ist, dass eine Veränderung der Einstellparameter zumindest überprüft werden sollte.

[0009] Pumpenaggregat im Sinne der Erfindung kann dabei grundsätzlich jede elektromotorisch angetriebene Pumpe mit einer elektronischen Steuerung sein, bei welcher die Einstellparametern der Pumpe zur Anpassung an die hydraulischen Anforderungen der örtlichen Einbausituation veränderbar sind. Typischerweise handelt es sich hierbei um mittels Stromrichters/Frequenzumrichters gesteuerte ein- oder mehrstufige Kreiselpumpen. Pumpenaggregat im Sinne der Erfindung kann jedoch auch eine Anzahl von Einzelpumpenaggregaten sein, welche durch eine gemeinsame Steuerung betrieben werden, wie dies beispielsweise bei Druckerhöhungsanlagen (z.B. Boosterpumpen) der Fall ist.

[0010] Das abgegebene Signal kann beispielsweise zur Ansteuerung einer am Pumpenaggregat vorgesehenen Kontrollleuchte, zur Abgabe eines akustischen Alarms oder auch zur Übermittlung eines entsprechen-

den Datensatzes an eine cloudbasierte Datenbank oder einen Server des Herstellers und/oder Betreibers des Pumpenaggregates gebildet sein.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren wird zweckmäßigerweise mit Installation des Pumpenaggregates gestartet, dann ist die werkseitige Voreinstellung des Pumpenaggregates die Voreinstellung. Dann wird also nach einer vorbestimmten Zeit überprüft, ob diese werkseitige Voreinstellung geändert worden ist oder nicht und im Falle einer Nichtänderung das entsprechende Signal abgeben.

[0012] Insoweit günstiger ist es, wenn nach einer vorbestimmten Zeit anhand der registrierten Betriebsdaten überprüft wird, ob das Pumpenaggregat in einem energetisch günstigeren Bereich betrieben werden kann. Hierzu ist in einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen, dass für die energetische Auswertung der Betriebsdaten elektrische Betriebsdaten des Motors, insbesondere die elektrische Leistung des Motors, die steuerungsseitig ohnehin zur Verfügung stehen und andererseits hydraulische Betriebsdaten der Pumpe, insbesondere der Druck- und/oder Durchfluss verwendet werden. Hierdurch ist es ohne weitere Daten möglich, das energetische Verhalten des Pumpenaggregates zu analysieren. Dabei wird die sich aus den hydraulischen Betriebsdaten ergebende hydraulische Leistung mit der elektrischen Leistung des Motors ins Verhältnis gesetzt um hierdurch die Effizienz des Aggregates zu ermitteln. Die Leistung des Elektromotors steht seitens der Steuerungselektronik zur Verfügung, von den hydraulischen Daten steht in der Regel ein Druck, typischerweise der von der Pumpe aufgebrachte Differenzdruck sensorisch zur Verfügung, so dass in Verbindung mit der motorseitig ebenfalls zur Verfügung stehenden Drehzahl die hydraulische Leistung bestimmt werden kann. Alternativ oder zusätzlich können die Daten eines Durchflusssensors hierzu verwendet werden. Die hydraulische Leistung ergibt sich bekanntermaßen aus dem Produkt von Differenzdruck, Durchflussmenge, der Dichte des Fördermediums und der Gravitationsbeschleunigung. So kann also mit diesen Daten zeitlich punktuell oder auch kontinuierlich die Effizienz des Pumpenaggregates durch energetische Auswertung der Betriebsdaten ermittelt werden.

[0013] Vorteilhaft werden die Betriebsdaten in zeitlichen Abständen oder kontinuierlich registriert, das heißt erfasst und gespeichert, um nach der vorbestimmten Zeit eine Effizienzprüfung durchführen zu können. Dabei ist es zweckmäßig, eine solche Effizienzprüfung nicht nur von der Erstinbetriebnahme an durchzuführen, sondern in regelmäßigen zeitlichen Abständen. Um die zu registrierende Datenmenge möglichst klein zu halten, ist es dabei sinnvoll, Grenzwerte festzusetzen, wobei lediglich ein Unter- und Überschreiten dieser Grenzwerte zu registrieren ist bzw. der zeitliche Verlauf des Unter- und Überschreitens. Für die Effizienzermittlung kann beispielsweise festgelegt werden, dass das Pumpenaggregat alle sechs Minuten seine Effizienz, also das Verhält-

nis zwischen hydraulischer Leistung und elektrischer Leistung ermittelt. Wenn der Grenzwert auf maximal 30% festgelegt worden ist, dann sind nur die Betriebspunkte zu registrieren, bei welchen der Effizienzfaktor kleiner 0,7 ist. Die Anzahl der insgesamt zu berücksichtigenden Betriebspunkte ergibt sich dann durch die vorbestimmte Zeit dividiert durch sechs Minuten. Das erfindungsgemäße Verfahren kann nicht nur dazu verwendet werden, einen energetisch günstigen Betrieb des Pumpenaggregates zu forcieren, sondern kann auch dazu verwendet werden, eine deutliche Unter- oder Überdimensionierung des Pumpenaggregates zu ermitteln und anzuzeigen.

[0014] Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere bei einer Internetanbindung des Pumpenaggregates im Idealfall zu einer automatischen Anpassung der Einstellparameter des Pumpenaggregates führen, wenn über ein internetbasiertes Netzwerk nicht nur die Übermittlung und Registrierung der Betriebsdaten des Pumpenaggregates erfolgt, sondern nach netzwerkseitiger Überprüfung eine entsprechende Anpassung der Einstellparameter initiiert werden kann. Dies setzt allerdings nicht nur eine Datenanbindung des Pumpenaggregates an das internetbasierte Netzwerk, sondern auch die Möglichkeit der Veränderung der Betriebsparameter über dieses Netzwerk voraus.

[0015] Bei Pumpenaggregaten, die eine solche internetbasierte Einstellung über ein Netzwerk nicht vorsehen, kann netzwerkseitig ein Datensatz mit entsprechend angepassten Einstellparametern zum Download bereitgestellt werden, welche der Servicetechniker beispielsweise auf sein Smartphone herunterlädt und dann vor Ort in die elektronische Motorsteuerung einliest. Idealerweise wird das Verfahren, bei welchem die Effizienz des Pumpenaggregates überprüft wird, kontinuierlich während der gesamten Betriebszeit durchgeführt. Im Hinblick auf die dann zu registrierende und verarbeitende große Datenmenge wird es jedoch in der Praxis zweckmäßig sein, nach Erstinbetriebnahme innerhalb relativ kurzer Zeit zu überprüfen, ob das Pumpenaggregat energetisch günstig läuft und dies dann später in größeren Zeitabständen zu überprüfen. Insoweit ist es vorteilhaft, die vorbestimmte Zeit, in welcher die Registrierung der Betriebsdaten erfolgt, zwischen einer Stunde und sieben Tagen zu wählen. Wenn das Pumpenaggregat dann erst einmal in einen energetisch günstigeren Zustand versetzt worden ist und sich die hydraulischen Randbedingungen, wie dies häufig der Fall ist, nicht mehr grundlegend ändern, dann kann es ausreichen die Energieeffizienzprüfung nach Ablauf eines Zeitintervalls wiederholt wird. Ein solches Zeitintervall liegt typischerweise zwischen sechs Monaten und fünf Jahren, kann jedoch auch im Einzelfall kürzer gewählt werden.

[0016] Das erfindungsgemäße Verfahren kann bei vorhandenen Pumpenaggregaten typischerweise durch ein Softwareupdate in die elektronische Motorsteuerung implementiert werden. Allerdings ist dann die Signalausgabe an die hardwaremäßig vorgegebenen Möglichkeiten des Pumpenaggregates gebunden. In einfachster Form

wird daher, wenn das Pumpenaggregat keine Netzwerkanbindung, insbesondere keinen Internetzugang hat, eine Anzeige, zum Beispiel eine rote Kontrollleuchte oder ein gelbes Blinklicht aktiviert und alternativ oder zusätzlich ein akustisches Signal abgeben, so dass jeder, der in der Nähe des Pumpenaggregates ist, darauf aufmerksam wird, dass hier offensichtlich ein Handlungsbedarf besteht. Wenn, was bei einer Vielzahl insbesondere größerer Pumpenaggregate heute schon der Fall ist, eine Netzwerkanbindung besteht, dann ist es vorteilhaft, wenn das Signal in Form eines Datenpaketes über das internetbasierte Netzwerk zu einem Server übertragen wird, welcher den Hersteller oder die Wartungsfirma darauf hinweist, dass hier Handlungsbedarf besteht. In diesem Falle ist es vorteilhaft, wenn das Datenpaket die Standortdaten des Pumpenaggregates beinhaltet, da dann eine räumliche Zuordnung ohne Zugriff auf weitere personenbezogene Datenbanken möglich ist.

[0017] Zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dient die erfindungsgemäße elektronische Steuerung eines elektromotorisch angetriebenen Kreiselpumpenaggregates. Sie weist Mittel zum Einstellen von Einstellparametern zur Anpassung des Pumpenaggregates an die hydraulischen Anforderungen der örtlichen Einbausituation auf. Diese können durch Taster/Schalter/Touchscreen am Aggregat selbst gebildet sein, mit denen die Einstellparameter geändert werden können, beispielsweise durch Auswahl entsprechender Regelkurven oder Druck/Flow-Sollwerte. Solche Mittel können jedoch auch drahtlos, beispielsweise mittels eines mobilen Computers, typischerweise Smartphones oder Tablets gebildet sein, auf denen eine entsprechende Softwareapplikation läuft, mit der diese Daten eingegeben und drahtlos an die elektronische Steuerung übertragen werden können. Diese Mittel können bei Netzwerkanbindung der elektronischen Steuerung auch durch Übermittlung entsprechender Einstellungen über das Netzwerk gebildet sein.

[0018] Die Steuerung selbst ist dazu ausgebildet, Betriebsdaten des Pumpenaggregates zu registrieren oder weiterzuleiten. Je nach zur Verfügung stehender Speicher- und Rechenkapazität kann das erfindungsgemäße Verfahren einschließlich Registrierung und Auswertung der registrierten Daten innerhalb der elektronischen Steuerung des Pumpenaggregates oder zumindest teilweise auch über einen netzwerkgebundenen Server erfolgen, mit der die elektronische Steuerung in Datenverbindung steht.

[0019] Gemäß der Erfindung ist die elektronische Steuerung des Pumpenaggregates allerdings so ausgebildet, um selbst zu ermitteln, ob eine Einstellung der Einstellparameter gegenüber einer registrierten Einstellung nach einer vorbestimmten Zeit erfolgt ist und bei nicht erfolgter Einstellung selbsttätig ein Signal abzugeben. Grundsätzlich kann eine solche Überprüfung in regelmäßigen Abständen selbsttätig durch die Steuerung erfolgen oder auch ständig. Besonderes vorteilhaft ist es jedoch, wenn diese vorbestimmte Zeit erstmals von der

Inbetriebnahme der Steuerung an läuft und die registrierte Einstellung die werkseitige Einstellung ist. Damit ist sichergestellt, dass dann, wenn das Pumpenaggregat nach Auslieferung durch den Hersteller an seinem Bestimmungsort eingebaut und an das elektrische Versorgungsnetz angeschlossen ist, unmittelbar nach dieser Erstinbetriebnahme zumindest überwacht wird, ob die Einstellparameter gegenüber den werkseitigen Einstellungen verändert worden sind oder nicht. Wenn letzteres nicht der Fall ist und das zur Einstellung der Einstellparameter auffordernde Signal abgegeben wird, ist mit hoher Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass das Pumpenaggregat in einem energetisch nicht optimierten Bereich läuft, da nämlich nach Einbau und Inbetriebnahme keinerlei Einstellung der Einstellparameter erfolgt ist.

[0020] In vorteilhafter Weiterbildung ist jedoch die elektronische Steuerung weiter dazu ausgebildet, um selbsttätig zu ermitteln, ob das Pumpenaggregat in einem energetisch günstigen Bereich betrieben wird oder nicht. Die insoweit erforderlichen Speicher- und Rechenoperationen sind allerdings aufwendiger, weshalb diese vorteilhaft auch über ein Netzwerk extern erfolgen können. Hierzu, als auch zur Übermittlung des Signals und/oder von Betriebsdaten, weist die Steuerung vorteilhaft eine Schnittstelle zu einem Netzwerk auf, vorzugsweise zu einem internetbasierten Netzwerk. Eine solche Schnittstelle kann drahtgebunden, beispielsweise als LAN-Anschluss ausgebildet sein, ist aber besonders vorteilhaft zur drahtlosen Datenübertragung ausgelegt, beispielsweise mittels WLAN oder Mobilfunkanbindung.

[0021] Da Pumpenaggregate häufig an durch Funknetzwerke nicht abgedeckte Bereiche - sei es unterirdisch oder in Kellern - angeordnet sind, kann es gemäß einer erfindungsgemäßen Weiterbildung vorteilhaft sein, die elektronische Steuerung so auszulegen, dass sie zur Übertragung der Einstellparameter mittels einer Softwareapplikation eines mobilen Eingabegerätes, insbesondere eines Smartphones vorgesehen ist. Dabei kann das mobile Eingabegerät die Verbindung zum Netzwerk herstellen, was gegebenenfalls ja nicht zeitgleich erfolgen muss. Dann werden die zur übertragenden Einstellparameter vorteilhaft aus dem Netzwerk mittels des mobilen Eingabegerätes geladen und nachfolgend in die elektronische Steuerung übertragen.

[0022] Um das erfindungsgemäße Verfahren mit möglichst geringem hardwaremäßigem Aufwand in einer elektronischen Steuerung realisieren zu können, ist gemäß einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dass die Einstellparameter in einer Datei der Steuerung gespeichert sind, und dass lediglich die Änderung dieser Datei überwacht wird. Datei im Sinne dieser Erfindung kann auch eine Gruppe von Dateien oder ein Ordner sein, entscheidend ist, dass die Überwachung ohne konkrete Überwachung der Einstellparameter selbst erfolgen kann, sondern in einfacher Weise durch die Überwachung der Datei, welche, bei Veränderung ein geändertes Datum oder ein anderes Kennzeichen aufweist.

[0023] Die Einstellparameter der elektronischen Steuerung

erung sind vorteilhaft eine oder mehrere der Regelgrößen wie Fördermenge, Förderdruck, Drehzahl, Leistung wobei die hydraulischen Regelgrößen Fördermenge und/oder Förderdruck typischerweise in Form von Regelkurven einstellbar sind.

[0024] Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in schematischer Darstellung eine cloudbasierte Einbindung einer elektronischen Motorsteuerung eines Pumpenaggregates,

Fig. 2A bis C drei Diagramme mit Pumpenkurven und

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm.

[0025] In Fig. 1 ist ein Pumpenaggregat 1 dargestellt, eine sogenannte Boosterpumpe, die aus drei parallel geschalteten Kreislaspumpen 2 aufgebaut ist, die jeweils von einem frequenzumrichter gesteuerten Elektromotor 3 angetrieben werden, die aus einer gemeinsamen Saugleitung 4 in eine gemeinsame Druckleitung 5 fördern. Das Pumpenaggregat 1 weist eine übergeordnete elektronische Steuerung 6 auf, in welche Einstellparameter, insbesondere der Förderdruck sowie die Zu- und Abschaltpunkte der Einzelpumpen einbaubar sind. Diese elektronische Steuerung weist eine Schnittstelle zu einem Netzwerk auf, welches cloudbasiert ist. Die Steuerung 6 ist mit einem WLAN-Modul sowie mit einem Mobilfunkmodul ausgestattet, worüber sie drahtlos an das Netzwerk des Pumpenherstellers 7 über das Internet 8, also die "Cloud" angebunden ist. Weiterhin ist die elektronische Steuerung mit einer Bluetooth-Schnittstelle ausgestattet, über welche sie mit einem Smartphone 9 kommunizieren kann, über das ein Bediener 10 die in der Steuerung 6 verfügbaren Einstellparameter abfragen und verändern kann. Das Smartphone 9 ist über seine Funkschnittstelle ebenfalls mit dem Internet 8 und damit dem Netzwerk des Herstellers 7 verbunden.

[0026] Die elektronische Steuerung 6 ist dazu ausgelegt, nach einer vorbestimmten Zeit nach Aufnahme des Betriebs des Pumpenaggregates 1 zu überprüfen, ob die Einstellparameter gegenüber den Werkseinstellungen geändert worden sind. Diese Parameter sind in einer Datei der Steuerung 6 digital abgespeichert, die Steuerung 6 überwacht das Speicherdatum der Datei. Von der Erstinbetriebnahme an läuft ein Timer, der z.B. auf 72 Stunden eingestellt ist, so dass nach Ablauf dieser vorbestimmten Zeit überprüft wird, ob sich das Speicherdatum der Datei geändert hat oder nicht. Ist dies nicht der Fall, wird ein Signal abgegeben, und zwar an der Steuerung 6 selbst zur Aktivierung einer Warnleuchte 11, welche ein blinkendes Signal abgibt als Zeichen dafür, dass das Pumpenaggregat 1 noch nicht eingestellt worden ist. Gleichzeitig wird ein entsprechendes Datensignal an das Netz abgegeben, so dass in der Datenbank des Herstel-

lers 7 unter Angabe der GPS-Daten des Standortes des Pumpenaggregates dies vermerkt wird und gleichzeitig ein Hinweis erscheint, dass dieses Pumpenaggregat von einem Servicetechniker einzustellen ist. Je nach Ausgestaltung und Anbindung an das Netzwerk 8, kann diese erforderliche Einstellung über das Netzwerk selbst oder über den Hersteller 7 oder Betreiber erfolgen. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein Servicetechniker erforderlich, also ein Bediener 10, der sich mit seinem Smartphone 9 und einer darauf laufenden Softwareapplikation zum Pumpenaggregat 1 begibt, um über sein Smartphone 9 die Einstellparameter in der Steuerung 6 entsprechend anzupassen. Der Servicetechniker 10 erhält dabei über das Netzwerk 8 nicht nur den Hinweis, dass das Pumpenaggregat 1 hinsichtlich seiner Einstellparameter zu konfigurieren ist, sondern auch die Standortdaten und, soweit vorhanden, die aus dem Netzwerk 8 herunterladbaren Daten zur Anpassung der Einstellparameter.

[0027] Die elektronische Steuerung 6 weist neben dieser Einrichtung zur Überwachung der Einstellung der Einstellparameter eine weitere Funktion auf, mit der während des Betriebs des Pumpenaggregates in zeitlichen Abständen von drei Minuten die Betriebspunkte erfasst und diese hinsichtlich ihrer energetischen Effizienz ausgewertet werden, wie dies anhand der Fig. 2A bis C im nachfolgenden erläutert ist:

[0028] Die Fig. 2A zeigt eine typische Pumpenkurve eines Pumpenaggregates, bei welcher die Förderhöhe in Abhängigkeit der Fördermenge aufgetragen ist. Die Förderhöhe ist der Differenzdruck zwischen Pumpeneingang und Pumpenausgang, die Fördermenge ist der geförderte Volumenstrom pro Zeiteinheit. Die anhand von Fig. 2A schematisch dargestellte Pumpenkurve stellt eine Kreislaspumpe bei einer konstanten Drehzahl dar. Die Fig. 2B zeigt dazu die elektrische Leistung P dieses Pumpenaggregates in Abhängigkeit der Fördermenge.

[0029] Bei Einsatz eines Stromrichters/Frequenzumrichters mit elektronischer Steuerung 6 kann das Pumpenaggregat auf einer Vielzahl unterschiedlicher solcher Pumpenkurven gemäß Fig. 2A und 2B gefahren werden, wie dies anhand von Fig. 2C, welche drei solcher Kurven ω_1 , ω_2 und ω_3 zeigt, die unterschiedliche Drehzahlen repräsentieren. Diese Kurven stellen die Effizienz η in Abhängigkeit der Fördermenge bei einer Drehzahl dar. Dabei ist die Effizienz der Quotient aus hydraulischer Leistung und elektrischer Leistung, also im Idealfall eins. Die elektrische Leistung wird dabei durch die Aufnahmeleistung, das heißt das Produkt aus Strom und Spannung des antreibenden Elektromotors bzw. der antreibenden Elektromotoren bestimmt und steht datenmäßig in der Steuerung 6 zur Verfügung. Die hydraulische Leistung ergibt sich aus dem Produkt von Fördermenge, Förderhöhe, Dichte und Gravitationsbeschleunigung. Sie kann über Differenzdruck und Durchflusssensoren berechnet werden. Die Berechnung wird häufig in Ermangelung eines Durchflussmengensignals nur unter Zugrundelegung des Differenzdrucksignals erfolgen. Wie die drei

Kurven ω_1 , ω_2 und ω_3 der Fig. 2C verdeutlichen, gibt es zu jeder Drehzahl nur einen Punkt höchster Effektivität (BEP) [BEP -steht für Best Efficiency Point].

[0030] Diese Effizienzberechnungen werden in der elektronischen Steuerung 6 in zeitlichen Abständen von z.B. drei Minuten durchgeführt und gespeichert. Die entsprechenden Betriebspunkte sind in Fig. 2C beispielhaft durch Kreuze dargestellt.

[0031] Die elektronische Steuerung überprüft nun nach einer vorbestimmten Zeit die Effizienz in den Betriebspunkten der Pumpe anhand der zuvor ermittelten Effektivitätskurven, die entweder im laufenden Betrieb ermittelt oder gezielt angefahren werden. Es kann nun anhand der Betriebspunkte unter zeitlicher Korrelation festgestellt werden, ob diese im Bereich der BEP's liegen oder außerhalb. Dabei wird zweckmäßigerweise ein Grenzwert von beispielsweise 30% zugrunde gelegt, so dass lediglich betrachtet wird, wie viele der Betriebspunkte außerhalb dieser 30% Grenze liegen und wie viele innerhalb. Die außerhalb dieser Grenze liegenden sind in Fig. 2C in der Gruppe M dargestellt.

[0032] Die elektronische Steuerung 6 ist somit in der Lage zu überprüfen, ob durch Änderung der Einstellparameter das Pumpenaggregat in einem energetisch effektiveren Bereich gefahren werden kann. Wenn dies der Fall ist, gibt die Steuerung 6 ein entsprechendes Signal an das Netzwerk ab, so dass hersteller- oder betreiberseitig eine Aufforderung zur Änderung der Einstellparameter ergeht.

[0033] Dabei können die für das Pumpenaggregat geeigneten Einstellparameter herstellerseitig vorgegeben sein und über das Netzwerk drahtlos an das Smartphone 9 des Bedieners 10 übertragen werden, der diese dann in die elektronische Steuerung 6 des Pumpenaggregates 1 überträgt oder auch von dem Bediener selbst gewählt und eingestellt werden.

[0034] In Fig. 2C sind die Betriebspunkte in einem Bereich M dargestellt, der außerhalb der 30% der BEP's liegt. Es ist also dort dargestellt, dass acht der zehn Betriebspunkte außerhalb des 30%-Bereiches liegen und somit 80% der Betriebspunkte den festgelegten Wirkungsgradgrenzbereich unterschreiten. In diesem Fall ist eine Anpassung der Einstellparameter geboten.

[0035] Anhand von Fig. 3 ist der Ablauf des Verfahrens dargestellt. In einem ersten Schritt 15 werden die Effizienzkurven des Pumpenaggregates erzeugt. Diese können entweder gezielt angefahren werden oder während des Betriebes für unterschiedliche Durchflussmengen in Abhängigkeit der Drehzahl die motorseitig und somit steuerungsseitig stets bekannt ist, ermittelt werden. Da die Kurven nie vollständig sind, muss entweder das Pumpenaggregat zum Abfahren der vollständigen Kurve angesteuert werden oder interpoliert werden. In der Praxis genügt es, die BEP's zu ermitteln, die sich für jede Drehzahl ergeben. Nachdem diese Daten gesammelt sind, kann die Effizienzprüfung der Pumpe während des Betriebes erfolgen. Es versteht sich, dass sich diese Verfahren anfänglich auch zeitlich überschneiden können, was

jedoch unproblematisch ist.

[0036] Wenn nun nach einem Zeitintervall von beispielsweise sechs Monaten oder ein oder zwei Jahren nach Inbetriebnahme der Pumpe und erster Überprüfung die Effizienzüberwachung erneut ablaufen soll, beginnt diese im Schritt 16 nach Ablauf des Timers entsprechend der eingestellten Zeit von sechs Monaten, ein oder zwei Jahren nach der Erstüberprüfung des Pumpenaggregates.

[0037] Es wird nun in einem zuvor bestimmten zeitlichen Abstand der beispielsweise zehn Minuten beträgt die Effizienz des aktuellen Betriebspunktes des Pumpenaggregates berechnet und gespeichert. Nach Ablauf einer vorbestimmten Zeit von beispielsweise 48 Stunden wird diese Berechnung und Speicherung der Effizienz in den Betriebspunkten im dritten Schritt 17 beendet. Im vierten Schritt 18 wird dann steuerungsseitig die Verteilung der Betriebspunkte im Hinblick auf ihre Effizienz jeweils bezogen auf den BEP ausgewertet. Wenn ein vorbestimmter Prozentsatz der Betriebspunkte, beispielsweise mehr als 60% der Betriebspunkte den BEP jeweils um mehr als 30% unterschreitet, so wird im fünften Schritt 19 ein Signal abgegeben, je nach Auswertungsergebnis, um die Einstellparameter zu ändern oder auch die Pumpe durch eine kleinere oder größere zu ersetzen.

[0038] Wird steuerungsseitig ermittelt, dass die Betriebspunkte hinsichtlich ihrer Effizienz innerhalb der zuvor festgelegten 30%-Grenze liegen, dann wird das Verfahren gegebenenfalls auch erst nach Ablauf eines vorbestimmten Zeitintervalls erneut gestartet, so dass das Pumpenaggregat quasi über seine gesamte Betriebsdauer hinweg effizienzüberwacht ist. Wenn nach Signalabgabe im fünften Schritt 19 die Einstellparameter geändert werden, wird ebenfalls das Verfahren im zweiten Schritt 16 wieder aufgenommen, wohingegen beim Austausch der Pumpe das Verfahren mit dem ersten Schritt 15 wieder beginnt.

Bezugszeichenliste

[0039]

- 1 Pumpenaggregat
- 2 Kreiselpumpe
- 3 Elektromotor
- 4 Saugleitung
- 5 Druckleitung
- 6 elektronische Steuerung
- 7 Hersteller/Betreiber
- 8 Internet/Cloud
- 9 Smartphone 10 Bediener
- 11 Warnleuchte
- 15 erster Schritt (Ermitteln der Effizienzkurven für unterschiedliche Drehzahlen)
- 16 zweiter Schritt (Starten des Programms und Starten des Timers sechs Monate, ein, zwei Jahre)
- 17 dritter Schritt (Speichern und Ermitteln der Effizienz von Betriebspunkten)

- 18 vierter Schritt (Auswerten der ermittelten Effizienz-
werte)
19 fünfter Schritt (Signalabgabe)

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines elektronisch gesteuerten Pumpenaggregats, bei dem in einer elektronischen Steuerung Einstellparameter der Pumpe zur Anpassung an die hydraulischen Anforderungen der örtlichen Einbausituation einstellbar sind, und bei dem während des Betriebes Betriebsdaten des Pumpenaggregats registriert werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach einer vorbestimmten Zeit anhand der registrierten Betriebsdaten überprüft wird, ob das Pumpenaggregat in einem energetisch günstigeren Bereich betrieben werden kann oder ob alle Einstellparameter gegenüber einer Voreinstellung nicht geändert worden sind, und dann, wenn dies festgestellt wird, ein Signal zur Veränderung der Einstellparameter abgegeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Voreinstellung die werkseitige Voreinstellung ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die energetische Auswertung der Betriebsdaten elektrische Betriebsdaten des Motors, insbesondere die elektrische Leistung des Motors, und hydraulische Betriebsdaten der Pumpe, insbesondere Druck und/oder Durchfluss verwendet werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Registrierung von Betriebsdaten und die Überprüfung nach der vorbestimmten Zeit oder einem Zeitintervall nach erfolgter Überprüfung wiederholt werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach der vorbestimmten Zeit anhand der registrierten Betriebsdaten weiter überprüft wird, ob ein oder mehrere vorbestimmte vorzugsweise zeitlich korrelierte Betriebsdatengrenzwerte überschritten worden sind und dann, wenn dies festgestellt wird, ein Signal zur Veränderung der Einstellparameter abgegeben wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betriebsdaten des Pumpenaggregats über ein internetbasiertes Netzwerk registriert und nach der vorbestimmten Zeit netzwerkseitig überprüft wird, ob das Pumpenaggregat in einem energetisch günstigeren Bereich betrieben werden kann um dann vorzugs-

weise netzwerkseitig die Einstellparameter entsprechend anzupassen oder beizubehalten oder die Einstellparameter zur Übernahme bereitzustellen.

- 5 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorbestimmte Zeit zwischen einer Stunde und sieben Tagen liegt und/oder das Zeitintervall zwischen 1 bis 5 Jahren beträgt.
- 10 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Signal eine optische Anzeige und/oder akustisches Signal aktiviert oder über das internetbasierte Netzwerk vorzugsweise zusammen mit den Standortdaten des Pumpenaggregats übertragen wird.
- 15 9. Elektronische Steuerung (6) eines elektromotorisch angetriebenen Kreislumpenaggregates (1), insbesondere zur Ausführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit Mitteln zum Einstellen von Einstellparametern zur Anpassung des Pumpenaggregats (1) an die hydraulischen Anforderungen der örtlichen Einbausituation (4, 5), wobei die Steuerung (6) ausgebildet ist, um Betriebsdaten zu registrieren und/oder weiterzuleiten, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (6) weiter ausgebildet ist um zu ermitteln, ob eine Einstellung der Einstellparameter gegenüber einer registrierten Einstellung nach einer vorbestimmten Zeit erfolgt ist und bei nicht erfolgter Einstellung selbsttätig ein Signal abzugeben.
- 20 10. Elektronische Steuerung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorbestimmte Zeit von der Inbetriebnahme der Steuerung läuft und die registrierte Einstellung die werkseitige Einstellung ist.
- 25 11. Elektronische Steuerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (6) eine Schnittstelle zu einem vorzugsweise internetbasierten Netzwerk (8) aufweist, über welche das Signal und/oder die Betriebsdaten weiterleitbar sind.
- 30 12. Elektronische Steuerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (6) eine Schnittstelle zur drahtlosen Datenübertragung aufweist.
- 35 13. Elektronische Steuerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (6) zur drahtlosen Übertragung der Einstellparameter mittels einer Softwareapplikation eines mobilen Eingabegeräts, insbesondere eines Smartphones (9) und/oder zur Übertragung aus dem Netzwerk (8) ausgebildet ist.
- 40
- 45
- 50
- 55

14. Elektronische Steuerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstellparameter digital in einer Datei der Steuerung (6) gespeichert sind und dass die Änderung dieser Datei überwacht wird. 5
15. Elektronische Steuerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstellparameter eine oder mehrere der Regelgrößen Fördermenge, Förderdruck, Drehzahl, Leistung sind, wobei vorzugsweise Fördermenge und/oder Förderdruck in Form von Regelkurven einstellbar sind. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

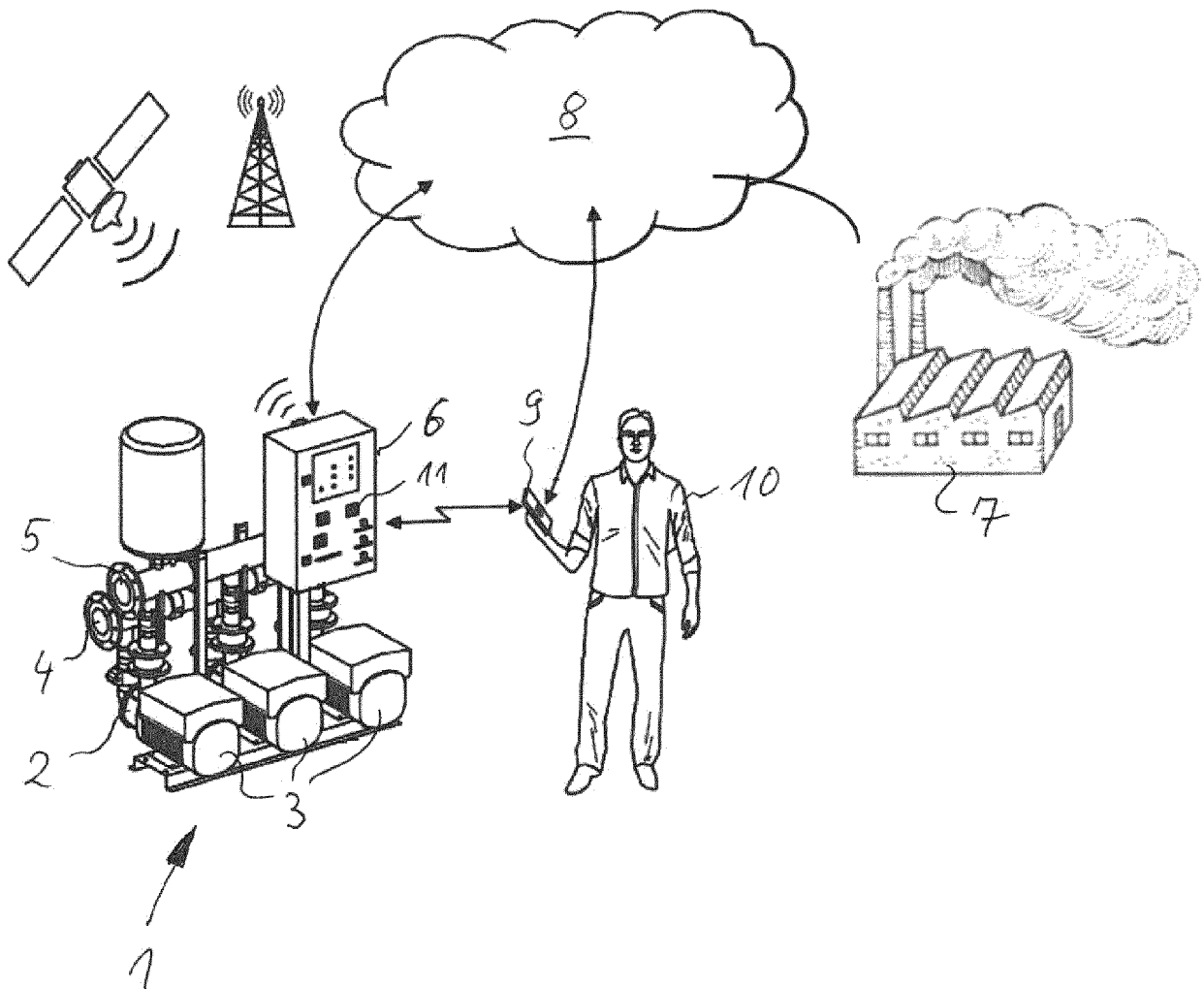


Fig. 1

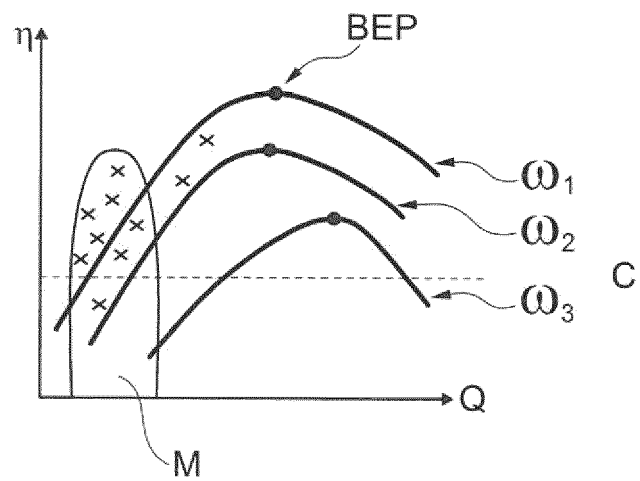
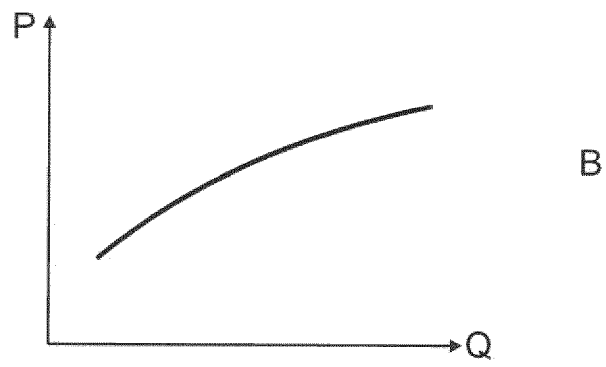
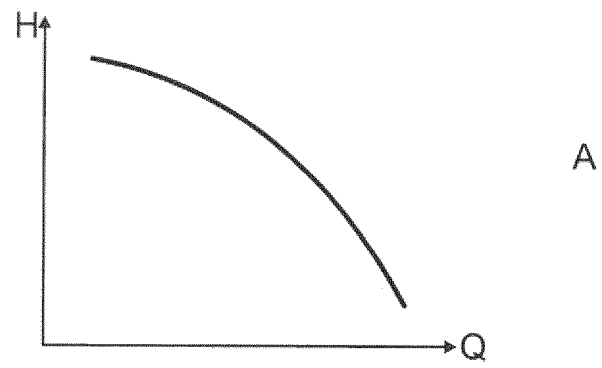


Fig. 2

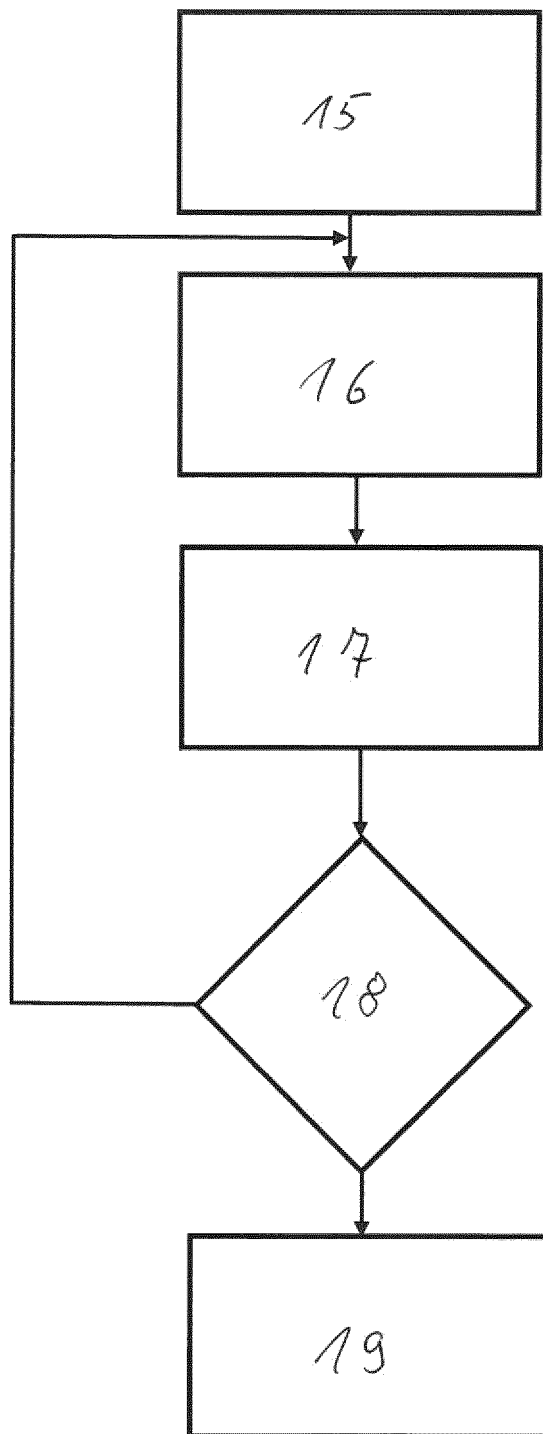


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 20 7574

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2005/158179 A1 (MEDIZADE MASOUD [US] ET AL) 21. Juli 2005 (2005-07-21) * Absätze [0034] - [0039], [0044], [0052] - [0054], [0056] - [0058], [0061] - [0064] * * Abbildungen 2,5A,5B *	1-15	INV. F04D13/06 F04D15/00
A	WO 2013/041616 A1 (GRUNDFOS HOLDING AS [DK]) 28. März 2013 (2013-03-28) * Seite 13, Zeile 1 - Seite 14, Zeile 11 * * Seite 18, Zeile 24 - Seite 19, Zeile 7 * * Abbildungen 1,9 *	1-15	
A	EP 1 614 903 A1 (GRUNDFOS AS [DK]) 11. Januar 2006 (2006-01-11) * Absätze [0009], [0011], [0019], [0020], [0022] * * Abbildungen 4,5 *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D G08C H04Q F04B F04C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 3. Juli 2017	Prüfer Gombert, Ralf
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 20 7574

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-07-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005158179 A1	21-07-2005	US 2005158179 A1	21-07-2005
		US 2010332036 A1	30-12-2010
		US 2011231024 A1	22-09-2011
-----	-----	-----	-----
WO 2013041616 A1	28-03-2013	CN 103814222 A	21-05-2014
		EP 2573403 A1	27-03-2013
		EP 2758670 A1	30-07-2014
		RU 2014115714 A	27-10-2015
		US 2014229023 A1	14-08-2014
		WO 2013041616 A1	28-03-2013
-----	-----	-----	-----
EP 1614903 A1	11-01-2006	KEINE	
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82