



(11)

EP 3 816 451 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.05.2021 Patentblatt 2021/18

(51) Int Cl.:
F04D 15/00 (2006.01)
F04D 15/02 (2006.01) **F04D 13/12 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **19205642.2**

(22) Anmeldetag: **28.10.2019**

(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:
KH MA MD TN

- **Meier, Benedikt**
44263 Dortmund (DE)
- **Graurock, David**
44263 Dortmund (DE)
- **Harde, Tim**
44263 Dortmund (DE)
- **Schindler, Christian**
44263 Dortmund (DE)
- **Gappa, Hans-Jürgen**
44263 Dortmund (DE)

(71) Anmelder: **WILO SE**
44263 Dortmund (DE)

(72) Erfinder:
• **Fiedler, Dr. Jens Olav**
44263 Dortmund (DE)

(74) Vertreter: **Cohausz Hannig Borkowski Wißgott**
Patentanwaltskanzlei GbR
Schumannstraße 97-99
40237 Düsseldorf (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DES VOLUMENSTROMS EINER PUMPENANORDNUNG UND ZUGEHÖRIGE PUMPENANORDNUNG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des Gesamtvolumenstroms (Q_{ges}) einer Pumpenanordnung (1) umfassend mindestens ein erstes und ein dazu parallel betriebenes zweites Pumpenaggregat (2, 3), die jeweils bei einer vorgebbaren Drehzahl betrieben werden, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- eine Stellgröße des ersten Pumpenaggregats (2) mit einem ersten periodischen Anregungssignal und eine Stellgröße des zweiten Pumpenaggregats (3) mit einem zweiten periodischen Anregungssignal beaufschlagt wird, so dass der Differenzdruck des jeweiligen Pumpenaggregats (2, 3) moduliert wird,
- das erste und zweite Pumpenaggregat (2, 3) jeweils den Wert einer mechanischen oder elektrischen Größe von sich als Systemantwort auf das Anregungssignal ermitteln und
- aus dem ermittelten Wert unter Verwendung einer Verknüpfung der Größe mit dem Volumenstrom den aktuellen Wert des jeweils geförderten Volumenstroms (Q_1 , Q_2) ermitteln, und dass
- die ermittelten aktuellen Werte des jeweils geförderten Volumenstroms (Q_1 , Q_2) zum Erhalt des Gesamtvolumenstroms (Q_{ges}) addiert werden, wobei die Anregungssignale synchronisiert werden.

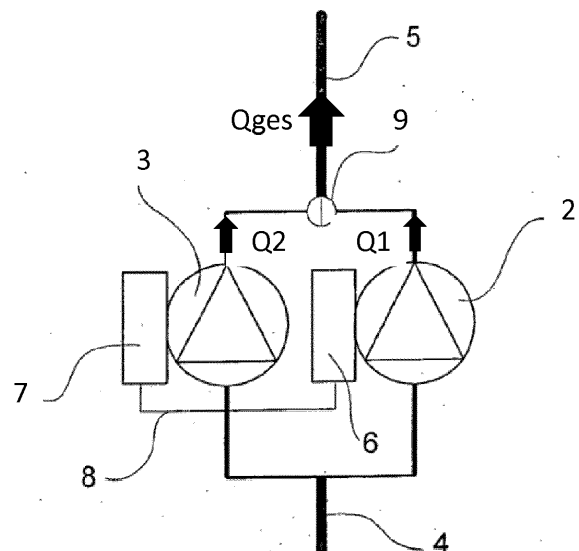


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des Gesamtvolumenstroms einer Pumpenanordnung umfassend mindestens ein erstes und ein dazu parallel betriebenes zweites Pumpenaggregat, die jeweils bei einer vorgebbaren Drehzahl betrieben werden.

[0002] Pumpenanordnungen mit zwei oder mehr parallel betriebenen Pumpenaggregaten sind beispielsweise als Doppelpumpe oder Multipumpe bekannt oder werden zwischen zwei Hosenrohren (Y-Pipe) verwendet. Sie werden dort verwendet, wo der Förderdruck eines einzigen Pumpenaggregats nicht ausreicht oder Ausfallsicherheit gewünscht ist, wobei es im letzten Fall energetisch günstiger sein kann, anstelle eines Alternativbetriebs zwei oder mehr Pumpen gleichzeitig arbeiten zu lassen.

[0003] Eine Doppelpumpe umfasst zwei Antriebseinheiten, die mit einem gemeinsamen Pumpengehäuse verbunden sind. Die Pumpenaggregate sind hier folglich baulich vereinigt. In dem Pumpengehäuse sind zwei räumlich unabhängige Pumpenkammern ausgebildet, in denen jeweils ein von einer der beiden Antriebseinheiten angetriebenes Laufrad dreht. Ein gemeinsamer Saugkanal spaltet sich im Pumpengehäuse auf, um in jede der beiden Pumpenkammern zu münden, und von jeder der beiden Pumpenkammern geht ein Druckkanal ab, die sich im Pumpengehäuse zu einem gemeinsamen Druckkanal vereinigen.

[0004] Eine alternative Anordnung aus zwei parallel betreibbaren Pumpenaggregaten wird durch zwei Hosenrohre erreicht. In diesem Fall hat jedes Pumpenaggregat ein eigenes Pumpengehäuse und die Pumpenaggregate sind baulich unabhängig.

[0005] Sie bilden allerdings in der Gesamtanordnung eine bauliche Einheit. Die Aufteilung des Saugkanals und die Zusammenführung der Druckkanäle erfolgt jeweils mit einem Y-förmigen Hosenrohr, das in Strömungsrichtung jeweils vor und hinter den beiden Pumpenaggregaten angeordnet ist. Im Falle einer Multipumpe, auch als Booster-Anlage bezeichnet, arbeiten zwei oder mehr Pumpenaggregate parallel, werden aus einer gemeinsamen Druckleitung mit T-förmig abgehenden Einzelsaugleitungen gespeist, und fördern über Einzeldruckleitungen in eine zentrale Druckleitung, in die sie T-förmig münden.

[0006] Zur Steuerung und/ oder Regelung einer Pumpenanordnung mit zwei oder mehr Pumpenaggregaten ist es häufig erforderlich, den von der Anordnung geförderten Volumenstrom zu kennen. Gegebenenfalls ist die Kenntnis des geförderten Volumenstroms auch unabhängig von der Steuerung und/ oder Regelung der Pumpenanordnung von Interesse. Zur Bestimmung des Volumenstroms kann ein Sensor verwendet werden, der den Volumenstrom direkt misst. Ein solcher Sensor ist jedoch fehleranfällig und verteuert die Herstellungskosten der Pumpenanordnung. Es sind ferner Verfahren bekannt, den Volumenstrom aus der Drehzahl und der Leis-

tungsaufnahme des Pumpenaggregats berechnen. Solche Verfahren liefern jedoch nur in einem begrenzten Betriebsbereich des Pumpenaggregats zuverlässige Werte.

[0007] Die europäische Patentschrift EP 3123033 B1 beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung des Volumenstroms bei einem einzelnen Pumpenaggregat unter Verzicht auf einen Sensor, indem die Drehzahl Pumpenaggregats durch ein Anregungssignal moduliert und die daraus resultierende Systemantwort ausgewertet wird. Das Verfahren ist nahezu im gesamten Betriebsbereich des Pumpenaggregats anwendbar. Der Inhalt dieser Patentschrift wird hiermit ausdrücklich in Bezug genommen.

[0008] Untersuchungen haben gezeigt, dass die Anwendung des aus EP 3123033 B1 bekannten Verfahrens bei einer Doppelpumpe nicht zielführend ist. Führt jedes der Pumpenaggregate das Verfahren aus EP 3123033 B1 autonom aus, kommt es aufgrund der örtlichen Nähe der Pumpenaggregate zueinander zu einer gegenseitigen Beeinflussung. Die Systemantwort hängt nicht allein vom Anregungssignal, sondern auch vom Förderzustand des jeweils anderen Pumpenaggregats ab. Es kann auch dazu kommen, dass das eine Pumpenaggregat in das andere Pumpenaggregat hinein fördert.

[0009] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren bereitzustellen, das die Bestimmung des Volumenstroms bei einer Pumpenanordnung mit zwei oder mehr parallel arbeitenden Pumpenaggregaten unter Verzicht auf einen Volumenstromsensor ermöglicht. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung eine derartige Pumpenanordnung zur Ausführung des Verfahrens bereitzustellen.

[0010] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch eine Pumpenanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben und werden nachfolgend erläutert.

[0011] Weitergehende Untersuchungen haben gezeigt, dass die gegenseitige Beeinflussung der Pumpenaggregate darauf zurückzuführen ist, dass die Förderhöhe bzw. der erzeugte Differenzdruck des einen Pumpenaggregats nicht zum selben Zeitpunkt maximal ist, wie die Förderhöhe bzw. der erzeugte Differenzdruck des anderen Pumpenaggregats. Mit anderen Worten sind die schwankenden Förderhöhen nicht phasengleich. Es konnte festgestellt werden, dass dies auf die unterschiedliche Anregung der Drehzahl zurückzuführen ist, genauer gesagt auf einen Phasenunterschied in den Anregungssignalen, der wiederum dadurch bedingt ist, dass jedes Pumpenaggregat, respektive deren Pumpenelektronik, sein Anregungssignal selbst ermittelt aufgrund einer Zeitbasis, die von einem eigenen Zeitgeber stammt.

[0012] Um den genannten Nachteil zu vermeiden, wird vorgeschlagen, dass

- eine Stellgröße des ersten Pumpenaggregats mit ei-

nem ersten periodischen Anregungssignal und eine Stellgröße des zweiten Pumpenaggregats (1) mit einem zweiten periodischen Anregungssignal beaufschlagt wird, so dass der Differenzdruck des jeweiligen Pumpenaggregats moduliert wird,

- das erste und zweite Pumpenaggregat jeweils den Wert einer mechanischen oder elektrischen Größe von sich als Systemantwort auf das Anregungssignal ermitteln und
- aus dem ermittelten Wert unter Verwendung einer Verknüpfung der Größe mit dem Volumenstrom den aktuellen Wert des jeweils geförderten Volumenstroms ermitteln, und dass
- die ermittelten aktuellen Werte des jeweils geförderten Volumenstroms zum Erhalt des Gesamtvolumenstroms addiert werden,

wobei die Anregungssignale synchronisiert werden.

[0013] Durch die Synchronisation wird erreicht, dass die Phasenlage des einen Anregungssignals an die Phasenlage des anderen Anregungssignals angeglichen wird, so dass beide Pumpenaggregate identisch angeregt, d.h. phasengleich moduliert werden.

[0014] Unter einem Pumpenaggregat wird nachfolgend eine bauliche oder funktional zusammenwirkende Vereinigung aus einer Antriebseinheit, einer Kreiselpumpe mit Pumpengehäuse, die von der Antriebseinheit angetrieben wird, und einer Pumpenelektronik zur Steuerung und/ oder Regelung der Antriebseinheit verstanden, wobei zwei Kreiselpumpen auch ein gemeinsames Pumpengehäuse aufweisen können, wie dies bei einer Doppelpumpe der Fall ist.

[0015] Die Bildung des Anregungssignals, die Ausgestaltung der Verknüpfung und die Auswertung der Systemantwort kann gemäß dem in der europäischen Patentschrift EP 3123033 B1 beschriebenen Verfahren erfolgen, so dass auf diese Schrift verwiesen wird.

[0016] So kann beispielsweise in jedem der Pumpenaggregate das Produkt aus der Systemantwort und einer periodischen Funktion der gleichen oder eines Vielfachen der Frequenz des Anregungssignals oder das Produkt aus der Systemantwort und dem Wechselanteil der mechanischen oder elektrischen Größe des Pumpenaggregats gebildet, und das Integral dieses Produkts über einen vorgegebenen Integrationszeitraum berechnet werden, wobei aus dem Wert des Integrals unter Verwendung der Verknüpfung der Volumenstrom ermittelt wird. Die periodische Funktion kann z.B. eine Sinusfunktion sein.

[0017] Die Verknüpfung kann eine Tabelle oder wenigstens eine mathematische Funktion sein, die zu einer bestimmten Drehzahl oder auch zu einer Vielzahl von Drehzahlen jedem Wert oder einer Anzahl von Volumenstromwerten jeweils einen Wert des Integrals zuordnet. Der Zusammenhang zwischen Integralwert und Volumenstrom bei einer bestimmten Drehzahl kann empirisch werksseitig beim Hersteller der Pumpenanordnung für eine Vielzahl an Drehzahlen ermittelt worden sein.

Bei Vorgabe einer bestimmten Drehzahl für das erste oder zweite Pumpenaggregat im Betrieb der Pumpenanordnung kann dann anhand des berechneten Integralwerts der Volumenstrom aus der Verknüpfung ermittelt werden.

[0018] Die Stellgröße kann eine Solldrehzahl oder ein Solldrehmoment des jeweiligen Pumpenaggregats sein. Ferner kann die mechanische Größe das vom jeweiligen Pumpenaggregat abgegebene Drehmoment oder dessen Istdrehzahl sein. Die elektrische Größe kann die vom jeweiligen Pumpenaggregat aufgenommene elektrische Leistung oder der Strom sein.

[0019] Das Anregungssignal ist beispielsweise ein Sinussignal oder ein eine Sinusfunktion enthaltendes Signal. Die Frequenz des Anregungssignals liegt bevorzugt zwischen 0,01 Hz und 100 Hz. Ferner kann die Amplitude des Anregungssignals kleiner als 25% der vorgegebenen Drehzahl des Pumpenaggregats sein, insbesondere zwischen 0,1% und 25% der vorgegebenen Drehzahl betragen.

[0020] Um die beiden Anregungssignale zu synchronisieren, kann in einer Ausführungsvariante das erste Anregungssignal dem zweiten Pumpenaggregat als analoges Signal, beispielsweise als ein Spannungssignal, zur Verfügung gestellt werden. Dies erfolgt dann über eine kabelgebundene analoge Schnittstelle, im einfachsten Fall über je eine zwei- oder mehrpolige Klemme, die bei jedem der Pumpenaggregate vorhanden sein kann und die miteinander über ein Kabel verbunden werden. Den Pumpenaggregaten liegt dann zeitlich dasselbe Anregungssignal vor.

[0021] Da das analoge Signal zeitkontinuierlich ist, enthält es die Phaseninformation des ersten Anregungssignals. Es kann dann verwendet werden, um die Phasenlage des zweiten Anregungssignals an die Phasenlage des ersten Anregungssignals anzugleichen. Hierzu kann das zweite Anregungssignal beispielsweise durch das analoge Signal ersetzt werden bzw. das analoge Signal das zweite Anregungssignal bilden. Mit anderen Worten kann das zweite Pumpenaggregat das analoge Signal direkt als eigenes Anregungssignal verwenden. Das zweite Pumpenaggregat kann alternativ die Phasenlage des analogen Signals auswerten, beispielsweise indem der Zeitpunkt des Nulldurchgangs des analogen Signals festgestellt und mit dem Zeitpunkt des Nulldurchgangs des zweiten Anregungssignals verglichen wird. Der Vergleich kann z.B. durch Bildung der Differenz erfolgen, wobei die Phase des zweiten Anregungssignals in Abhängigkeit der Differenz angepasst wird, so dass das zweite Anregungssignal in Phase mit dem analogen Signal schwingt.

[0022] Alternativ zum ersten Anregungssignal kann eine zu dessen Berechnung verwendete Winkelinformation als analoges Signal, beispielsweise als ein Spannungssignal, zur Verfügung gestellt werden. Kurz gesagt, wird nicht das Anregungssignal z.B. $\sin(\omega t)$, sondern die Winkelinformation ωt zum zweiten Pumpenaggregat als Analogsignal übertragen. Somit liegt den Pum-

penaggregaten dieselbe Zeitbasis vor, um das jeweilige Anregungssignal zu berechnen.

[0023] Gemäß einer anderen Ausführungsvariante kann zwischen den Pumpenaggregaten eine digitale Schnittstelle vorhanden sein, um dem zweiten Pumpenaggregat das erste Anregungssignal oder eine zu dessen Berechnung verwendete Winkelinformation als digitales Signal zur Verfügung zu stellen. Eine solche Schnittstelle muss jedoch eine ausreichende Übertragungsgeschwindigkeit in Echtzeit ermöglichen. Die Übertragungsrate hängt dabei von der gewählten Anregungsfrequenz und dem zulässigen Winkelfehler ab. Bei einem zulässigen Fehler von $3,6^\circ$ ($1/100$ Periode) und einer Anregungsfrequenz von beispielsweise 10 Hz ergibt sich somit eine Übertragungsrate von mindestens 1 kHz.

[0024] Die digitale Schnittstelle kann eine elektrische oder eine optische Schnittstelle ein.

[0025] Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante können die Pumpenaggregate über eine Kommunikationsschnittstelle, insbesondere in Form eines Busses miteinander kommunizieren, beispielsweise über einen seriellen Bus. Vorzugsweise wird eine Synchronisierungsinformation des ersten Anregungssignals an das zweite Pumpenaggregat über die Kommunikationsschnittstelle übertragen, woraufhin die Phasenlage des zweiten Anregungssignals an die Phasenlage des ersten Anregungssignals angeglichen wird.

[0026] Geeigneterweise handelt es sich bei dem Bus um diejenige Kommunikationsverbindung, die ohnehin zwischen den beiden Pumpenaggregaten vorhanden ist, um den Betrieb der Pumpenanordnung zu steuern. Hierbei kann eines der Pumpenaggregate als Master, das andere als Slave fungieren. Beispielsweise kann das erste Pumpenaggregat den Master, das zweite Pumpenaggregat den Slave bilden. Die Übertragung von lediglich einer Synchronisierungsinformation ermöglicht die Verwendung einer Kommunikationsschnittstelle mit geringer Übertragungsrate. So kann die Übertragungsrate (die zeitliche Auflösung) beispielsweise nur bei 100ms liegen.

[0027] Vorzugsweise ist oder enthält die Synchronisierungsinformation eine Zeitangabe, die das Auftreten eines bestimmten Ereignisses in dem ersten Anregungssignal angibt. Die Zeitangabe kann beispielsweise ein Zeitstempel sein, den das erste Pumpenaggregat aufgrund seiner von einem Zeitgeber seiner Pumpenelektronik gelieferten Systemzeit beim Auftreten des Ereignisses erzeugt. Idealerweise wird durch das Auftreten des Ereignisses ein Interrupt ausgelöst, so dass das Ereignis außerhalb des normalen Kommunikationstaktes auf dem Bus erkannt werden kann.

[0028] Als Ereignis kann beispielsweise der Fall dienen, dass das Anregungssignal einen positiven Nulldurchgang (Durchgang durch null von negativen zu positiven Werten) hat oder seinen positiven oder negativen Maximalwert oder das Ende einer Periode erreicht. Das Ende einer Periode kann beispielsweise anhand einer fallenden Flanke bei der zur Berechnung des ersten An-

regungssignals verwendeten Winkelinformation ermittelt werden, wobei die Winkelinformation den Rest einer Division des Arguments ωt durch 2π (360°) bildet.

[0029] Alternativ kann die Zeitangabe eine Bezugszeit sein, aus der der Zeitpunkt des Auftretens des Ereignisses ermittelbar ist. So kann die Zeitangabe z.B. aus einem Zeitstempel, der bei Auftreten des Ereignisses erzeugt wird, und einer darauf addierten Verzögerungszeit gebildet werden, die beispielsweise die Dauer für die Signalverarbeitung auf dem ersten Pumpenaggregat und/oder die Dauer der Datenübertragung über die Kommunikationsschnittstelle umfasst zum zweiten Pumpenaggregat. Hiermit wird berücksichtigt, dass das Versenden der Synchronisierungsinformation nicht instantan mit der Generierung des Zeitstempels erfolgt, sondern bis zur Versendung eine bestimmte zeitliche Verzögerung vorkommen kann. Ebenso ist zu berücksichtigen, dass die Datenübertragung zum zweiten Pumpenaggregat Zeit benötigt. Im Ergebnis führen diese Verzögerungen dazu, dass der Empfang der Synchronisierungsinformation beim zweiten Pumpenaggregat später erfolgt, als der Zeitstempel generiert worden ist. Da dem zweiten Pumpenaggregat nicht bekannt ist, wie hoch die Verzögerung ist bzw. war, kann es den Zeitstempel nicht korrekt in Relation zu seiner eigenen Systemzeit bringen. Diese Situation wird vermieden, indem in der Zeitangabe die Summe der auftretenden Verzögerungen berücksichtigt wird. Es sei jedoch angemerkt, dass die Verzögerungszeit unberücksichtigt bleiben kann, wenn die Verzögerung insgesamt vernachlässigbar klein ist.

[0030] Als Verzögerungszeit kann eine empirisch ermittelte, durchschnittliche konstante Verzögerung von der Generierung des Zeitstempels bis zum Empfang der Synchronisierungsinformation am zweiten Pumpenaggregat verwendet werden.

[0031] Das zweite Pumpenaggregat kann seinerseits den Zeitpunkt des Auftretens desselben Ereignisses in dem zweiten Anregungssignal ermitteln, beispielsweise indem es einen Zeitstempel generiert. Dank der Synchronisationsinformation kann es dann die zeitliche Differenz der Ereignisse bestimmen, und die Phasenlage des zweiten Anregungssignals um die Differenz anpassen.

[0032] Obgleich das erste Pumpenaggregat das Vorkommen jedes Ereignisses an das zweite Pumpenaggregat übermitteln kann, indem eine entsprechende Synchronisierungsinformation übertragen wird, ist es seitens der zweiten Pumpenaggregats nicht erforderlich, bei jedem Ereignis eine Synchronisierung des zweiten Anregungssignals vorzunehmen, da anzunehmen ist, dass die Systemzeiten zwischen den Pumpenaggregaten seit dem Auftreten des letzten Ereignisses nicht oder nicht allzu weit auseinander gelaufen sein werden. Aus diesem Grund kann vorgesehen sein, dass nur jede n-te Synchronisierungsinformation, beispielsweise nur jede zehnte oder zwanzigste verwendet wird, um die Phasenlage des zweiten Anregungssignals an die Phasenlage des ersten Anregungssignals anzugleichen. Somit wird nur alle n Takte eine Korrektur durchgeführt.

[0033] Erfindungsgemäß wird auch eine Pumpenanordnung, insbesondere Doppelpumpenaggregat oder Multipumpenaggregat vorgeschlagen, umfassend mindestens ein erstes und ein dazu parallel betriebenes zweites Pumpenaggregat, die jeweils bei einer vorgebbaren Drehzahl betreibbar sind, wobei die Pumpenanordnung eingerichtet ist, das vorbeschriebene Verfahren auszuführen.

[0034] In der Pumpenanordnung kann das erste Pumpenaggregat beispielsweise als Master, das zweite Pumpenaggregat als Slave fungieren.

[0035] Weitere Merkmale, Vorteile und Eigenschaften des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie der Pumpenanordnung, in der das Verfahren implementiert ist, werden nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und der beigefügten Figuren erläutert.

[0036] Es sei darauf hingewiesen, dass im Rahmen der vorliegenden Beschreibung die Begriffe "aufweisen", "umfassen" oder "beinhalten" keinesfalls das Vorhandensein weiterer Merkmale ausschließen. Ferner schließt die Verwendung des unbestimmten Artikels bei einem Gegenstand nicht dessen Plural aus.

[0037] Die Bezugszeichen behalten von einer zur anderen Figur ihre Bedeutung. Identische Bezugszeichen bezeichnen identische oder zumindest wirkungsgleiche Elemente. Es zeigen:

- Fig. 1: eine schematische Darstellung einer Pumpenanordnung mit zwei parallelen Pumpenaggregaten
- Fig. 2: ein Diagramm, das den Verlauf der Winkelinformation über der Zeit darstellt
- Fig. 3: eine Darstellung der integrierten, mit einer Sinusfunktion multiplizierten Systemantwort ohne Synchronisation der Pumpenaggregate
- Fig. 4: eine Darstellung der integrierten, mit einer Sinusfunktion multiplizierten Systemantwort mit Synchronisation der Pumpenaggregate
- Fig. 5: ein vereinfachtes Blockdiagramm, das die Kommunikation bei einer Pumpenanordnung mit drei Pumpenaggregaten darstellt
- Fig. 6: ein vereinfachtes Blockdiagramm, das zwei Pumpen mit jeweils einem Controller für die Motor- und die Hydraulikregelung.

[0038] Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung eine Pumpenanordnung 1 vom Typ einer Doppelpumpe mit zwei parallelen Pumpenaggregaten 2, 3, die jeweils einen Antriebsmotor und eine Pumpenelektronik 6, 7 sowie ein gemeinsames Pumpengehäuse aufweisen. Ein zentraler Saugkanal 4 spaltet sich in Einzelkanäle auf, die in jeweils eine Pumpenkammer des Pumpengehäuses führen, von denen wiederum jeweils ein Druckkanal abgeht, welcher an einem Verbindungspunkt 9, an dem eine Rückschlagklappe vorhanden ist, in einen gemeinsamen Druckkanal 9 mündet. Ein erstes Pumpenaggregat 2 mit einer ersten Pumpenelektronik 6 fördert bei einer von dieser vorgegebenen Solldrehzahl einen ersten Vo-

lumenstrom Q1, ein zweites Pumpenaggregat 3 mit einer zweiten Pumpenelektronik 7 fördert bei einer von dieser vorgegebenen Solldrehzahl einen zweiten Volumenstrom Q2, wobei sich die Volumenströme im Druckkanal 5 zu einem Gesamtvolumenstrom Qges summieren. Die beiden Pumpenelektroniken 6, 7 kommunizieren über einen seriellen Bus 8 miteinander.

[0039] Um diesen Gesamtvolumenstrom Qges zu ermitteln, wird die Solldrehzahl n₀ des ersten Pumpenaggregats 2 mit einem ersten periodischen Anregungssignal f_{A,n}(t) und die Solldrehzahl n₀ des zweiten Pumpenaggregats 3 mit einem zweiten periodischen Anregungssignal f_{A,n}(t) beaufschlagt, so dass die Istdrehzahl und infolgedessen der Differenzdruck des jeweiligen Pumpenaggregats 2, 3 moduliert wird. Die Anregung des jeweiligen Pumpenaggregats 2, 3 erfolgt also dadurch, dass die stationäre Solldrehzahl n₀ mit einem Anregungssignal f_{A,n}(t) moduliert wird, so dass sich die von der Pumpenelektronik 4 einzustellende neue Solldrehzahl n_{soll} aus der Summe der zuvor vorgegebenen Solldrehzahl n₀ und dem Anregungssignal f_{A,n}(t) ergibt:

$$n_{soll} = n_0 + f_{A,n}(t) \quad \text{Gl. 1}$$

[0040] Das erste und das zweite Anregungssignal f_{A,n}(t) sind Sinussignale, die bezüglich der Amplitude und Frequenz identisch sind. Sie werden beispielsweise beschrieben durch

$$f_{A,n}(t) = n_1 \sin \omega t \quad \text{Gl. 2}$$

mit der Amplitude n₁ und der Frequenz $\omega = 2\pi f$. Die Amplitude beträgt beispielsweise 1% der Solldrehzahl n₀. Obgleich das erste und zweite Anregungssignal f_{A,n}(t) mathematisch gleich sind, erfolgt keine identische Anregung der beiden Pumpenaggregate 2, 3. Dies ist darauf zurückzuführen, dass zwischen den Anregungssignalen f_{A,n}(t) in der Praxis eine Phasendifferenz auftritt, welche auf unterschiedliche Systemzeiten bzw. Gangunterschiede bei den Zeitgebern (Uhren) in den Pumpenaggregaten 2, 3 zurückgeht. Denn jede Pumpenelektronik 6, 7 weist jeweils einen Zeitgeber und einen Mikrocontroller (CPU) für die Regelung/Steuerung des jeweiligen Pumpenaggregats 2, 3, auf, wobei der Zeitgeber die Arbeitsgeschwindigkeit des Mikrocontrollers taktet, der das jeweilige Anregungssignal aufgrund des vom Zeitgeber vorgegebenen Takts berechnet. Zum einen startet die numerische Berechnung der Anregungssignale im ersten und zweiten Pumpenaggregat 2, 3 nicht exakt zum selben Zeitpunkt, zum anderen laufen die Zeitgeber bzw. die Systemuhrzeiten mit der Zeit auseinander.

[0041] Figur 2 veranschaulicht rein beispielhaft die Winkelinformation ωt des ersten und zweiten Anregungssignals über der Zeit, die zur numerischen Berechnung

des jeweiligen Anregungssignals verwendet wird. Sie entspricht einer Sägezahnkurve, die linear von -180° bis $+180^\circ$ läuft, um anschließend, d.h. am Ende einer vollen Periode, mit einer fallenden Flanke wieder bei -180° zu starten. Man erhält diese Kurve in dem man den Rest einer Division mit Rest (Modulo-Funktion) einer Zählvariable $n \cdot 1^\circ$ durch 360° verwendet und zwecks Symmetrierung um 0° um 180° verschiebt: $\omega t = \text{mod}(n \cdot 1^\circ / 360^\circ) - 180^\circ$. In dem in Fig. 2 gezeigten Beispiel ist die Winkelinformation ωt des ersten Pumpenaggregats 2 global betrachtet um die Zeit ΔT_s zur Winkelinformation ωt des zweiten Pumpenaggregats versetzt, was zu einer entsprechenden Phasenverschiebung zwischen dem ersten und zweiten Anregungssignal führt. Aus diesem Grund kann das aus EP 3123033 B1 bekannte Verfahren zur Volumenstrombestimmung bei einem einzelnen Pumpenaggregat nicht ohne weiteres auf eine Pumpenanordnung 1 mit mehr als einem Pumpenaggregat 2, 3, angewendet werden kann, sofern diese nah beieinander liegen, wie es in Fig. 1 dargestellt ist. Dies wird anhand der beiden Diagramme in Fig. 3 deutlich.

[0042] Um den jeweiligen Volumenstrom zu bestimmen, ermittelt das erste und das zweite Pumpenaggregat 2, 3 zunächst jeweils seine Leistungsaufnahme als Systemantwort $X(t)$ auf das jeweilige Anregungssignal. Anschließend wird jeweils aus dieser Leistungsaufnahme unter Verwendung einer Verknüpfung der Leistungsaufnahme mit dem Volumenstrom der aktuelle Wert des jeweils geförderten Volumenstroms Q_1 , Q_2 ermittelt. Dies erfolgt derart, dass das Integral $I(t_0+T)$ des Produkts aus der Systemantwort $X(t)$ und einer periodischen Funktion $S(t) = \sin(\omega t)$ über eine Periode T berechnet wird. Die periodische Funktion kann eine Sinusfunktion der gleichen oder eines Vielfachen der Frequenz (f) des Anregungssignals entsprechen. Die Verknüpfung ist durch eine Tabelle oder wenigstens eine mathematische Funktion gegeben, die für jede vorgebbare Drehzahl n dem Wert des Integrals $I(t_0+T)$ einen Wert des Volumenstroms Q zuordnet. Dieser Zusammenhang ist zuvor werkseitig empirisch ermittelt worden und in Fig. 4 zu erkennen.

[0043] Die beiden Diagramme in Fig. 3 zeigen Werte des berechneten Integrals $I(t_0+T)$ über dem gemessenen Volumenstrom Q für unterschiedliche Drehzahlen am ersten Pumpenaggregat 2, linkes Diagramm, und am zweiten Pumpenaggregat 3, rechtes Diagramm. Wie man anhand eines Vergleichs des rechten Diagramms mit dem linken Diagramm erkennt, unterscheiden sich die Integralwerte extrem. Ferner liefert das Integral $I(t_0+T)$ bei dem zweiten Pumpenaggregat 3, rechtes Diagramm, keine sinnvollen Werte, während die Werte bei dem linken Diagramm bis zu einem Volumenstrom von $20 \text{ m}^3/\text{h}$ sinnvoll sind. Dies ist auf die gegenseitige Beeinflussung der Pumpenaggregate 2, 3 während der Modulation durch das Anregungssignal zurückzuführen. Es sei erwähnt, dass diese Kurven in Fig. 3 zwar repräsentativ jedoch zufällig sind, da sie von der Phasenlage abhängen. Das bedeutet, dass eine Messung zu einem an-

deren Zeitpunkt andere Kurven ergeben würde.

[0044] Um diese Beeinflussung zu minimieren, werden die Anregungssignale synchronisiert, indem die Phasenlage des zweiten Anregungssignals an die Phasenlage des ersten Anregungssignals angeglichen wird. Hierzu erzeugt das erste Pumpenaggregat 2 bzw. dessen Pumpenelektronik 6 eine Synchronisierungsinformation $T_{S,1}$ in Form eines Zeitstempels bzw. Zeitpunktes, der bei einer fallenden Flanke der Winkelinformation ωt generiert wird, welche zur Berechnung des ersten Anregungssignals dient. Beispielsweise wird beim Auftreten einer fallenden Flanke der Winkelinformation ωt ein Interrupt ausgelöst. Das erste Pumpenaggregat 2 überträgt diese Synchronisierungsinformation $T_{S,1}$ mit geringer Latenz an das zweite Pumpenaggregat 3. Das zweite Pumpenaggregat 3 bzw. dessen Pumpenelektronik 7 nimmt die Synchronisierungsinformation $T_{S,1}$ mit geringer Latenz entgegen und erzeugt seinerseits einen Zeitstempel $T_{S,2}$ bzw. Zeitpunkt, wenn eine fallende Flanke der Winkelinformation ωt auftritt, welche zur Berechnung des zweiten Anregungssignals dient. Anschließend bildet das zweite Pumpenaggregat 3 die Differenz ΔT_s aus dem Zeitstempel $T_{S,1}$ der Synchronisierungsinformation und dem letzten selbst generierten Zeitstempel $T_{S,2}$ und verschiebt die Phasenlage des zweiten Anregungssignals um diese Differenz, um dessen Phase an die Phase des ersten Anregungssignals anzugleichen.

[0045] Somit werden die Drehzahlen der beiden Pumpenaggregate 2, 3 synchron, d.h. in Phase angeregt. Das Ergebnis dieser synchronen Anregung zeigen die Diagramme in Fig. 4, die den Diagrammen in Fig. 3 korrespondieren. Es ist erkennbar, dass die Integralwerte $I(t_0+T)$ bei beiden Pumpenaggregaten 2, 3 für die verschiedenen Drehzahlen über dem Volumenstrom linear steigend sind und eine eindeutige Zuordnung zwischen Integralwert und Volumenstrom vorliegt. Die in den beiden Diagrammen von Fig. 4 dargestellten Werte bilden für das jeweilige Pumpenaggregat 2, 3 in Gestalt einer Tabelle oder einer Gleichung die oben genannte Verknüpfung, die bei einer bestimmten Solldrehzahl n aus dem berechneten Integralwert $I(t_0+T)$ diesem einen entsprechenden Volumenstrom zuordnet. Somit ergeben sich aus den Diagrammen in Fig. 4 der erste Volumenstrom Q_1 und der zweite Volumenstrom Q_2 . Diese ermittelten aktuellen Werte des jeweils geförderten Volumenstroms Q_1 , Q_2 werden dann zum Erhalt des Gesamtvolumenstroms Q_{ges} der Pumpenanordnung 1 addiert.

[0046] Für die Synchronisation der Anregungssignale ist es unerheblich, ob das erste Pumpenaggregat 2 oder das zweite Pumpenaggregat 3 den Master in der Pumpenanordnung 1 bildet. So kann entweder der Master sein Anregungssignal an das Anregungssignal des Slaves anpassen oder umgekehrt. Sofern die Pumpenanordnung jedoch mehr als zwei Pumpenaggregate umfasst und folglich zwei oder mehr Slaves vorhanden sind, ist es aus Gründen der Steuerhoheit sinnvoll, wenn sich alle Slaves an den Master anpassen. Dies veranschau-

licht Fig. 5 am Beispiel einer Multi-Pumpe, in der das erste Pumpenaggregat 2 den Master und das zweite Pumpenaggregat 3 einen ersten Slave darstellt. Der Master 2 überträgt die Synchronisierungsinformation $T_{S,1}$ hier nicht nur zu dem zweiten Pumpenaggregat 3, d.h. zu dem ersten Slave, sondern auch zu einem dritten Pumpenaggregat 3a, d.h. zu einem zweiten Slave. Dessen Pumpenelektronik 7a führt dann eine identische Synchronisation seines Anregungssignals wie der erste Slave 3, 7 durch.

[0047] Fig. 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Pumpenanordnung 1 mit zwei Pumpenaggregaten 2, 3, deren Pumpenelektroniken 6, 7 jeweils eine Systemsteuerung 11, 13 und eine Motorsteuerung 10, 12 aufweisen. Während die Systemsteuerung 11, 13 die Solldrehzahl aufgrund einer bestimmten Pumpenregelung oder Pumpensteuerung vorgibt, regelt die Motorsteuerung 10, 12, welche auch einen Frequenzumrichter umfasst, diese Solldrehzahl ein. Die Modulation der Drehzahl durch das Anregungssignal erfolgt ebenfalls durch die Motorsteuerung 10, 12. Die Aktivierung dieser Modulation und Auswertung der Systemantwort erfolgt dagegen in der jeweiligen Systemsteuerung 11, 13. Beide Steuerungen 10, 11, 12, 13 besitzen einen eigenen Microcontroller und einen Zeitgeber zur Ausführung ihrer jeweiligen Aufgaben. Diese Motorsteuerungen 10, 12 erzeugen den jeweiligen Zeitstempel $T_{S,1}$, $T_{S,2}$ bei einer fallenden Flanke des jeweiligen Anregungssignals und senden diese an die jeweilige Systemsteuerung 11, 13. Die Systemsteuerung 13 des ersten Pumpenaggregats 2 überträgt den Zeitstempel $T_{S,1}$ in der Synchronisierungsinformation über seine Kommunikationsschnittstelle 15 und den Bus 8 zum zweiten Pumpenaggregat 3, welches die Synchronisierungsinformation über seine Kommunikationsschnittstelle 14 entgegennimmt.

[0048] Aufgrund dieser internen Struktur der Pumpenelektroniken 6, 7 kann es sein, dass es aufgrund der Verarbeitung der Synchronisierungsinformation $T_{S,1}$ im ersten Pumpenaggregat 2 zu einer Verzögerung kommt. Auch kann die Datenübertragung über den Bus 8 eine merkliche Verzögerung bewirken. Dies kann in der Summe dazu führen, dass der Zeitstempel $T_{S,1}$ der Synchronisierungsinformation in der Systemsteuerung 11 des zweiten Pumpenaggregats 3 fälschlicherweise mit einem jüngeren Zeitstempel $T_{S,2}$ verglichen wird. Um dies zu vermeiden, werden die potentiell auftretenden Verzögerungen bei der Signalverarbeitung und der Datenübertragung von der Systemsteuerung 13 auf den ersten Zeitstempel $T_{S,1}$ addiert und die daraus resultierende Zeitangabe $T'_{S,1}$ als Synchronisierungsinformation an das zweite Pumpenaggregat 2 übertragen. Dessen Systemsteuerung 11 bildet dann die Differenz aus dieser Zeitangabe $T'_{S,1}$ und dem Zeitstempel $T_{S,2}$ und verschiebt die Phasenlage des zweiten Anregungssignals um diese Differenz, um dessen Phase an die Phase des ersten Anregungssignals anzugleichen.

[0049] Obgleich das erste Pumpenaggregat bei jeder fallenden Flanke eine entsprechende Synchronisie-

rungsinformation an das zweite Pumpenaggregat überträgt, muss dieses sein Anregungssignal nicht bei der Periode anpassen. Es genügt, wenn nur jede n-te Synchronisierungsinformation verwendet wird, um die Phasenlage des zweiten Anregungssignals an die Phasenlage des ersten Anregungssignals anzugleichen. Beispielsweise erfolgt dies nur bei jeder zehnten oder zwanzigsten Synchronisierungsinformation.

[0050] Es sei darauf hingewiesen, dass die vorstehende Beschreibung lediglich beispielhaft zum Zwecke der Veranschaulichung gegeben ist und den Schutzbereich der Erfindung keineswegs einschränkt. Merkmale der Erfindung, die als "kann", "beispielhaft", "bevorzugt", "optional", "ideal", "vorteilhaft", "gegebenenfalls" oder "geeignet" angegeben sind, sind als rein fakultativ zu betrachten und schränken ebenfalls den Schutzbereich nicht ein, welcher ausschließlich durch die Ansprüche festgelegt ist. Soweit in der vorstehenden Beschreibung Elemente, Komponenten, Verfahrensschritte, Werte oder Informationen genannt sind, die bekannte, naheliegende oder vorhersehbare Äquivalente besitzen, werden diese Äquivalente von der Erfindung mit umfasst. Ebenso schließt die Erfindung jegliche Änderungen, Abwandlungen oder Modifikationen von Ausführungsbeispielen ein, die den Austausch, die Hinzunahme, die Änderung oder das Weglassen von Elementen, Komponenten, Verfahrensschritten, Werten oder Informationen zum Gegenstand haben, solange der erfindungsgemäße Grundgedanke erhalten bleibt, ungeachtet dessen, ob die Änderung, Abwandlung oder Modifikationen zu einer Verbesserung oder Verschlechterung einer Ausführungsform führt.

[0051] Obgleich die vorstehende Erfindungsbeschreibung eine Vielzahl körperlicher, unkörperlicher oder verfahrensgenständlicher Merkmale in Bezug zu einem oder mehreren konkreten Ausführungsbeispiel(en) nennt, so können diese Merkmale auch isoliert von dem konkreten Ausführungsbeispiel verwendet werden, jedenfalls soweit sie nicht das zwingende Vorhandensein weiterer Merkmale erfordern. Umgekehrt können diese in Bezug zu einem oder mehreren konkreten Ausführungsbeispiel(en) genannten Merkmale beliebig miteinander sowie mit weiteren offenbarten oder nicht offenbarten Merkmalen von gezeigten oder nicht gezeigten Ausführungsbeispielen kombiniert werden, jedenfalls soweit sich die Merkmale nicht gegenseitig ausschließen oder zu technischen Unvereinbarkeiten führen.

50 Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung des Gesamtvolumenstroms (Q_{ges}) einer Pumpenanordnung (1) umfassend mindestens ein erstes und ein dazu parallel betriebenes zweites Pumpenaggregat (2, 3), die jeweils bei einer vorgebbaren Drehzahl betrieben werden, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- eine Stellgröße des ersten Pumpenaggregats (2) mit einem ersten periodischen Anregungssignal und eine Stellgröße des zweiten Pumpenaggregats (3) mit einem zweiten periodischen Anregungssignal beaufschlagt wird, so dass der Differenzdruck des jeweiligen Pumpenaggregats (2, 3) moduliert wird,
- das erste und zweite Pumpenaggregat (2, 3) jeweils den Wert einer mechanischen oder elektrischen Größe von sich als Systemantwort auf das Anregungssignal ermitteln und
- aus dem ermittelten Wert unter Verwendung einer Verknüpfung der Größe mit dem Volumenstrom den aktuellen Wert des jeweils geförderten Volumenstroms (Q1, Q2) ermitteln, und dass
- die ermittelten aktuellen Werte des jeweils geförderten Volumenstroms (Q1, Q2) zum Erhalt des Gesamtvolumenstroms (Qges) addiert werden,

wobei die Anregungssignale synchronisiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Anregungssignal oder eine zu dessen Berechnung verwendete Winkelinformation dem zweiten Pumpenaggregat (2) als analoges oder digitales Signal zur Verfügung gestellt, und die Phasenlage des zweiten Anregungssignals an die Phasenlage des ersten Anregungssignals aufgrund dieses Signals angeglichen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpenaggregate (2, 3) über eine Kommunikationsschnittstelle (14, 15), insbesondere einen seriellen Bus (8), miteinander kommunizieren und eine Synchronisierungsinformation des ersten Anregungssignals an das zweite Pumpenaggregat (2) über die Kommunikationsschnittstelle (14, 15) übertragen wird, und dass daraufhin die Phasenlage des zweiten Anregungssignals an die Phasenlage des ersten Anregungssignals angeglichen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Synchronisierungsinformation eine Zeitangabe ist oder enthält, die den Zeitpunkt des Auftretens eines bestimmten Ereignisses in dem ersten Anregungssignal angibt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ereignis ein positiver Nulldurchgang, das Erreichen eines Maximums oder Minimums des ersten Anregungssignals oder ein Nulldurchgang der zur Berechnung des ersten Anregungssignals verwendeten Winkelinformation ist.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass die Zeitangabe ein Zeitstempel ist, der bei Auftreten des Ereignisses erzeugt wird, oder dass die Zeitangabe eine Bezugszeit ist, aus der der Zeitpunkt des Auftretens des Ereignisses ermittelbar ist.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeitangabe aus einem Zeitstempel, der bei Auftreten des Ereignisses erzeugt wird, und einer darauf addierten Verzögerungszeit für die Signalverarbeitung auf dem ersten Pumpenaggregat (2) und/ oder die Datenübertragung gebildet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 4, 5, 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Pumpenaggregat (3) den Zeitpunkt des Auftretens desselben Ereignisses in dem zweiten Anregungssignal ermittelt, die zeitliche Differenz der Ereignisse bestimmt, und die Phasenlage des zweiten Anregungssignals um die Differenz anpasst.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** nur jede n-te Synchronisierungsinformation verwendet wird, um die Phasenlage des zweiten Anregungssignals an die Phasenlage des ersten Anregungssignals anzugleichen.
10. Pumpenanordnung, insbesondere Doppelpumpenaggregat oder Multipumpenaggregat, umfassend mindestens ein erstes und ein dazu parallel betriebenes zweites Pumpenaggregat (2, 3), die jeweils bei einer vorgebbaren Drehzahl betreibbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpenanordnung eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche auszuführen.

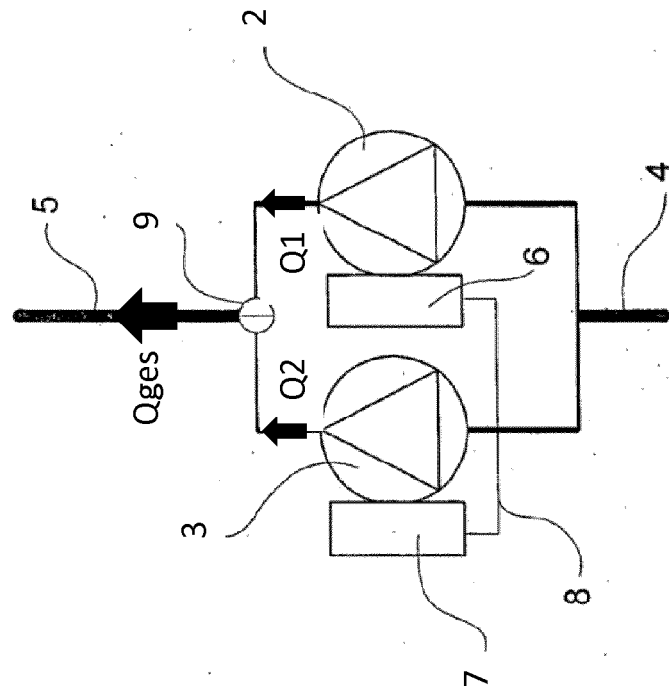


Fig. 1

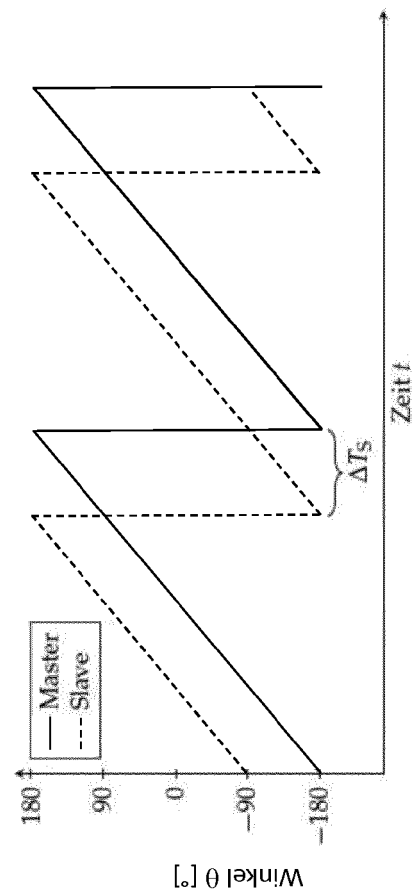


Fig. 2

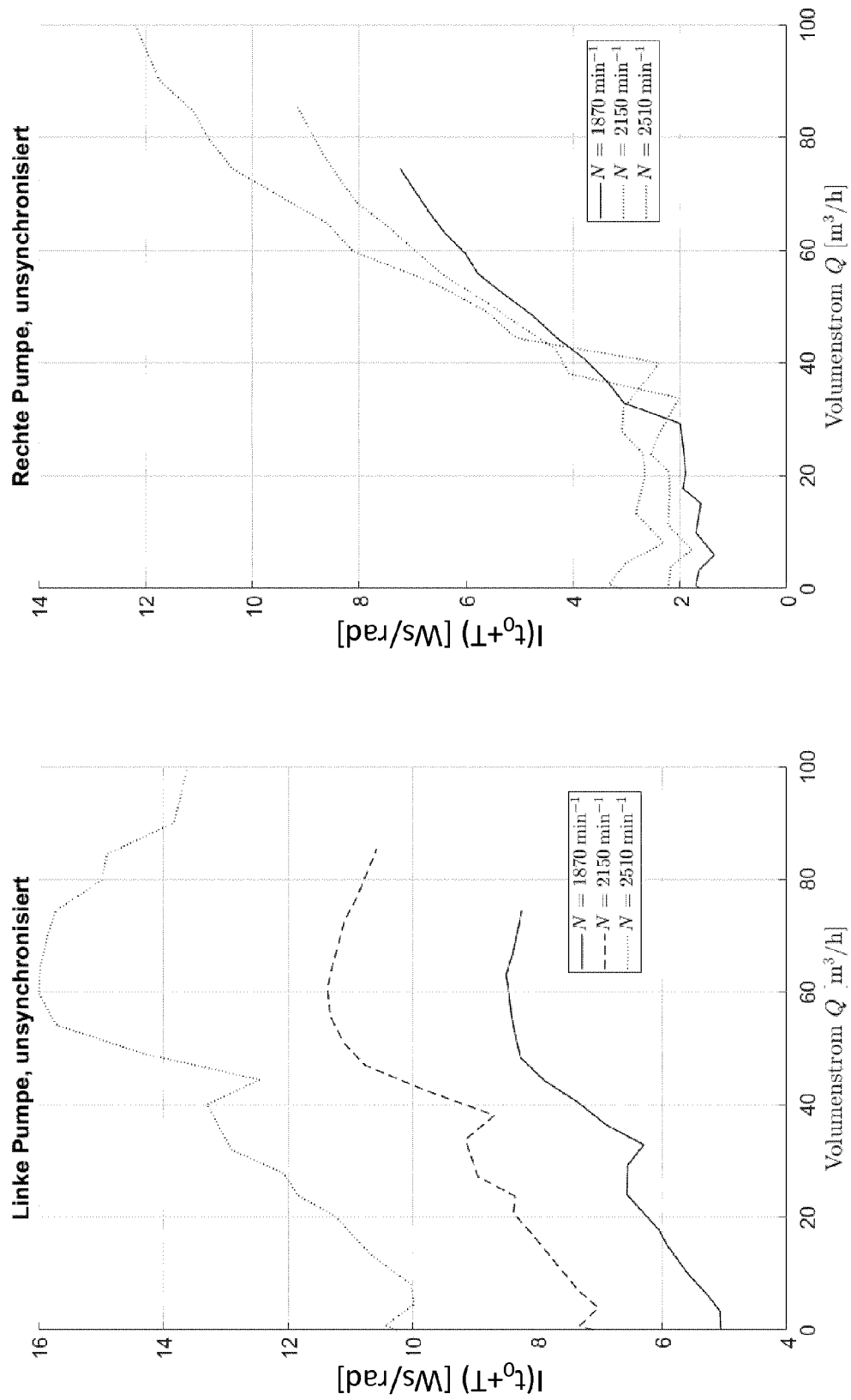


Fig. 3

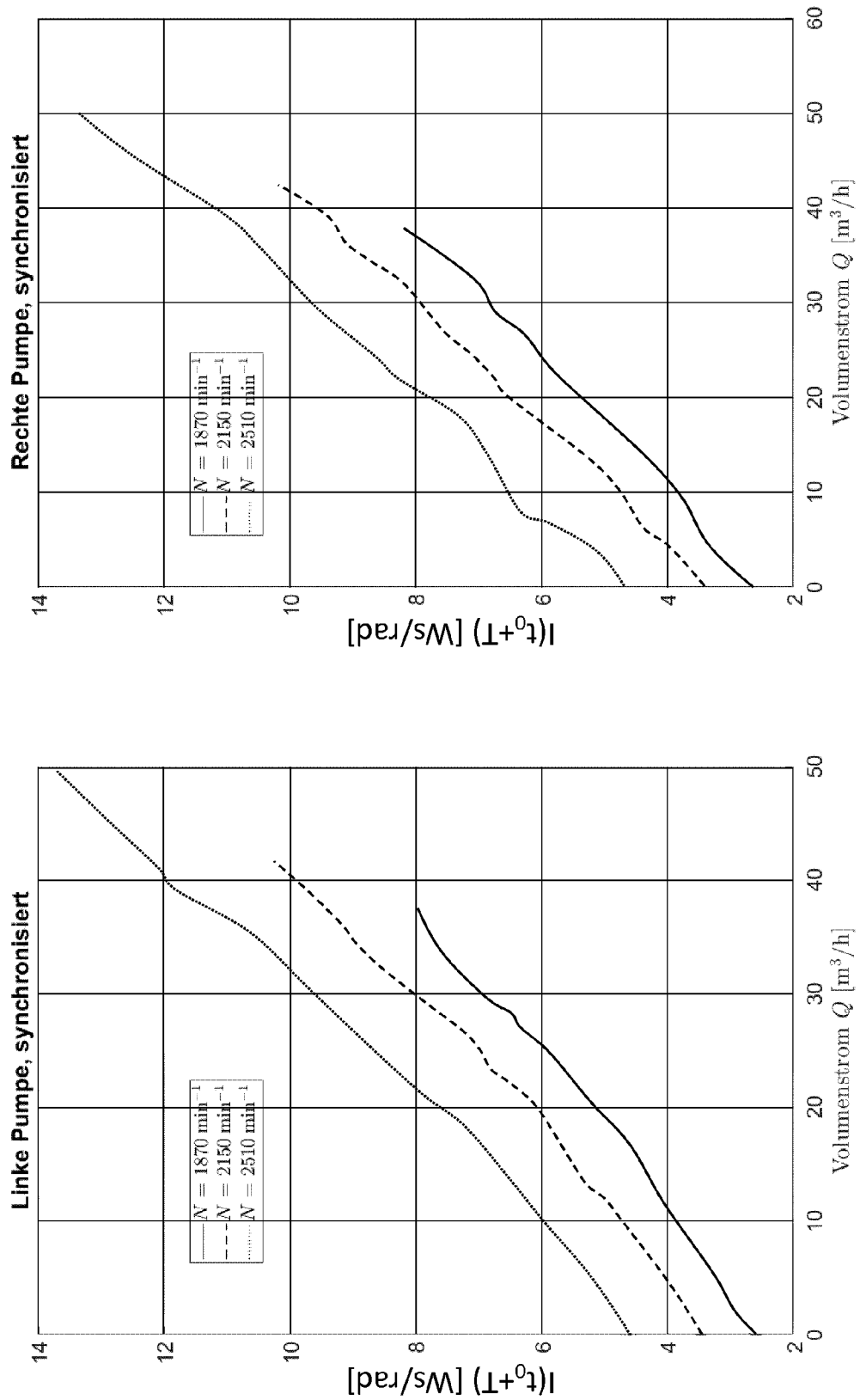


Fig. 4

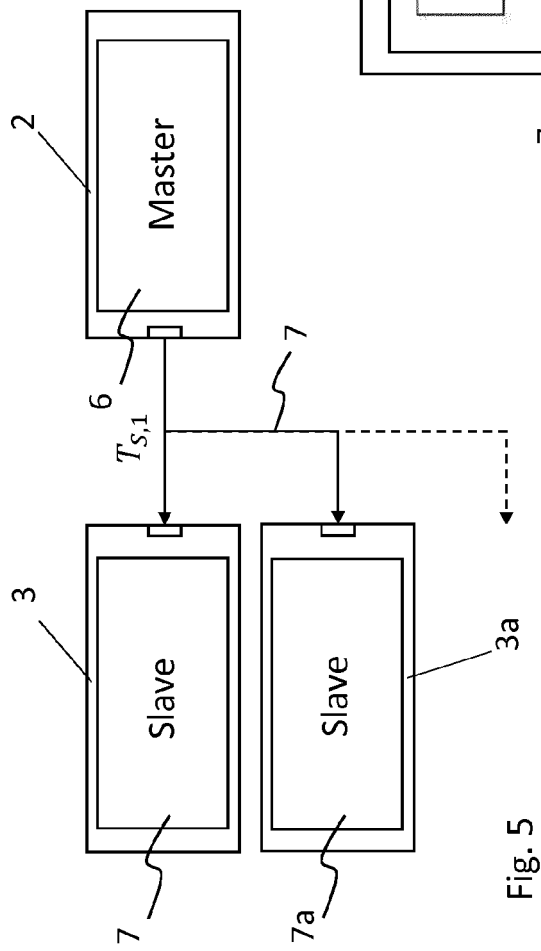


Fig. 5

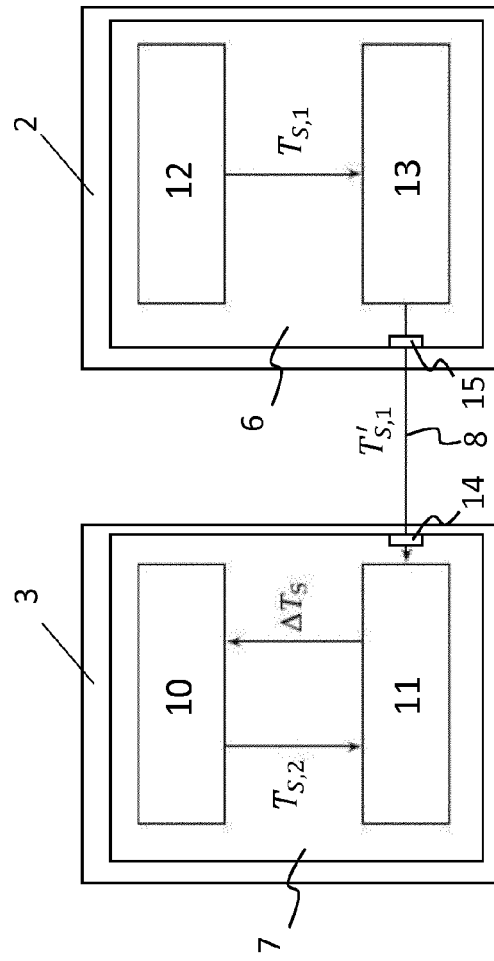


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 20 5642

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	EP 3 123 033 B1 (WILO SE [DE]) 21. August 2019 (2019-08-21) * Absatz [0014] * * Anspruch 1 * * Abbildung 4 *	1-10	INV. F04D15/00 F04D13/12 F04D15/02
A	----- US 2018/129177 A1 (COIN SYLVAIN [FR]) 10. Mai 2018 (2018-05-10) * Absätze [0005], [0006], [0014], [0018], [0058], [0079] * * Abbildungen 1, 2 *	1-10	
A	----- US 2019/024666 A1 (TUCKER ANDREW [US]) 24. Januar 2019 (2019-01-24) * Absätze [0003], [0016], [0018], [0031] * * Abbildungen 1, 2, 11 *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04B F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 15. April 2020	Prüfer De Tobel, David
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	

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

EP 19 20 5642

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.

15-04-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	EP 3123033	B1	21-08-2019	CN	106133327 A	16-11-2016
				DE	102014004336 A1	01-10-2015
				DK	3123033 T3	28-10-2019
15				EP	3123033 A1	01-02-2017
				US	2017037857 A1	09-02-2017
				WO	2015144310 A1	01-10-2015

	US 2018129177	A1	10-05-2018	CN	108061029 A	22-05-2018
20				EP	3318761 A1	09-05-2018
				ES	2709650 T3	17-04-2019
				FR	3058479 A1	11-05-2018
				US	2018129177 A1	10-05-2018

	US 2019024666	A1	24-01-2019	EP	3421805 A1	02-01-2019
25				US	2019024666 A1	24-01-2019

30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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

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

- EP 3123033 B1 [0007] [0008] [0015] [0041]