



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

**EP 3 369 934 B1**

(12)

## **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**11.12.2024 Patentblatt 2024/50**

(21) Anmeldenummer: **17159191.0**

(22) Anmeldetag: **03.03.2017**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F04D 13/12 (2006.01)**      **F04D 15/00 (2006.01)**  
**F04D 13/06 (2006.01)**      **F04D 15/02 (2006.01)**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F04D 13/12; F04D 13/06; F04D 15/0066;**  
F04D 15/0072; F04D 15/0209; F04D 15/0245;  
F04D 15/0254; F04D 15/0281; F04D 15/029

---

**(54) UMWÄLZPUMPENAGGREGAT**

CIRCULATION PUMP

POMPE DE CIRCULATION

---

(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**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.09.2018 Patentblatt 2018/36**

(73) Patentinhaber: **Grundfos Holding A/S  
8850 Bjerringbro (DK)**

(72) Erfinder: **BLAD, Thomas  
8850 Bjerringbro (DK)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Hemmer Lindfeld Frese  
Partnerschaft mbB  
Wallstraße 33a  
23560 Lübeck (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 0 735 273**      **WO-A1-2009/079447**  
**JP-A- 2015 025 427**      **US-A1- 2002 033 420**  
**US-A1- 2010 300 540**

---

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

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Umwälzpumpenaggregat mit einem elektrischen Antriebsmotor sowie eine Steuer-einrichtung zur Drehzahlregelung des Antriebsmotors sowie eine Anordnung zumindest zweier solcher Umwälzpum-pe-naggregate und ein Verfahren zur Steuerung zumindest zweier Umwälzpumpenaggregate in einem hydraulischen Kreisla ufsystem.

**[0002]** In hydraulischen Kreislaufsystemen wie Heizungs- oder Klimaanlagen werden Umwälzpumpen eingesetzt, um einen flüssigen Wärmeträger, beispielsweise Wasser, im Kreislauf zu fördern. Dabei ist es bekannt, dass eine zentrale Wärmequelle, beispielsweise ein Heizkessel, eingesetzt wird, von welchem aus der Wärmeträger in verschiedene Heiz-kreise gefördert wird, beispielsweise in einen Heizkreis für eine Fußbodenheizung und einen zweiten Heizkreis mit normalen Heizkörpern. Dabei ist in jedem der Heizkreise zumindest ein Umwälzpumpenaggregat angeordnet. Bei einer solchen Anordnung verläuft jedoch ein Teil der Heizkreise, nämlich derjenige durch die zentrale Wärme- bzw. Kältequelle, beispielsweise den Heizkessel, durch einen gemeinsamen Strömungsweg. Dies führt dazu, dass in diesem gemeinsa-men Strömungsweg der Volumenstrom von der Förderleistung mehrerer Pumpenaggregate abhängt, was die Regelung bzw. Steuerung der einzelnen Umwälzpumpenaggregate schwierig macht. Wenn ein einzelnes Umwälzpumpenaggregat beispielsweise mit einer Funktion zur automatischen Anpassung seines Regelschemas ausgestattet ist, kann dies bei der Anordnung von mehreren parallelen Heizkreisen zu Fehlfunktionen führen, da sich bei Inbetriebnahme eines zweiten Umwälzpumpenaggregates auch der Druckverlust im Kreislauf des ersten Pumpenaggregates vergrößert, da der Druck-verlust im gemeinsamen Teil des Kreislaufes durch den erhöhten Förderstrom zunimmt. Dies kann dazu führen, dass 20 das erste Pumpenaggregat seine Leistung in unerwünschter Weise falsch anpasst.

**[0003]** EP 0 735 273 A1 offenbart eine Doppelpumpe mit zwei parallel angeordneten Pumpen, welche einen gemein-samen Eingang und einen gemeinsamen Ausgang aufweisen. Diese Pumpen haben eine gemeinsame Steuereinrich-tung, die den Betrieb der beiden Pumpen in Kombination oder im Wechsel steuert. Diese Pumpe kann nicht für die Versorgung von zwei verschiedenen Zweigen einer Heizungsanlage verwendet werden, z.B. von zwei verschiedenen Bereichen eines Gebäudes, da diese Doppelpumpe nur einen gemeinsamen Ausgang hat. Weitere Pumpenaggregate sind aus WO 2009/079447 A1, JP 2015 025427 A, US 2002/033420 A1 und US 2010/300540 A1 bekannt.

**[0004]** Vor dem Hintergrund dieser Problematik ist es Aufgabe der Erfindung, ein Umwälzpumpenaggregat dahinge-hend zu verbessern, dass es bei Anordnung mehrerer gleichartiger Umwälzpumpenaggregate in einem verbundenen hydraulischen System derartige Fehlanpassungen vermeidet.

**[0005]** Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Umwälzpumpenaggregat mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen, durch die Anordnung zumindest zweier derartiger Umwälzpumpenaggregate gemäß Anspruch 13 sowie durch ein Ver-fahren zur Steuerung zumindest zweier Umwälzpumpenaggregate in einem gemeinsamen hydraulischen System gemäß Anspruch 14. Bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den beigefügten Figuren.

**[0006]** Das erfindungsgemäße Umwälzpumpenaggregat weist in bekannter Weise einen elektrischen Antriebsmotor und eine elektronische Steuereinrichtung zur Steuerung bzw. Regelung des Antriebsmotors auf. Dabei ist die Steuer-einrichtung zur Drehzahlregelung des Antriebsmotors derart ausgebildet, dass sie die Drehzahl des Antriebsmotors gemäß einem Regelschema, welches vorzugsweise in der Steuereinrichtung hinterlegt ist, steuert bzw. regelt. Dies bedeutet insbesondere, dass die Steuereinrichtung ausgebildet ist, die Drehzahl des Antriebsmotors gemäß dem Re-gelschema einzustellen und zu variieren. Bei dem Umwälzpumpenaggregat handelt es sich insbesondere um ein Krei-selpumpenaggregat mit zumindest einem drehend von dem Antriebsmotor angetriebenen Laufrad. Besonders bevorzugt kann es sich bei dem Antriebsmotor um einen nasslaufenden elektrischen Antriebsmotor handeln, bei welchem ein Rotorraum, in welchem der Rotor des Antriebsmotors rotiert, von einem Statorraum, in welchem die Statorwicklungen angeordnet sind, durch ein Spaltrohr bzw. einen Spalttopf getrennt ist, so dass der Rotor in der zu fördernden Flüssigkeit 40 rotiert. Ein solches Umwälzpumpenaggregat kann erfindungsgemäß insbesondere als Heizungsumwälzpumpenaggre-gat ausgebildet sein, d. h., als Umwälzpumpenaggregat zum Umwälzen eines flüssigen Wärmeträgers wie Wasser in einem Heizungs- bzw. Klimagesystem.

**[0007]** Erfindungsgemäß weist die Steuereinrichtung ein Erfassungsmodul bzw. eine Erfassungsfunktion auf, welche dazu ausgebildet ist, von einem parallelen Strömungsweg mit einem zweiten gleichartigen Umwälzpumpenaggregat 50 eine einen Betriebszustand repräsentierende Zustandsgröße zu erfassen. Die zu erfassende Zustandsgröße ist bevor-zugt eine hydraulische Zustandsgröße wie beispielsweise ein Durchfluss oder vorzugsweise eine einen hydraulischen Zustand repräsentierende Größe. Die Steuereinrichtung des Umwälzpumpenaggregates ist so ausgebildet, dass sie das Regelschema, gemäß dem sie den elektrischen Antriebsmotor des Umwälzpumpenaggregates steuert bzw. regelt, auf Grundlage einer von der Erfassungsfunktion erfassten Zustandsgröße verändern kann. D. h., das Umwälzpum-pe-naggregat kann Zustandsänderungen in einem weiteren Kreis bzw. Zweig eines hydraulischen Systems über die Erfas-sungsfunktion erkennen und das eigene Regelschema auf Grundlage dieser Zustandsgröße anpassen. So können von dem Umwälzpumpenaggregat hydraulische Zustandsänderungen in einem System, welche von zumindest einem wei-teren Umwälzpumpenaggregat in einem anderen, parallelen Zweig des hydraulischen Systems hervorgerufen werden,

bei der Regelung berücksichtigt und kompensiert werden, sodass Fehlanpassungen der Regelung des ersten Pumpenaggregates aufgrund der Inbetriebnahme oder Drehzahländerung zumindest eines zweiten Umwälzpumpenaggregates vermieden werden.

**[0008]** Insbesondere kann die Erfassungsfunktion so ausgebildet sein, dass sie eine Zustandsgröße erfasst, welche einen von einem zweiten Umwälzpumpenaggregat verursachten Durchfluss repräsentiert. So kann das erste Pumpenaggregat die Durchflussänderung in einem gemeinsamen Strömungsweg bzw. Zweig des hydraulischen Systems, welche durch das zumindest eine zweite Umwälzpumpenaggregat verursacht wird, berücksichtigen. So können Druckverluste im gemeinsamen Zweig des Systems, welche auf einer Durchflussänderung basieren, welche durch ein anderes Umwälzpumpenaggregat verursacht wurde, berücksichtigt werden, um unerwünschte Fehlanpassungen zu verhindern.

Es kann insbesondere in einem Heizungssystem verhindert werden, dass die Steuereinrichtung eine Erhöhung des Druckverlustes versehentlich als ein Schließen von Heizkörperventilen detektiert und daraufhin die Drehzahl bzw. Förderleistung des zugehörigen Pumpenaggregates reduziert. Wenn der Druckverlust im gemeinsamen Zweig durch die Erhöhung des Förderstroms aufgrund der Inbetriebnahme eines zweiten Umwälzpumpenaggregates hervorgerufen ist, ist es vielmehr erwünscht, die Drehzahl des ersten Umwälzpumpenaggregates ebenfalls zu erhöhen, um diesen Druckverlust nach Möglichkeit kompensieren zu können und den zugehörigen hydraulischen Kreis bzw. Zweig weiterhin mit ausreichendem Druck versorgen zu können. Die Erfassungsfunktion ist vorzugsweise als Softwaremodul in der Steuereinrichtung des elektrischen Antriebsmotors ausgebildet und weiter bevorzugt mit zumindest einer Kommunikationschnittstelle, über welche die Zustandsgröße erfasst werden kann, verbunden. Dies kann eine Kommunikationschnittstelle sein, welche alternativ oder zusätzlich für weitere Kommunikationsfunktionen der Steuereinrichtung genutzt werden kann.

**[0009]** Gemäß der Erfindung ist die Erfassungsfunktion derart ausgebildet, dass sie als eine Zustandsgröße, wie sie vorangehend beschrieben wurde, ein Signal erkennt, welches das Ein- und/oder Ausschalten oder eine Drehzahländerung zumindest eines zweiten Umwälzpumpenaggregates repräsentiert, ist die Steuereinrichtung derart ausgebildet, dass der Antriebsmotor von der Steuereinrichtung unter Berücksichtigung dieses erfassten Signals steuerbar ist. D. h., gemäß der Erfindung repräsentiert die Zustandsgröße lediglich den Betriebszustand zumindest eines zweiten Umwälzpumpenaggregates dahingehend, dass anhand der Zustandsgröße erkannt werden kann, ob das zumindest eine zweite Umwälzpumpenaggregat in Betrieb ist oder nicht oder eine Drehzahländerung erfolgt. Durch den Betrieb des zweiten Umwälzpumpenaggregates verursachte hydraulische Zustandsänderungen können dann auf andere Weise von dem Umwälzpumpenaggregat erfasst werden, beispielsweise über in dem Umwälzpumpenaggregat vorhandene Sensoren oder eine Auswertung elektrischer Größen des Antriebsmotors, um beispielsweise den Differenzdruck im Umwälzpumpenaggregat zu bestimmen. Bei einer erfassten Druckänderung kann dann beispielsweise unter Zuhilfenahme der erfassten Zustandsgröße festgestellt werden, ob diese aus der Inbetriebnahme eines zweiten Umwälzpumpenaggregates resultiert oder nicht. Falls die Zustandsgröße die Inbetriebnahme oder Drehzahländerung eines zweiten Umwälzpumpenaggregates signalisiert, kann vorzugsweise aus der Änderung des Druckes von der Steuereinrichtung des ersten Umwälzpumpenaggregates selbsttätig bestimmt werden, welchen Förderstrom das zweite Umwälzpumpenaggregat leistet oder welche Anpassung des Regelschemas zur Kompensation erforderlich ist.

**[0010]** Gemäß einer weiteren möglichen Ausführungsform der Erfindung kann die Erfassungsfunktion zum Erkennen eines Signals in Form zumindest eines vorbestimmten Musters einer auf das Umwälzpumpenaggregat wirkenden hydraulischen Last ausgebildet sein. Eine solche Funktionalität ermöglicht es, die Zustandsgröße auf hydraulischem Wege im System zu übertragen, so dass separate Kommunikationswege zur Signalübertragung, insbesondere eine elektrische Verbindung, zwischen mehreren Umwälzpumpenaggregaten nicht erforderlich ist. So kann beispielsweise das Umwälzpumpenaggregat so ausgebildet sein, dass es bei seiner Inbetriebnahme ein bestimmtes hydraulisches Muster in Form von Durchfluss- oder Druckschwankungen erzeugt, z. B. beim Einschalten mehrmals hintereinander kurz ein- und ausgeschaltet wird. Dies verursacht im hydraulischen System Druck- bzw. Durchflussschwankungen, welche dann von der Sensorik eines entsprechendes gleichartigen Umwälzpumpenaggregates als Zustandsgröße erkannt werden können. So kann die Steuereinrichtung des Umwälzpumpenaggregates anhand derartiger Druck- bzw. Durchflussschwankungen, welche gezielt beim Einschalten von einem zweiten Umwälzpumpenaggregat verursacht werden, erkennen, dass ein solches zweites Umwälzpumpenaggregat eingeschaltet wurde.

**[0011]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Steuereinrichtung eine Kommunikationschnittstelle auf, welche mit der Erfassungsfunktion derart verbunden ist, dass die Erfassungsfunktion ein Signal über die Kommunikationschnittstelle empfangen kann. Die Kommunikationschnittstelle kann dabei eine elektrische Schnittstelle oder auch eine elektromagnetische Schnittstelle wie eine Funkschnittstelle sein. Alternativ können auch andere geeignete Signalübertragungswege und zugehörige Schnittstellen, wie beispielsweise eine optische Schnittstelle, Verwendung finden. Wenn in einem hydraulischen System mehrere gleichartige Umwälzpumpenaggregate mit korrespondierenden Kommunikationschnittstellen verwendet werden, können diese über diese Kommunikationschnittstellen miteinander kommunizieren und die beschriebenen Zustandsgrößen austauschen. Die Zustandsgrößen können dabei als Signale über die Kommunikationschnittstellen ausgesendet und empfangen werden.

**[0012]** Die Steuereinrichtung weist ferner eine Signalerzeugungseinrichtung auf, welche dazu ausgebildet ist, das

Ein- und/oder Ausschalten oder eine Drehzahländerung des Antriebsmotors repräsentierendes Signal zu erzeugen. Dies kann entweder ein Signal sein, welches über eine Kommunikationsschnittstelle, wie sie vorangehend beschrieben wurde, ausgegeben wird, oder aber ein Signal, welches auf hydraulischem Wege übertragen wird, wie es ebenfalls vorangehend beschrieben wurde. Dazu kann der Antriebsmotor so angesteuert werden, dass er ein bestimmtes hydraulisches Muster in dem hydraulischen Kreislaufsystem, in welchem das Umwälzpumpenaggregat eingesetzt ist, erzeugt, welches wiederum dann von der Erfassungseinrichtung eines zweiten gleichartigen Umwälzpumpenaggregates erkannt werden kann.

**[0013]** Es ist zu verstehen, dass das Umwälzpumpenaggregat dazu ausgebildet ist, mit zumindest einem weiteren gleichartigen, weiter bevorzugt identisch ausgebildeten Umwälzpumpenaggregat gemeinsam in einem hydraulischen Kreislaufsystem verwendet zu werden, wobei jedes der Umwälzpumpenaggregate in einem Zweig bzw. Kreis des hydraulischen Kreislaufsystems angeordnet ist und diese Kreise bzw. Zweige über einen gemeinsamen Strömungsweg bzw. Zweig, wie beispielsweise durch einen Heizkessel, führen. In solch einer Anordnung kann das einzelne Umwälzpumpenaggregat jeweils das von der Signalerzeugungseinrichtung des anderen oder mehrerer anderer Umwälzpumpenaggregate erzeugte Signal als Zustandsgröße erfassen und danach sein Regelschema anpassen.

**[0014]** Die Steuereinrichtung weist vorzugsweise eine Kommunikationsschnittstelle auf, welche mit der Signalerzeugungseinrichtung derart verbunden ist, dass die Signalerzeugungseinrichtung ein Signal oder einen Wert über die Kommunikationsschnittstelle aussenden kann. Das Signal bzw. der Wert repräsentiert dabei eine Zustandsgröße, wie sie oben beschrieben wurde. Die Kommunikationsschnittstelle kann entsprechend der obigen Beschreibung vorzugsweise eine elektrische oder elektromagnetische Schnittstelle sein, um ein elektrisches Signal oder ein elektromagnetisches Signal wie ein Funksignal auszugeben, welches dann von einer korrespondierenden Kommunikationsschnittstelle eines zweiten Umwälzpumpenaggregates erfasst werden kann. Besonders bevorzugt ist die Kommunikationsschnittstelle so ausgebildet, dass sie sowohl mit der Signalerzeugungseinrichtung als auch mit der Erfassungsfunktion zusammenwirkt, so dass die Kommunikationsschnittstelle bidirektional wirkt, d. h. Signale aussenden kann und entsprechend Signale von einem anderen Umwälzpumpenaggregat erfassen kann.

**[0015]** Besonders bevorzugt kann die Kommunikationsschnittstelle so ausgebildet sein, dass sie eine Relaisfunktion aufweist, welche es ermöglicht, von einer anderen Kommunikationsschnittstelle empfangene Daten an wiederum eine weitere Kommunikationsschnittstelle weiterzuleiten. Dies bietet sich insbesondere dann an, wenn die Kommunikationschnittstelle als Funkschnittstelle ausgebildet ist. So kann die Kommunikationsschnittstelle gleichzeitig als Relaisstation dienen, welche die Funksignale an weitere Kommunikationsschnittstellen weiterversendet. So können größere Reichweiten überbrückt werden.

**[0016]** Besonders bevorzugt ist die Signalerzeugungseinrichtung derart ausgebildet, dass sie über die Kommunikationsschnittstelle ein den aktuellen Förderstrom des Umwälzpumpenaggregates repräsentierenden Förderstromwert ausgibt. Dieser kann dann von der Kommunikationsschnittstelle eines zweiten verbundenen Umwälzpumpenaggregates erfasst werden, sodass die Steuereinrichtung dieses zweiten verbundenen Umwälzpumpenaggregates den erfassten Förderstromwert als Zustandsgröße erfasst und entsprechend ihr Regelschema auf Grundlage dieser erfassten Zustandsgröße anpassen kann. So kann das einzelne Umwälzpumpenaggregat bzw. dessen Steuereinrichtung den Förderstromwert eines zweiten oder mehrerer weiterer, in demselben hydraulischen System angeordneter Umwälzpumpenaggregate berücksichtigen, um das eigene Regelschema anzupassen bzw. so zu korrigieren, dass es vorzugsweise unabhängig von den weiteren Umwälzpumpenaggregaten seine gewünschte Funktion erfüllen kann.

**[0017]** Besonders bevorzugt ist, wie vorangehend bereits angedeutet wurde, die Kommunikationsschnittstelle zur Kommunikationsverbindung mit einer Kommunikationsschnittstelle zumindest eines gleichartigen, vorzugsweise identischen zweiten Umwälzpumpenaggregates ausgebildet und die Steuereinrichtung des Umwälzpumpenaggregates ist so ausgebildet, dass sie über die Kommunikationsschnittstelle und ihre Erfassungsfunktion von zumindest einem zweiten gleichartigen, vorzugsweise identischen, Umwälzpumpenaggregat über die Kommunikationsschnittstelle eine Zustandsgröße empfangen kann und dass die Steuereinrichtung den Antriebsmotor des Umwälzpumpenaggregates dann unter Berücksichtigung der von der Kommunikationsschnittstelle empfangenen Zustandsgröße steuert. Dies beinhaltet die Anpassung eines Regelschemas auf Grundlage der erfassten Zustandsgröße. Besonders bevorzugt kann die Zustandsgröße, wie vorangehend beschrieben, ein Ein- oder Ausschalten des zumindest einen weiteren Umwälzpumpenaggregates repräsentieren oder weiter bevorzugt ein Förderstromwert sein, welcher den aktuellen Förderstrom des weiteren Umwälzpumpenaggregates repräsentiert.

**[0018]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Steuereinrichtung derart ausgebildet, dass das Regelschema, gemäß dem der Antriebsmotor geregelt wird, eine Pumpenkennlinie aufweist, welche in Abhängigkeit eines von der Erfassungsfunktion erkannten oder empfangenen Signals, nämlich einer empfangenen Zustandsgröße, verändert und bevorzugt verschoben wird. Eine solche Pumpenkennlinie kann beispielsweise eine Proportionaldruck- oder Konstantdruckkennlinie im Q-H-Diagramm sein, in welchem der Druck über dem Durchfluss aufgetragen ist. Wenn das Pumpenaggregat gemäß einer solchen Kennlinie als Regelschema geregelt wird, würde eine Erhöhung des Durchflusses in dem gemeinsamen Zweig des hydraulischen Systems zu einem höheren Druckverlust zwischen Druck- und Saugseite des Umwälzpumpenaggregates führen, was die Umwälzpumpe dazu veranlassen würde,

auf der gegebenen Kennlinie unter Reduzierung der Drehzahl in einen Bereich kleinerer Förderleistungen zu wandern, was dann dazu führt, dass in dem jeweiligen, von der Umwälzpumpe versorgten Zweig der zur Verfügung gestellte Druck zu niedrig wäre. Um dies auszugleichen, kann die Pumpenkennlinie beispielsweise in den Bereich höherer Drücke verschoben werden, um dann bei konstantem Durchfluss einen Betriebspunkt mit höherem Druck zu erreichen und somit den Druck im jeweiligen Zweig trotz des höheren Druckverlustes im gemeinsamen Zweig beibehalten zu können.

Umgekehrt kann die Steuereinrichtung, wenn sie das Abschalten oder die Verringerung des Förderstroms eines weiteren, in einem parallelen Zweig angeordneten Umwälzpumpenaggregates detektiert, die Kennlinie des eigenen Regelschemas in den Bereich kleinerer Drücke verschieben, sodass wiederum der Durchfluss und der zur Verfügung gestellte Druck im eigenen Zweig im Wesentlichen konstant gehalten werden kann.

**[0019]** Weiter bevorzugt ist die Steuereinrichtung derart ausgebildet, dass die Pumpenkennlinie des Regelschemas um einen Korrekturwert verschoben wird, welcher eine Funktion einer empfangenen oder erfassten Zustandsgröße, insbesondere des Durchflusses im Gesamtsystem, in welches das Umwälzpumpenaggregat integriert ist, darstellt. D. h. die Steuereinrichtung ist so ausgebildet, dass ihre Erfassungsfunktion den Durchfluss weiterer Umwälzpumpenaggregate in parallelen Zweigen erfasst bzw. empfängt und einen Korrekturwert zum Verschieben der Pumpenkennlinie berechnet, welcher eine Funktion dieses Durchflusses darstellt. Der Korrekturwert kann darüber hinaus bevorzugt proportional zu einer Korrekturkonstante, welche einen hydraulischen Widerstand in einem gemeinsamen Zweig des hydraulischen Systems repräsentiert, sein. Diese Konstante kann von der Steuereinrichtung des Umwälzpumpenaggregates in einem Initialisierungsschritt bestimmt werden oder der Steuereinrichtung beispielsweise durch geeignete Eingabemittel manuell eingegeben werden.

**[0020]** Bevorzugt ist die Steuereinrichtung in einer Initialisierungsfunktion versehen, welche mit den Steuereinrichtungen parallel geschalteter Umwälzpumpenaggregate über die beschriebene Kommunikationsschnittstelle derart kommunizieren kann, dass die mehreren in parallelen Zweigen angeordneten Umwälzpumpenaggregate gezielt ein- und ausgeschaltet werden, um dann die Veränderungen der hydraulischen Größen im System zu bestimmten und aus diesen Veränderungen die Konstante zu berechnen.

**[0021]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann die Steuereinrichtung derart ausgebildet sein, dass sie nach Empfang eines Signals bzw. einer Zustandsgröße durch ihre Erfassungsfunktion das Regelschema, gemäß dem der Antriebsmotor geregelt wird, in Abhängigkeit der Veränderung der hydraulischen Last selbsttätig ändert und insbesondere eine das Regelschema bildende Pumpenkennlinie verschiebt. D. h., hier wird die Größe bzw. Stärke der Anpassung des Regelschemas von der Größe der Veränderung der hydraulischen Last, insbesondere des Durchflusses bzw. der Fördermenge eines zweiten Umwälzpumpenaggregates, abhängig gemacht. Insbesondere wird die hydraulische Last bzw. die Veränderung der hydraulischen Last, welche durch ein weiteres Umwälzpumpenaggregat verursacht wird, dahingehend berücksichtigt, dass der hydraulische Zustand in dem Zweig, in welchem das Umwälzpumpenaggregat angeordnet ist, im Wesentlichen unverändert beibehalten wird. D. h., es wird vorzugsweise der durch das Zuschalten bzw. die Förderleistung eines weiteren Pumpenaggregates in einem gemeinsamen Zweig verursachte Druckverlust im Wesentlichen kompensiert, indem der Betriebspunkt bzw. die Pumpenkennlinie des eigenen Regelschemas abhängig von der Veränderung des Druckverlustes im gemeinsamen Zweig in den Bereich höherer oder niedrigerer Differenzdrücke verschoben wird.

**[0022]** Die Kommunikationsschnittstelle ist besonders bevorzugt zur Kommunikation mit mehreren gleichartigen, vorzugsweise identischen zweiten Umwälzpumpenaggregaten ausgebildet und die Steuereinrichtung ist bevorzugt so ausgebildet, dass sie den Antriebsmotor unter Berücksichtigung aller von den Kommunikationsschnittstellen empfangenen Signale bzw. Zustandsgrößen steuert. D. h., das Umwälzpumpenaggregat ist so ausgebildet, dass auch mehr als zwei dieser Umwälzpumpenaggregate in mehreren parallelen Zweigen eines hydraulischen Systems angeordnet werden können und so miteinander kommunizieren können, dass die jeweils von ihnen verursachten Veränderungen des hydraulischen Zustands im Gesamtsystem von den einzelnen Umwälzpumpenaggregaten so berücksichtigt werden, dass jedes Umwälzpumpenaggregat den eigenen Antriebsmotor vorzugsweise so regelt, dass die hydraulischen Zustände in dem zugehörigen Zweig, in welchem das jeweilige Umwälzpumpenaggregat angeordnet ist, von den anderen Umwälzpumpenaggregaten unbeeinflusst beibehalten werden können. D. h., die von den jeweils anderen Umwälzpumpenaggregaten im hydraulischen System verursachten Zustandsänderungen werden so kompensiert, dass das Umwälzpumpenaggregat den gewünschten Differenzdruck und/oder Durchfluss im zugehörigen Zweig im Wesentlichen unverändert beibehalten kann.

**[0023]** Es ist zu verstehen, dass, wenn vorangehend Merkmale, Funktionen und Verfahrensabläufe beschrieben wurden, welche das Zusammenwirken mehrerer Umwälzpumpenaggregate betreffen, dies bedeutet, dass das einzelne Umwälzpumpenaggregat so ausgestaltet sein soll, dass es die beschriebenen Funktionalitäten im Zusammenwirken mit einem oder mehreren gleichartigen bzw. identisch ausgebildeten Umwälzpumpenaggregaten bewirken kann.

**[0024]** Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung kann die Steuereinrichtung des Umwälzpumpenaggregates derart ausgebildet sein, dass sie das Regelschema bei einer von der Erfassungsfunktion erfassten vorbestimmten Zustandsgröße derart verändert, dass der Antriebsmotor ausgeschaltet wird. Eine solche Ausgestaltung des Umwälzpumpenaggregates ermöglicht die Ausbildung einer Vorrangschaltung in einem Heizungssystem, welche es

ermöglicht, bei der Erwärmung von Brauchwasser die übrigen Heizkreise abzuschalten. So kann ein Umwälzpumpenaggregat, vorzugsweise ein Umwälzpumpenaggregat gemäß der vorangehenden Beschreibung, in einem Heizwasserströmungsweg durch einen Wärmetauscher zur Erwärmung von Brauchwasser angeordnet sein. Dieses Umwälzpumpenaggregat kann, wenn es in Betrieb genommen wird, über eine Signalerzeugungseinrichtung eine vorbestimmte Zustandsgröße repräsentierendes Signal erzeugen, welches über eine Kommunikationsschnittstelle und geeignete Datenverbindungen oder in der beschriebenen Weise hydraulisch an zumindest ein weiteres Umwälzpumpenaggregat übertragen wird, welches diese Zustandsgröße als ein Signal dafür erfasst, dass dasjenige Umwälzpumpenaggregat, welches der Brauchwassererwärmung dient, eingeschaltet worden ist. Daraufhin kann die Steuereinrichtung, welche das Signal empfängt, ihr zugehöriges Umwälzpumpenaggregat bzw. dessen Antriebsmotor ausschalten. Für eine solche

Ausgestaltung ist es vorteilhaft, wenn das vorbestimmte Signal bzw. die vorbestimmte Zustandsgröße in einer Weise kodiert ist, dass es bei der Inbetriebnahme eines Gesamtsystems einem bestimmten Umwälzpumpenaggregat zugeordnet werden kann, sodass weitere Umwälzpumpenaggregate bei Empfang des Signals eindeutig erkennen können, dass das Umwälzpumpenaggregat, welches der Brauchwassererwärmung dient, in Betrieb genommen worden ist. Das Umwälzpumpenaggregat kann darüber hinaus bevorzugt einen Sensoranschluss haben, an welchem ein Sensor zur Erfassung des Brauchwasserbedarfs, beispielsweise ein Strömungssensor, welcher in einer Brauchwasserleitung angeordnet werden kann, angeschlossen werden kann. Die Steuereinrichtung des Umwälzpumpenaggregates kann dieses Sensorsignal empfangen und in der Weise auswerten, dass sie basierend auf dem Sensorsignal das Umwälzpumpenaggregat bzw. dessen Antriebsmotor selbsttätig einschaltet. Auf diese Weise kann die Brauchwassererwärmung autark von einem Umwälzpumpenaggregat gesteuert werden, ohne dass eine übergeordnete Steuereinrichtung zur Inbetriebnahme des Umwälzpumpenaggregates erforderlich wäre.

**[0025]** Gegenstand der Erfindung ist ferner die Anordnung zumindest zweier Umwälzpumpenaggregate gemäß der vorangehenden Beschreibung, wobei die zumindest zwei Umwälzpumpenaggregate in einem gemeinsamen hydraulischen Kreislaufsystem angeordnet sind. Das hydraulische Kreislaufsystem ist dabei besonders bevorzugt ein hydraulisches Heizungssystem bzw. eine hydraulische Heizungsanlage. Dies schließt ausdrücklich eine Klimaanlage mit ein.

Dabei sind die zwei Umwälzpumpenaggregate in zwei zueinander parallelen Zweigen bzw. Kreisen des Kreislaufsystems angeordnet, wobei diese Zweige bzw. Kreise in zumindest einem gemeinsamen Strömungsweg münden bzw. einen gemeinsamen Strömungsweg aufweisen. D. h., die von den beiden Umwälzpumpen durch die beiden Zweige geförderte Flüssigkeit strömt stets auch durch den gemeinsamen Zweig bzw. Abschnitt. Bei den zumindest zwei Zweigen handelt es sich bevorzugt um Verbraucher-Zweige, in denen jeweils zumindest ein Verbraucher, wie beispielsweise ein Wärmetauscher, welcher einen hydraulischen Widerstand bildet, angeordnet ist. Ein solcher Wärmetauscher kann beispielsweise von einem Heizkörper oder einem Fußbodenheizungskreis oder aber auch einem Brauchwasserwärmetauscher gebildet sein. Die hydraulischen Widerstände können dabei in den einzelnen Zweigen stromabwärts und/oder stromaufwärts des Umwälzpumpenaggregates gelegen sein. Die Umwälzpumpenaggregate in den parallelen Zweigen sind gleichartig und insbesondere identisch ausgebildet, wie sie vorangehend beschrieben wurden. Die Steuereinrichtungen der Umwälzpumpenaggregate weisen jeweils eine Signalerzeugungseinrichtung auf, welche eine Zustandsgröße ausgibt, welche einen Betriebszustand dieses Umwälzpumpenaggregates repräsentiert. Die Zustandsgröße kann dabei, wie vorangehend beschrieben, das Ein- und/oder Ausschalten oder aber beispielsweise auch den Förderstrom repräsentieren (Förderstromwert). Ferner sind die Steuereinrichtungen der Umwälzpumpenaggregate jeweils derart ausgebildet, dass sie den zugehörigen Antriebsmotor dieses Umwälzpumpenaggregates unter Berücksichtigung der von seiner Erfassungsfunktion erfassten und von dem anderen Umwälzpumpenaggregat ausgegebenen Zustandsgröße steuern. Dies erfolgt vorzugsweise in der oben beschriebenen Weise. Die mehreren Umwälzpumpenaggregate sind gleichartig und vorzugsweise identisch ausgebildet, so dass sie wechselseitig ihren Einfluss auf das Gesamtsystem berücksichtigen können.

**[0026]** Weitere bevorzugte Merkmale der Anordnung zumindest zweier oder mehrerer Umwälzpumpenaggregate ergeben sich aus der gesamten vorangehenden Beschreibung. Es ist zu verstehen, dass die Merkmale, welche anhand eines einzelnen Umwälzpumpenaggregates beschrieben wurden, so auch in einer Anordnung mehrerer Umwälzpumpenaggregate verwirklicht werden können.

**[0027]** Gegenstand der Erfindung ist darüber hinaus ein Verfahren zur Steuerung zumindest zweier in einem hydraulischen Kreislaufsystem in zueinander parallelen Zweigen angeordneter Umwälzpumpenaggregate. Dabei sind die parallelen Zweige, wie vorangehend beschrieben, so ausgebildet, dass sie in einem gemeinsamen Strömungsweg münden, welcher jeweils einen Kreislauf über die Zweige schließt. Gemäß dem Verfahren wird bei Inbetriebnahme eines zweiten Umwälzpumpenaggregates ein Regelschema, gemäß dem ein erstes Umwälzpumpenaggregat gesteuert wird, unter Berücksichtigung der von dem zweiten Umwälzpumpenaggregat bereitgestellten hydraulischen Leistung verändert. So kann eine Veränderung im Gesamtsystem, insbesondere ein im gemeinsamen Zweig bzw. Leitungsabschnitt auftretender Druckverlust, welcher durch eine Veränderung des Förderstroms, welcher von dem zweiten Umwälzpumpenaggregat bereitgestellt wird, verursacht wird, kompensiert werden. Hinsichtlich der Details und des genauen Ablaufes des Verfahrens wird auf die vorangehende Beschreibung des Umwälzpumpenaggregates verwiesen, in welcher ebenfalls bevorzugte Merkmale des Verfahrens beschrieben wurden. Dies ist bevorzugt ausdrücklich ebenfalls Gegenstand des

erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0028]** Wie beschrieben münden die zumindest zwei parallelen Zweige des hydraulischen Systems in einen gemeinsamen Strömungsweg. Es werden das zumindest erste Umwälzpumpenaggregat und vorzugsweise alle in den parallelen Zweigen angeordneten Umwälzpumpenaggregate so gesteuert bzw. geregelt, dass ihr jeweiliges Regelschema auf Grundlage eines hydraulischen Verlustes in dem gemeinsamen Strömungsweg bzw. Abschnitt des Strömungsweges derart angepasst wird, dass ein Differenzdruck über einem in einem einzelnen der hydraulischen Zweige gelegenen hydraulischen Widerstand einen vorgegebenen Wert aufweist. D. h., wenn der Druckverlust in dem gemeinsamen Strömungsweg zunimmt, muss der von dem Umwälzpumpenaggregat in einem einzelnen Zweig bereitgestellte Differenzdruck erhöht werden, um über dem hydraulischen Widerstand in dem jeweiligen Zweig einen vorgegebenen Differenzdruck beibehalten zu können. D. h., die Drehzahl des jeweiligen Umwälzpumpenaggregates muss erhöht werden, wenn der hydraulische Widerstand bzw. Druckverlust in dem gemeinsamen Strömungsweg steigt und entsprechend wieder verringert werden, wenn der Druckverlust in dem gemeinsamen Strömungsweg sich verringert.

**[0029]** Besonders bevorzugt wird eine Größe der von dem zweiten Umwälzpumpenaggregat bereitgestellten hydraulischen Leistungen von dem zweiten Umwälzpumpenaggregat dem ersten Umwälzpumpenaggregat übermittelt oder von dem ersten Umwälzpumpenaggregat selbsttätig anhand einer in dem ersten Umwälzpumpenaggregat auftretenden Laständerung ermittelt. So kann beispielsweise der aktuelle Förderstrom als Förderstromwert von einem Umwälzpumpenaggregat an das andere Umwälzpumpenaggregat übertragen bzw. signalisiert werden. Alternativ kann lediglich das Ein- oder Ausschalten signalisiert werden und das andere Umwälzpumpenaggregat kann selbsttätig erkennen, wie stark sich der Druckverlust im System durch die Inbetriebnahme oder das Ausschalten des weiteren Umwälzpumpenaggregates ändert. Dies kann durch entsprechende Drucksensoren in dem Umwälzpumpenaggregat detektiert werden und/oder gegebenenfalls aus elektrischen Größen des Antriebsmotors des einzelnen Umwälzpumpenaggregates abgeleitet werden.

**[0030]** Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand der beigefügten Figuren beschrieben. In diesen zeigt:

- 25 Fig. 1 schematisch ein erfindungsgemäßes Umwälzpumpenaggregat,
- Fig. 2 schematisch ein hydraulisches System mit einer Anordnung von drei erfindungsgemäßes Umwälzpumpenaggregaten,
- 30 Fig. 3 ein QH-Diagramm zur Darstellung der Wechselwirkung mehrerer Umwälzpumpenaggregate,
- Fig. 4 schematisch ein hydraulisches System mit drei Umwälzpumpenaggregaten gemäß einer zweiten Ausführungsform die, unabhängig von der Funktionalität des Steuergeräts gemäß der Erfindung sein kann, und
- 35 Fig. 5 ein hydraulisches System gemäß Fig. 4 mit einer Anordnung von drei erfindungsgemäßes Umwälzpumpenaggregaten gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung.

**[0031]** Bei dem erfindungsgemäßes Umwälzpumpenaggregat handelt es sich um ein Kreiselpumpenaggregat, welches als Umwälzpumpenaggregat beispielsweise in einem Heizungssystem oder Klimasystem zum Umwälzen eines flüssigen Wärmeträgers wie Wasser eingesetzt werden kann. Es weist ein Pumpengehäuse 2 mit einem Eingang 4 sowie einem Ausgang 6 und zumindest einem im Inneren rotierenden Laufrad 8 auf. Das Laufrad 8 wird von einem elektrischen Antriebsmotor 10 drehend angetrieben. Ferner ist eine Steuereinrichtung 12 in dem Umwälzpumpenaggregat vorhanden, welche den elektrischen Antriebsmotor 10 steuert bzw. regelt, insbesondere in seiner Drehzahl einstellt und regelt. D. h., über die Steuereinrichtung 12 kann die Drehzahl des Antriebsmotors 10 zur Anpassung an die hydraulischen Verhältnisse verändert werden. Insoweit entspricht das Umwälzpumpenaggregat dem Aufbau bekannter Umwälzpumpenaggregate.

**[0032]** Die Steuereinrichtung 12 ist so ausgebildet, dass sie den Antriebsmotor 10 nach zumindest einem Regelschema steuert bzw. regelt, d. h., beispielsweise gemäß einer Pumpenkennlinie, wie sie in Fig. 3 dargestellt ist. Es ist bekannt, als Regelschema beispielsweise Proportionaldruck-Kurven einzusetzen, gemäß derer der Druck proportional zum Durchfluss steigt. Alternativ können beispielsweise auch Regelschemata mit Konstantdruck-Kurven verwendet werden, bei welchen der Antriebsmotor so geregelt wird, dass unabhängig vom Durchfluss der Druck einen konstanten Wert behält. Fig. 3 zeigt beispielhaft drei Proportionaldruck-Kurven I, II und III in einem QH-Diagramm, in welchem der Druck H gegenüber dem Durchfluss Q aufgetragen ist. In dem Diagramm gemäß Fig. 3 sind darüber hinaus drei Anlagenkennlinien A, B und C dargestellt, welche den Druckverlust im hydraulischen Kreislauf abhängig vom Durchfluss Q darstellen. Im Betrieb stellt sich ein Betriebspunkt im Schnittpunkt der Pumpenkennlinie mit der Anlagenkennlinie ein. Wenn beispielsweise das Umwälzpumpenaggregat mit der Pumpenkennlinie I betrieben wird und die hydraulische Anlage, in welcher das Umwälzpumpenaggregat eingesetzt wird, die Anlagenkennlinie A hat, stellt sich der Betriebspunkt 14 im Schnittpunkt beider Kennlinien ein.

**[0033]** Fig. 2 zeigt schematisch eine Heizungsanlage mit drei Heizkreisen bzw. Heizzweigen 16, 18 und 20. In jedem der Heizkreise 16, 18, 20 des hydraulischen Systems ist jeweils ein Umwälzpumpenaggregat 22a, 22b oder 22c angeordnet und liegen jeweils ein oder mehrere Verbraucher 24, wie beispielsweise Heizkörper oder Schleifen einer Fußbodenheizung. Die drei Heizkreise 16, 18, 20 führen ferner durch einen gemeinsamen Strömungsweg 26, welcher durch eine Wärmequelle 28, wie beispielsweise einen Heizkessel, verläuft. In der Strömungsrichtung s zweigen die drei Heizkreise 16, 18, 20 ausgangsseitig der Wärmequelle 28 voneinander ab und verlaufen durch die Umwälzpumpenaggregate 22a, 22b und 22c durch die jeweiligen Verbraucher 24 der drei Heizkreise 16, 18, 20. Ausgangsseitig der Verbraucher 24 münden die drei Heizkreise im Mündungspunkt 30 wieder in den gemeinsamen Strömungsweg 26. Die drei Heizkreise 16, 18, 20 können beispielsweise verschiedene Teile eines Gebäudes beheizen, alternativ könnte beispielsweise der Heizkreis 16 ein Heizkreis für eine Fußbodenheizung sein, während die Heizkreise 18 und 20 Heizkreise mit normalen Heizkörpern darstellen.

**[0034]** Es ist zu verstehen, dass bei den in Figuren 2, 4 und 5 gezeigten Anordnungen die Strömungsrichtung s auch entgegengesetzt verlaufen könnte. D. h. in den gezeigten Beispielen liegt die hydraulische Last bzw. der hydraulische Widerstand, welcher von den Verbrauchern 24 gebildet wird, stromabwärts der Umwälzpumpenaggregate 22. Bei entgegengesetzter Strömungsrichtung würden die Verbraucher 24 stromaufwärts der Umwälzpumpenaggregate 22 liegen. Dies könnte beispielsweise der Fall sein, wenn die mehreren Heizkreise 16, 18, 20 verschiedene Wohnungen beheizen und die Umwälzpumpenaggregate 22 jeweils Teil einer Wohnungsstation sind.

**[0035]** Je nachdem, wie viele der Heizkreise im Betrieb sind, verändert sich der Durchfluss durch den gemeinsamen Strömungsweg 26 und damit der Druckverlust über der Wärmequelle 28. Dies hat zur Folge, dass sich die Anlagenkennlinie, wie anhand von Fig. 3 erläutert, verändert. Die in Fig. 3 gezeigte Anlagenkennlinie A stellt beispielsweise eine Anlagenkennlinie dar, wenn nur eine der Umwälzpumpen 22, beispielsweise die Umwälzpumpe 22a, in Betrieb ist. Wird nun auch der Heizkreis 18 in Betrieb genommen und beispielsweise zusätzlich die Umwälzpumpe 22b in Betrieb genommen, erhöht sich der Gesamtförderstrom durch den gemeinsamen Strömungsweg 26 und damit der Druckverlust über der Wärmequelle 28, so dass die Anlage dann die Anlagenkennlinie B aufweist. Wenn nun das Umwälzpumpenaggregat 22a mit der Pumpenkennlinie I betrieben wird, würde auf dieser Pumpenkennlinie I der Betriebspunkt von dem Betriebspunkt 14 in den Betriebspunkt 32 wandern, welcher den Schnittpunkt zwischen der Pumpenkennlinie I und der Anlagenkennlinie B darstellt. D. h., das Umwälzpumpenaggregat 22 würde seine Drehzahl verringern, der Durchfluss und der Druck würden abnehmen. Dies hätte zur Folge, dass der Heizkreis 16 und der Verbraucher 24 nicht mehr ausreichend versorgt würden, d. h., der Durchfluss durch den Verbraucher 24 könnte nicht konstant gehalten werden.

**[0036]** Um dies zu kompensieren, ist die Steuereinrichtung 12 des Umwälzpumpenaggregates so ausgebildet, dass sie ihr Regelschema in Abhängigkeit des Betriebs weiterer Umwälzpumpenaggregate 22 in parallelen Zweigen 18, 20 des hydraulischen Systems verändern kann. So kann die Steuereinrichtung 12 die Pumpenkennlinie I, welche als Regelschema genutzt wird, beispielsweise so verschieben, dass das Umwälzpumpenaggregat gemäß der zweiten Pumpenkennlinie II betrieben wird, deren Schnittpunkt mit der Anlagenkennlinie B einen neuen Betriebspunkt 34 bildet, welcher bei demselben Durchfluss  $q_1$  liegt wie der Betriebspunkt 14. So kann der Durchfluss  $q_1$  durch den Verbraucher 24 des Heizkreises 16 konstant gehalten werden. Gleichzeitig wird der Druck H erhöht, sodass der höhere Druckverlust im gemeinsamen Strömungsweg 26 kompensiert wird und auch der Differenzdruck über dem Verbraucher 24 idealerweise konstant gehalten werden kann. Dazu erhöht das Umwälzpumpenaggregat 22a seine Drehzahl und somit auch elektrische Leistungsaufnahme. Wird das zweite Umwälzpumpenaggregat 22b wieder abgeschaltet, wird das Regelschema wieder auf die ursprüngliche Pumpenkennlinie I zurück geändert und das Umwälzpumpenaggregat 22a wieder mit der Pumpenkennlinie I im Betriebspunkt 14 betrieben.

**[0037]** Wenn auch das dritte Umwälzpumpenaggregat 22c in dem dritten Heizkreis 20 gleichzeitig in Betrieb genommen wird, erhöht sich der Druckverlust über der Wärmequelle 28 weiter und die Anlagenkennlinie nimmt die Gestalt der Anlagenkennlinie C in Fig. 3 an. In diesem Fall kann dann das Regelschema des Umwälzpumpenaggregates 22a so geändert werden, dass es gemäß der Pumpenkennlinie III in Fig. 3 betrieben wird, so dass der Betrieb im Betriebspunkt 36, welcher den Schnittpunkt zwischen der Anlagenkennlinie C und der Pumpenkennlinie III darstellt, erfolgt. Auch hierbei wird der Durchfluss  $q_1$  konstant gehalten, allerdings erhöht sich der Druck H, so dass der erhöhte Druckverlust im gemeinsamen Strömungsweg 26 kompensiert wird und der Heizkreis 16 weiterhin im Wesentlichen mit konstantem Durchfluss versorgt wird. Eine Anpassung der Regelschemata der Umwälzpumpenaggregate 22b und 22c in den Heizkreisen 18 und 20 erfolgt in entsprechender Weise abhängig davon, wie viele der jeweils anderen Heizkreise 16, 18, 20 in Betrieb sind. Dabei ist zu verstehen, dass die Umwälzpumpenaggregate 22a, 22b und 22c nicht zwingend in dieser Reihenfolge in Betrieb genommen werden müssen. Abhängig von dem Wärmebedarf in den einzelnen Heizkreisen 16, 18, 20 kann beispielsweise auch nur das Umwälzpumpenaggregat 22c in Betrieb sein und anschließend das Umwälzpumpenaggregat 22a und 22b in Betrieb genommen werden. Hier sind beliebige Kombinationen und Reihenfolgen denkbar.

**[0038]** Die erforderlichen Kompensationen lassen sich aus den hydraulischen Größen in der nachfolgend beschriebenen Weise berechnen. Die Verbraucher 24 in den Heizkreisen 16, 18, 20 weisen die hydraulischen Widerstände  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  auf. In den drei hydraulischen Kreisen 16, 18, 20, welche in Fig. 2 gezeigt sind, herrschen die von den

jeweiligen Umwälzpumpenaggregaten 22a, 22b und 22c verursachten Durchflüsse  $s_1$ ,  $s_2$  und  $s_3$ . Das Umwälzpumpe-

naggregat 22a erzeugt einen Differenzdruck  $h_1$ , das Umwälzpumpenaggregat 22b einen Differenzdruck  $h_2$  und das Umwälzpumpenaggregat 22c einen Differenzdruck  $h_3$ . In dem gemeinsamen Zweig bzw. Strömungsweg 26 herrscht ein Durchfluss  $s$  und die Wärmequelle 28 bildet einen hydraulischen Widerstand  $R_0$ . Dabei ist zu verstehen, dass die

5 hydraulischen Widerstände  $R_0$ ,  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  nicht nur den hydraulischen Widerstand der Verbraucher bzw. der Wärmequelle repräsentieren, sondern den gesamten hydraulischen Widerstand in dem jeweiligen Zweig, welcher durch Leitungsverluste und Ähnliches gebildet wird. In einem hydraulischen Heizungssystem variieren die hydraulischen Wi-

derstände  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  beispielsweise abhängig vom Öffnungsgrad eines Thermostatventils in dem jeweiligen Heizkreis

16, 18, 20.

10 [0039] Wenn die Differenzdrücke über den hydraulischen Widerständen  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  konstant sein sollen und auf einen konstanten Wert geregelt werden sollen, was jeweils durch die Steuereinrichtung des jeweiligen Umwälzpumpenaggregates 22 erfolgt, hat jeder Zweig einen Differenzdruck-Sollwert  $h^*$ , welcher über dem hydraulischen Widerstand  $R$  zu erreichen ist. In diesem Fall ergibt sich für den von den jeweiligen Pumpen zu erreichenden Differenzdruck  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$

Folgendes:

15

$$h_1 = h^* + R_0 s^2 = h^* + R_0(s_1 + s_2 + s_3)^2$$

20

$$h_2 = h^* + R_0 s^2 = h^* + R_0(s_1 + s_2 + s_3)^2$$

$$h_3 = h^* + R_0 s^2 = h^* + R_0(s_1 + s_2 + s_3)^2$$

25 Es ist zu erkennen, dass der Pumpendifferenzdruck  $h_1$ ,  $h_2$  und  $h_3$  abhängig vom Durchfluss durch alle Zweige und vom hydraulischen Widerstand  $R_0$  im gemeinsamen Zweig ist.

[0040] Es kann auch den Fall geben, dass die Umwälzpumpenaggregate 22 nicht auf einem konstanten Druck sondern auf einen Proportionaldruck abhängig vom Durchfluss geregelt werden sollen, um eine Proportionaldruckkurve zu erzeugen. Dann würde sich der Druck-Sollwert  $h^*$  als ein vom Durchfluss abhängiger Wert ergeben, den Heizkreis 16

30 beispielsweise:

$$h^* = as_1^2 + b$$

35 In dieser Gleichung stellen  $a$  und  $b$  Parameter der Proportionaldruckkurve dar.

[0041] Um die Druckverluste in dem gemeinsamen Strömungsweg 26 berücksichtigen zu können, ist es somit erforderlich, den hydraulischen Widerstand  $R_0$  in diesem gemeinsamen Strömungsweg zu kennen und zu ermitteln. Die hydraulischen Widerstände  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  ändern sich in der Regel sehr langsam bei Verstellung der Thermostatventile in den Heizkreisen. Dies ermöglicht es, durch Ein- und Ausschalten der Umwälzpumpenaggregate 22 in kurzen Zeitspannen den hydraulischen Widerstand  $R_0$  zu bestimmen, da sich in diesen kurzen Zeitspannen die hydraulischen Widerstände  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  im Wesentlichen nicht ändern.

40 [0042] Um den hydraulischen Widerstand  $R_0$  zu bestimmen werden vorzugsweise durch entsprechende Kommunikation über die nachfolgend beschriebenen Kommunikationsschnittstellen 40 und Datenverbindungen 38 zunächst die Steuereinrichtungen 12 der Umwälzpumpenaggregate 22 dazu veranlasst, alle Umwälzpumpenaggregate 22a, 22b und 22c in Betrieb zu nehmen. Von den Steuereinrichtungen 12 werden dabei die Differenzdrücke  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$  und die Durchflüsse  $s_1$ ,  $s_2$  und  $s_3$  jeweils ermittelt und vorzugsweise über die Datenverbindungen 38 untereinander ausgetauscht. Das Erfassen dieser Werte kann durch geeignete Sensoren in den Umwälzpumpenaggregaten 22 und/oder durch Berechnung auf Grundlage elektrischer Größen des Antriebsmotors des jeweiligen Umwälzpumpenaggregats 22 erfolgen. Nachdem diese Messwerte erfasst sind, kann beispielsweise das Umwälzpumpenaggregat 22b abgeschaltet werden und es können Druckwerte  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$  und Durchflüsse  $s'_1$ ,  $s'_2$  und  $s'_3$  bestimmt werden. Aus diesen Messungen kann der hydraulische Widerstand  $R_0$  in dem gemeinsamen Strömungsweg 26 durch Lösen der folgenden Gleichungssysteme mit zwei Unbekannten ermittelt werden.

[0043] Ein erstes Beispiel basiert auf dem Druck  $h_1$  des Umwälzpumpenaggregates 22a:

55

$$h_1 = R_1 s_1^2 + R_0(s_1 + s_2 + s_3)^2$$

$$h_1 = R_1 s_1'^2 + R_0 (s_1' + s_3')^2$$

Daraus ergibt sich für  $R_0$ :

$$R_0 = \frac{s_1'^2 h_1 - s_1^2 h_1}{s_1'^2 (s_1 + s_2 + s_3)^2 - s_1^2 (s_1' + s_2')^2}$$

**[0044]** Ein zweites Beispiel basiert auf dem Druck  $h_2$  des Umwälzpumpenaggregates 22b:

$$h_2 = R_2 s_2^2 + R_0 (s_1 + s_2 + s_3)^2$$

$$h_2' = R_0 (s_1' + s_3')^2$$

Daraus ergibt sich für  $R_0$ :

$$R_0 = \frac{h_2'}{(s_1' + s_2')^2}$$

**[0045]** Ein drittes Beispiel basiert auf dem Druck  $h_3$  des Umwälzpumpenaggregates 22c:

$$h_3 = R_3 s_3^2 + R_0 (s_1 + s_2 + s_3)^2$$

$$h_3' = R_0 (s_1' + s_3')^2$$

Für dieses Gleichungssystem ergibt sich eine Lösung ähnlich zu der Lösung für das Umwälzpumpenaggregat 22a.

**[0046]** Es ist ebenfalls möglich zusätzliche Tests bzw. Messungen durchzuführen, beispielsweise indem das Umwälzpumpenaggregat 22b und das Umwälzpumpenaggregat 22c abgeschaltet werden. Dabei können sich beispielsweise folgende drei Gleichungen für das Umwälzpumpenaggregat 22a ergeben:

$$h_1 = R_1 s_1^2 + R_0 (s_1 + s_2 + s_3)^2$$

$$h_1' = R_1 s_1'^2 + R_0 (s_1' + s_3')^2$$

$$h_1'' = R_1 s_1'^2 + R_0 s_1'^2$$

Diese Gleichungen können durch eine lineare Regression gelöst werden.

**[0047]** Es kann Fälle geben, in denen es nicht möglich ist, eines der Umwälzpumpenaggregate 22 abzuschalten. In einem solchen Fall kann es auch möglich sein, lediglich den Differenzdruck  $h$  über dem jeweiligen Umwälzpumpenaggregat 22 durch Drehzahländerung zu ändern. Beispielsweise könnte der Druck des Umwälzpumpenaggregates 22b durch Drehzahländerung von  $h_2$  zu  $h_2'$  geändert werden. Daraus ergeben sich für die drei Umwälzpumpenaggregate 22a, 22b und 22c die folgenden Gleichungen:

$$h_1 = R_1 s_1^2 + R_0 (s_1 + s_2 + s_3)^2$$

$$h_1 = R_1 s'_1^2 + R_0(s'_1 + s'_2 + s'_3)^2$$

5                     $h_2 = R_2 s_2^2 + R_0(s_1 + s_2 + s_3)^2$

10                   $h'_2 = R_2 s'_2 + R_0(s'_1 + s'_2 + s'_3)^2$

15                   $h_3 = R_3 s_3^2 + R_0(s_1 + s_2 + s_3)^2$

15                   $h_3 = R_3 s'_3^2 + R_0(s'_1 + s'_2 + s'_3)^2$

Aus diesen kann der hydraulische Widerstand  $R_0$  bestimmt werden. Wenn nach einem anfänglichen Test auf diese Weise der hydraulische Widerstand  $R_0$  in dem gemeinsamen Zweig 26 bestimmt worden ist, kann später bei Durchflussänderung durch Zuschalten oder Drehzahländerung eines der Umwälzpumpenaggregate 22 die Veränderung des Durchflusses  $s$  in dem gemeinsamen Strömungsweg 26 für die Anpassung der Pumpenkennlinie in jedem einzelnen Umwälzpumpenaggregat 22 berücksichtigt werden. Die Pumpenkennlinie I, II, III wird dabei bevorzugt um ein Maß bzw. um einen Korrekturwert verschoben, welcher proportional zu dem hydraulischen Widerstand  $R_0$  in dem gemeinsamen Strömungsweg 26 und eine zunehmende Funktion der Summe der Durchflüsse, d. h. des Durchflusses  $s$  in dem gemeinsamen Strömungsweg 26 ist.

**[0048]** Um diese beschriebene Funktionalität der Anpassung der Regelschemata in Abhängigkeit vom Betrieb der Umwälzpumpenaggregate 22 in den parallelen Heizkreisen 16, 18, 20 zu erreichen, ist erfahrungsgemäß eine Kommunikation zwischen den Umwälzpumpenaggregaten 22a, 22b und 22c vorgesehen. Gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung, welches in Fig. 2 gezeigt ist, können die Umwälzpumpenaggregate 22a, 22b und 22c direkt über Datenverbindungen 38 miteinander verbunden sein. Die Datenverbindungen 38 können dabei als ein leitungsgebundener Datenbus oder auch drahtlos durch Funkverbindungen realisiert sein. Die Steuereinrichtungen 12 der Umwälzpumpenaggregate 22 weisen dazu eine Kommunikationsschnittstelle 40 auf. Diese wirkt im Inneren der Steuereinrichtung 12 mit einem Erfassungsmodul 42 zusammen, welches eine Erfassungsfunktion bereitstellt. Das Erfassungsmodul 42 kann als Softwaremodul in der Steuereinrichtung realisiert sein. Die Steuereinrichtungen 12 weisen darüber hinaus jeweils eine Signalerzeugungseinrichtung 44 auf, welche gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel ebenfalls mit der Kommunikationsschnittstelle 40 verbunden sein kann, wie in Fig. 1 gezeigt ist. In diesem Ausführungsbeispiel wirkt die Kommunikationsschnittstelle 40 insofern bevorzugt bidirektional. Auch die Signalerzeugungseinrichtung 44 kann als Softwaremodul in der Steuereinrichtung 12 realisiert sein.

**[0049]** Die Signalerzeugungseinrichtung 44 erzeugt beim Betrieb des jeweiligen Umwälzpumpenaggregates 22 ein Signal, welches eine Zustandsgröße darstellt und über die Kommunikationsschnittstelle 40 und die Datenverbindung 38 an die weiteren Umwälzpumpenaggregate 22 ausgegeben wird. In der einfachsten Form kann die Zustandsgröße lediglich signalisieren, dass das jeweilige Umwälzpumpenaggregat 22 ein- oder ausgeschaltet ist oder wird. Alternativ kann die Zustandsgröße ein Förderstromwert sein, welcher den Förderstrom des Pumpenaggregates 22 repräsentiert. Der Förderstrom kann entweder im Umwälzpumpenaggregat 22 gemessen oder von der Steuereinrichtung 12 aus elektrischen Größen abgeleitet werden.

**[0050]** Wenn nun beispielsweise in dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 zunächst, wie oben beschrieben, nur das Umwälzpumpenaggregat 22a in Betrieb ist und später das Umwälzpumpenaggregat 22b zugeschaltet wird, erzeugt die Signalerzeugungseinrichtung 44 des Umwälzpumpenaggregates 22b beispielsweise einen Förderstromwert, welcher den Förderstrom des zweiten Umwälzpumpenaggregates 22b angibt. Dieser Förderstromwert wird über die Kommunikationsschnittstelle 40 und die Datenverbindung 38 an das erste Umwälzpumpenaggregat 22a ermittelt. Dessen Steuereinrichtung 12 verarbeitet dieses Signal in dem Erfassungsmodul 42 in der Weise, dass es nun die Veränderung der Anlagenkennlinie von der Anlagenkennlinie A zu der Anlagenkennlinie B erkennt und entsprechend das Regelschema seiner Steuereinrichtung 12 z. B. von der Pumpenkennlinie I zu der Pumpenkennlinie II verändert. Beim Zuschalten des dritten Umwälzpumpenaggregates 22c erfolgt dies in entsprechender Weise, indem auch das Umwälzpumpenaggregat 22c seinen Förderstromwert über die Datenverbindung 38 an das Umwälzpumpenaggregat 22b und das Umwälzpumpenaggregat 22a übermittelt, so dass diese beiden Umwälzpumpenaggregate dann ihre Pumpenkennlinie als Regelschema wieder entsprechend verändern können. Umgekehrt erhält auch das Umwälzpumpenaggregat 22c die Förderstromwerte von den Umwälzpumpenaggregaten 22a und 22b, sodass es direkt bei Inbetriebnahme sein Regelschema entsprechend an den sich aus dem gleichzeitigen Betrieb der anderen Umwälzpumpenaggregate 22a und 22b ergebenden hydraulischen Zustand des Systems anpassen kann.

[0051] Anstatt direkt die Förderstromwerte über die Datenverbindung 38 zu übermitteln, könnte, wie beschrieben, auch lediglich ein Signal, welches das Ein- und Ausschalten signalisiert, übermittelt werden. Wenn der Steuereinrichtung 12 des ersten Pumpenaggregates 22a nur das Einschalten bzw. der Betrieb des zweiten Umwälzpumpenaggregates 22b mitgeteilt wird, kann die Steuereinrichtung 12 über das Erfassungsmodul 42 aus der Veränderung der elektrischen Größen und gegebenenfalls direkt im Umwälzpumpenaggregat 22a gemessener hydraulischer Größen selbsttätig erkennen, wie sich die Anlagenkennlinie verändert und eine entsprechende Anpassung der Pumpenkennlinie vornehmen. Dies kann in den anderen beiden Umwälzpumpenaggregaten 22b und 22c in entsprechender Weise erfolgen.

[0052] Die Vernetzung bzw. Verknüpfung zur Kommunikation zwischen den Umwälzpumpenaggregaten 22a, 22b und 22c kann auch in alternativer Weise erfolgen, wie beispielsweise in Fig. 4 gezeigt ist. Dort erfolgt die Verknüpfung über ein zentrales Steuergerät 46. Das Steuergerät 46 ist jeweils über einzelne Datenverbindungen 38' mit den Umwälzpumpenaggregaten 22 verbunden. Dabei können die Datenverbindungen 38' wiederum leitungsgebunden oder auch drahtlos, beispielsweise als Funkverbindungen, ausgebildet sein. Das zentrale Steuergerät 46 kann so ausgebildet sein, dass es die komplette Funktion der Steuereinrichtungen 12 in der Weise übernimmt, dass es den Umwälzpumpenaggregaten 22a, 22b, 22c die jeweilige Drehzahl für den Antriebsmotor 10 vorgibt, beispielsweise über einen PWM-Signaleingang der Umwälzpumpenaggregate 22a, 22b und 22c. Eine solche zentrale Steuerung und entsprechende Umwälzpumpenaggregate sind nicht gemäß der Erfindung. Übernimmt das Steuergerät 46 jedoch nur die Funktion, die Zustandsgrößen bzw. Signale zwischen den Umwälzpumpenaggregaten 22 zu übertragen, wie es vorangehend beschrieben wurde, dann sind die in Fig. 4 dargestellte Ausführung und entsprechende Umwälzpumpenaggregate gemäß der Erfindung. Dies kann insbesondere dann sinnvoll sein, wenn die Kommunikationsschnittstellen 40 der Steuereinrichtungen 12 galvanisch von den übrigen Teilen der Steuereinrichtung getrennt sind, sodass die Kommunikationsverbindungen 38' eine externe Energieversorgung über das Steuergerät 46 benötigen.

[0053] Gemäß einer dritten möglichen Ausführungsform, welche anhand von Fig. 5 beschrieben ist, erfolgt die Kommunikation zwischen den Umwälzpumpenaggregaten 22a, 22b und 22c hydraulisch. D.h., in diesem Ausführungsbeispiel benötigen die Umwälzpumpenaggregate 22a, 22b, 22c keine Kommunikationsschnittstelle 40. Die Signalerzeugungseinrichtung 44 erzeugt vielmehr bei der Inbetriebnahme des jeweiligen Umwälzpumpenaggregates 22 ein hydraulisches Signal, indem der Antriebsmotor 10 nach einem vorgegebenen Muster in Betrieb genommen wird, beispielsweise vor der dauerhaften Inbetriebnahme in einem bestimmten Muster mehrmals kurz ein- und ausgeschaltet wird. Dies führt zu Druckschwankungen im gesamten hydraulischen System, welche von den anderen Umwälzpumpenaggregaten 22 durch kurzzeitige Veränderung des hydraulischen Zustandes detektiert werden können, wozu das Erfassungsmodul 42 der Umwälzpumpenaggregate 22 entsprechend ausgebildet ist. Erkennt ein Umwälzpumpenaggregat 22 im System das Muster, welches die Inbetriebnahme eines weiteren Umwälzpumpenaggregates 22 signalisiert, kann es aus seinen elektrischen Größen oder internen Sensorsignalen die Veränderung der Anlagenkennlinie A, B, C in der oben beschriebenen Weise erkennen und entsprechend die Pumpenkennlinie I, II, III anpassen, wie es oben beschrieben wurde. Gegebenenfalls kann ein derartiges hydraulisches Signal, welches den Betrieb eines Pumpenaggregates signalisiert, auch in regelmäßigen Abständen wiederkehrend von der Signalerzeugungseinrichtung 44 erzeugt werden, so dass die Umwälzpumpenaggregate 22 über ihre Erfassungseinrichtungen bzw. Erfassungsmodule 42 kontinuierlich überwachen können, ob weitere Umwälzpumpenaggregate 22 im selben hydraulischen System in Betrieb sind.

#### Bezugszeichen

[0054]

2	Pumpengehäuse
4	Eingang
45	Ausgang
6	Laufrad
8	Antriebsmotor
10	Steuereinrichtung
12	Betriebspunkt
14	Heizkreise
50	22, 22a, 22b, 22c
16, 18, 20	Umwälzpumpenaggregate
24	Verbraucher
26	gemeinsamer Strömungsweg
28	Wärmequelle
55	Mündungspunkt
30	Betriebspunkte
32, 34, 36	Datenverbindungen
38, 38'	Kommunikationsschnittstelle
40	

42	Erfassungsmodul
44	Signalerzeugungseinrichtung
46	Steuergerät
5	I, II, III Pumpenkennlinien
	A, B, C Anlagenkennlinien
	Q Durchfluss
	H Druck
10	R hydraulischer Widerstand
	s Durchfluss
	$q_1$ Durchfluss
	h Differenzdruck
15	

### Patentansprüche

1. Umwälzpumpenaggregat (22) mit einem elektrischen Antriebsmotor (10) und einer elektronischen Steuereinrichtung (12) zur Steuerung des Antriebsmotors (10), wobei die Steuereinrichtung (12) zur Drehzahlregelung des Antriebsmotors (10) gemäß einem Regelschema (I, II, III) ausgebildet ist, wobei die Steuereinrichtung (12) eine Signalerzeugungseinrichtung (44), welche ausgebildet ist, ein das Ein- und/oder Ausschalten oder eine Drehzahländerung des Antriebsmotors (10) repräsentierendes Signal zu erzeugen, sowie  
20 eine Erfassungsfunktion (42) aufweist, welche ausgebildet ist, von zumindest einem parallelen hydraulischen Zweig (16, 18, 20) mit einem zweiten gleichartigen Umwälzpumpenaggregat (22) eine einen Betriebszustand repräsentierende Zustandsgröße zu erfassen, indem sie als eine Zustandsgröße ein von der Signalerzeugungseinrichtung des anderen oder mehrerer anderer Umwälzpumpenaggregate erzeugte Signal erkennt, welches das Ein- und/oder Ausschalten oder eine Drehzahländerung des zumindest einen zweiten Umwälzpumpenaggregates (22) repräsentiert, und  
25 wobei die Steuereinrichtung (12) derart ausgebildet ist, dass sie das eigene Regelschema (I, II, III) auf Grundlage einer von der Erfassungsfunktion (42) erfassten Zustandsgröße anpassen kann und der Antriebsmotor (10) von der Steuereinrichtung (12) unter Berücksichtigung des erfassten Signals steuerbar ist, derart, dass ein Differenzdruck über einem in einem einzelnen der hydraulischen Zweige gelegenen hydraulischen Widerstand  
30 einen vorgegebenen Wert aufweist.
2. Umwälzpumpenaggregat (22) nach Anspruch 1, bei welchen die Erfassungsfunktion (42) zum Erkennen eines Signals in Form zumindest eines vorbestimmten Musters einer auf das Umwälzpumpenaggregat (22) wirkenden hydraulischen Last ausgebildet ist.  
40
3. Umwälzpumpenaggregat (22) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchen die Steuereinrichtung (12) eine Kommunikationsschnittstelle (40) aufweist, welche mit der Erfassungsfunktion (42) derart verbunden ist, dass die Erfassungsfunktion (42) ein Signal über die Kommunikationsschnittstelle (40) empfangen kann.
4. Umwälzpumpenaggregat (22) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchen die Signalerzeugungseinrichtung (44) zum Erzeugen eines hydraulischen Signals ausgebildet ist.  
45
5. Umwälzpumpenaggregat (22) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchen die Steuereinrichtung (12) eine Kommunikationsschnittstelle (40) aufweist, welche mit der Signalerzeugungseinrichtung (44) derart verbunden ist, dass die Signalerzeugungseinrichtung (44) ein Signal oder einen Wert über die Kommunikationsschnittstelle (40) aussenden kann.  
50
6. Umwälzpumpenaggregat (22) nach Anspruch 5, bei welchen die Signalerzeugungseinrichtung (44) derart ausgebildet ist, dass sie über die Kommunikationsschnittstelle (40) den aktuellen Förderstrom des Umwälzpumpenaggregates (22) repräsentierenden Förderstromwert ausgibt.  
55
7. Umwälzpumpenaggregat (22) nach Anspruch 6, bei welchen die Kommunikationsschnittstelle (40) zur Kommunikationsverbindung mit einer Kommunikationsschnittstelle (40) zumindest eines gleichartigen zweiten Umwälzpum-

penaggregates (22) ausgebildet ist,

die Steuereinrichtung (12) derart ausgebildet ist, dass sie über die Kommunikationsschnittstelle (40) und die Erfassungsfunktion (42) von zumindest einem zweiten gleichartigen Umwälzpumpenaggregat (22) über die Kommunikationsschnittstelle (40) eine Zustandsgröße empfangen kann, und dass die Steuereinrichtung (12) den Antriebsmotor (10) unter Berücksichtigung der von der Kommunikationsschnittstelle (40) empfangenen Zustandsgröße steuert.

8. Umwälzpumpenaggregat (22) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchen die Steuereinrichtung (12) derart ausgebildet ist, dass das Regelschema (I, II, III), gemäß dem der Antriebsmotor (10) geregelt wird, eine Pumpenkennlinie (I, II, III) aufweist, welche in Abhängigkeit eines von der Erfassungsfunktion (42) erkannten oder empfangenen Signals, in Form einer empfangenen Zustandsgröße verändert und bevorzugt verschoben wird.

9. Umwälzpumpenaggregat nach Anspruch 8, bei welchen die Steuereinrichtung derart ausgebildet ist, dass die Pumpenkennlinie (I, II, III) um einen Korrekturwert verschoben wird, welcher eine Funktion einer empfangenen oder erfassten Zustandsgröße darstellt.

10. Umwälzpumpenaggregat (22) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchen die Steuereinrichtung (12) derart ausgebildet ist, dass sie nach Empfang eines Signals von der Erfassungsfunktion (44) das Regelschema (I, II, III) in Abhängigkeit der Veränderung der hydraulischen Last selbsttätig ändert und insbesondere eine das Regelschema bildende Pumpenkennlinie (I, II, III) verschiebt.

11. Umwälzpumpenaggregat (22) nach einem der Ansprüche 6-10, bei welchen die Kommunikationsschnittstelle (40) zur Kommunikation mit mehreren gleichartigen zweiten Umwälzpumpenaggregaten (22) ausgebildet ist und die Steuereinrichtung (12) den Antriebsmotor (10) unter Berücksichtigung aller von der Kommunikationsschnittstelle (40) empfangenen Zustandsgrößen steuert.

12. Umwälzpumpenaggregat (22) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchen die Steuereinrichtung (12) derart ausgebildet ist, dass sie das Regelschema bei einer von der Erfassungsfunktion (42) erfassten vorbestimmten Zustandsgröße derart verändert, dass der Antriebsmotor (10) ausgeschaltet wird.

13. Anordnung zumindest zweier gleichartiger Umwälzpumpenaggregate (22) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher

die zumindest zwei Umwälzpumpenaggregate (22) in einem hydraulischen Kreislaufsystem in zwei zueinander parallelen Zweigen (16, 18, 20) angeordnet sind, und die Steuereinrichtungen (12) der Umwälzpumpenaggregate (22) jeweils eine Signalerzeugungseinrichtung (44) aufweisen, welche eine Zustandsgröße ausgibt, welche einen Betriebszustand dieses Umwälzpumpenaggregates (22) repräsentiert, und die Steuereinrichtungen (12) der Umwälzpumpenaggregate (22) derart ausgebildet sind, dass sie den zugehörigen Antriebsmotor (10) des Umwälzpumpenaggregates (22) unter Berücksichtigung der von seiner Erfassungsfunktion (44) erfassten und von dem anderen Umwälzpumpenaggregat (22) ausgegebenen Zustandsgröße steuert, derart, dass ein Differenzdruck über einem in einem einzelnen der hydraulischen Zweige gelegenen hydraulischen Widerstand einen vorgegebenen Wert aufweist.

14. Verfahren zur Steuerung zumindest zweier in einem hydraulischen Kreislaufsystem in zueinander parallelen Zweigen (16, 18, 20), vorzugsweise zwei zueinander parallelen Verbraucherzweigen (16, 18, 20), angeordneter gleichartiger Umwälzpumpenaggregate (22) gemäß einem der Ansprüche 1-12, bei welchen bei Inbetriebnahme eines zweiten Umwälzpumpenaggregates (22) ein Regelschema (I, II, III), gemäß dem ein erstes Umwälzpumpenaggregat (22) gesteuert wird, unter Berücksichtigung der von dem zweitem Umwälzpumpenaggregat (22) bereitgestellten hydraulischen Leistung verändert wird, und bei welchen die zumindest zwei parallelen Zweige (16, 18, 20) des hydraulischen Systems in einen gemeinsamen Strömungsweg (26) münden und dass zumindest das erste Umwälzpumpenaggregat (22) und vorzugsweise alle in den parallelen Zweigen (16, 18, 20) angeordneten Umwälzpumpenaggregate (22) so gesteuert werden, dass jeweils ihr Regelschema (I, II, III) auf Grundlage eines hydraulischen Verlustes in dem gemeinsamen Strömungsweg derart angepasst wird, dass ein Differenzdruck über einem in einem einzelnen der hydraulischen Zweige (16, 18, 20) gelegenen hydraulischen Widerstand (24) einen vorgegebenen Wert aufweist.

15. Verfahren nach Anspruch 14 bei welchen eine Größe der von dem zweiten Umwälzpumpenaggregat (22) bereitgestellten hydraulischen Leistung von dem zweiten Umwälzpumpenaggregat (22) dem ersten Umwälzpumpenaggregat (22) übermittelt wird oder von dem ersten Umwälzpumpenaggregat (22) selbsttätig anhand einer in dem

ersten Umwälzpumpenaggregat (22) auftretenden Laständerung ermittelt wird.

## Claims

- 5 1. A circulation pump unit (22) having an electric drive motor (10) and an electronic control device (12) for controlling the drive motor (10), wherein the control device (12) is designed for controlling the speed of the drive motor (10) according to a control scheme (I, II, III), wherein the control device (12) has a signal generation device (44) which is designed to generate a signal representing the switching on and/or off or a speed change of the drive motor (10), and a recording function (42) which is designed to record a status variable representing an operating state from at least one parallel hydraulic branch (16, 18, 20) having a second circulation pump unit (22) of the same kind in that it detects a signal generated by the signal generation device of the other or the plurality of other circulation pump unit(s) as a status variable, which signal represents the switching on and/or off or a speed change of the at least one second circulation pump unit (22), and
- 10 wherein the control device (12) is designed in such a manner that it can adjust its own control scheme (I, II, III) on the basis of a status variable recorded by the recording function (42) and the drive motor (10) can be controlled in such a manner by the control device (12), taking account of the signal that was recorded, that a differential pressure above a hydraulic resistance located in a single hydraulic branch of the hydraulic branches has a predetermined value.
- 15 2. The circulation pump unit (22) according to claim 1, in which the recording function (42) is designed for recording a signal in the form of at least one predetermined pattern of a hydraulic load acting on the circulation pump unit (22).
- 20 3. The circulation pump unit (22) according to one of the preceding claims, in which the control device (12) has a communication interface (40) which is connected to the recording function (42) in such a manner that the recording function (42) can receive a signal via the communication interface (40).
- 25 4. The circulation pump unit (22) according to one of the preceding claims, in which the signal generation device (44) is designed for generating a hydraulic signal.
- 30 5. The circulation pump unit (22) according to one of the preceding claims, in which the control device (12) has a communication interface (40) which is connected to the signal generation device (44) in such a manner that the signal generation device (44) can send a signal or a value via the communication interface (40).
- 35 6. The circulation pump unit (22) according to claim 5, in which the signal generation device (44) is designed in such a manner that it outputs a flow rate value representing the current flow rate of the circulation pump unit (22) via the communication interface (40).
- 40 7. The circulation pump unit (22) according to claim 6, in which the communication interface (40) is designed for a communication connection with a communication interface (40) of at least one second circulation pump unit (22) of the same kind, the control device (12) is designed in such a manner that, via the communication interface (40) and the recording function (42), it can receive a status variable from at least one second circulation pump unit (22) of the same kind via the communication interface (40), and that the control device (12) controls the drive motor (10) taking account of the status variable received from the communication interface (40).
- 45 8. The circulation pump unit (22) according to one of the preceding claims, in which the control device (12) is designed in such a manner that the control scheme (I, II, III) according to which the drive motor (10) is controlled has a pump characteristic (I, II, III) which is changed and preferably shifted in the form of a received status variable, depending on a signal that is detected or received by the recording function (42).
- 50 9. The circulation pump unit according to claim 8, in which the control device is designed in such a manner that the pump characteristic (I, II, III) is shifted by a correction value which represents a function of a received or recorded status variable.
- 55 10. The circulation pump unit (22) according to one of the preceding claims, in which the control device (12) is designed in such a manner that, after receiving a signal from the recording function (44), it automatically changes the control scheme (I, II, III) as a function of the change of the hydraulic load and in particular shifts a pump characteristic (I, II, III) that forms the control scheme.

11. The circulation pump unit (22) according to one of claims 6-10, in which the communication interface (40) is designed for communication with a plurality of second circulation pump units (22) of the same kind and the control device (12) controls the drive motor (10), taking account of all status variables received from the communication interface (40).
- 5      12. The circulation pump unit (22) according to one of the preceding claims, in which the control device (12) is designed in such a manner that it changes the control scheme in such a manner in the case of a predetermined status variable recorded by the recording function (42) that the drive motor (10) is switched off.
- 10     13. An arrangement of at least two circulation pump units (22) of the same kind according to one of the preceding claims, in which the at least two circulation pump units (22) are arranged in a hydraulic circulation system in two mutually parallel branches (16, 18, 20), and the control devices (12) of the circulation pump units (22) in each case have a signal generation device (44) which outputs a status variable which represents an operating state of this circulation pump unit (22), and the control devices (12) of the circulation pump units (22) are designed in such a manner that they control the associated drive motor (10) of the circulation pump unit (22) in such a manner, taking account of the status variable that is recorded by its recording function (44) and output by the other circulation pump unit (22), that a differential pressure above a hydraulic resistance located in a single hydraulic branch of the hydraulic branches has a predetermined value.
- 15     14. A method for controlling at least two circulation pump units (22) of the same type according to one of Claims 1-12 which are arranged in a hydraulic circulation system in mutually parallel branches (16, 18, 20), preferably two mutually parallel consumer branches (16, 18, 20), in which, during the commissioning of a second circulation pump unit (22), a control scheme (I, II, III), according to which a first circulation pump unit (22) is controlled, is changed taking account of the hydraulic output provided by the second circulation pump unit (22), and in which the at least two parallel branches (16, 18, 20) of the hydraulic system open into a common flow path (26) and at least the first circulation pump unit (22) and preferably all of the circulation pump units (22) arranged in the parallel branches (16, 18, 20) are controlled such that in each case their control scheme (I, II, III) is adapted in such a manner on the basis of a hydraulic loss in the common flow path that a differential pressure above a hydraulic resistance (24) located in a single hydraulic branch of the hydraulic branches (16, 18, 20) has a predetermined value.
- 20     15. The method according to claim 14, in which a value of the hydraulic output provided by the second circulation pump unit (22) is transmitted from the second circulation pump unit (22) to the first circulation pump unit (22) or is determined automatically by the first circulation pump unit (22) on the basis of a load change that occurs in the first circulation pump unit (22).
- 25     30     35

## Revendications

1. Ensemble de pompe de circulation (22) avec un moteur d'entraînement électrique (10) et un système de commande électrique (12) pour commander le moteur d'entraînement (10), sachant que le système de commande (12) est constitué pour la régulation de régime du moteur d'entraînement (10) selon un schéma de régulation (I, II, III), sachant que le système de commande (12) comporte un système générateur de signaux (44), lequel est constitué pour générer un signal représentant la mise en marche et/ou l'arrêt ou une variation de régime du moteur d'entraînement (10), ainsi qu'une fonction de saisie (42) laquelle est constituée pour saisir une grandeur d'état représentant un état de fonctionnement d'au moins une branche hydraulique parallèle (16, 18, 20) avec un deuxième ensemble de pompe de circulation (22) du même type, en identifiant sous la forme d'une grandeur d'état un signal produit par le système générateur de signaux de l'autre ou de plusieurs ensembles de pompe de circulation , lequel représente la mise en marche et/ou l'arrêt ou une variation de régime d'au moins un deuxième ensemble de pompe de circulation (22), et sachant que le système de commande (12) est constitué de telle manière qu'il peut adapter le schéma de régulation (I, II, III) propre sur la base d'une grandeur d'état saisie par la fonction de saisie (42) et le moteur d'entraînement (10) peut être commandé par le système de commande (12) en prenant en considération le signal saisi de telle sorte qu'une pression différentielle présente une valeur prédefinie par le biais d'une résistance hydraulique appliquée dans une branche individuelle des branches hydrauliques.
- 40     45     50     55
2. Ensemble de pompe de circulation (22) selon la revendication 1, pour lequel la fonction de saisie (42) est constituée pour identifier un signal sous la forme d'au moins un modèle prédéterminé d'une charge hydraulique agissant sur l'ensemble de pompe de circulation (22).

3. Ensemble de pompe de circulation (22) selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour lequel le système de commande (12) comporte une interface de communication (40), laquelle est reliée à la fonction de saisie (42) de telle manière que la fonction de saisie (42) peut recevoir un signal par le biais de l'interface de communication (40).
- 5
4. Ensemble de pompe de circulation (22) selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour lequel le système générateur de signaux (44) est constitué pour produire un signal hydraulique.
- 10
5. Ensemble de pompe de circulation (22) selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour lequel le système de commande (12) comporte une interface de communication (40), laquelle est reliée au système générateur de signaux (44) de telle manière que le système générateur de signaux (44) peut émettre un signal ou une valeur par le biais de l'interface de communication (40).
- 15
6. Ensemble de pompe de circulation (22) selon la revendication 5, pour lequel le système générateur de signaux (44) est constitué de telle manière qu'il émet par le biais de l'interface de communication (40) une valeur de débit représentant le débit actuel de l'ensemble de pompe de circulation (22).
- 20
7. Ensemble de pompe de circulation (22) selon la revendication 6, pour lequel l'interface de communication (40) est constituée pour la liaison de communication d'une interface de communication (40) d'au moins un deuxième ensemble de pompe de circulation (22) de même type, le système de commande (12) est constitué de telle manière qu'il peut recevoir une grandeur d'état par le biais de l'interface de communication (40) et de la fonction de saisie (42) d'au moins un deuxième ensemble de pompe de circulation (22) de même type par le biais de l'interface de communication (40) et en ce que le système de commande (12) commande le moteur d'entraînement (10) en tenant compte de la grandeur d'état reçue par l'interface de communication (40).
- 25
8. Ensemble de pompe de circulation (22) selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour lequel le système de commande (12) est constitué de telle manière que le schéma de régulation (I, II, III), selon lequel le moteur d'entraînement (10) est réglé, comporte une caractéristique de pompage (I, II, III), laquelle est modifiée et de préférence déplacée sous la forme d'une grandeur d'état reçue en fonction d'un signal identifié ou reçu par la fonction de saisie (42).
- 30
9. Ensemble de pompe de circulation selon la revendication 8, pour lequel le système de commande est constitué de telle manière que la caractéristique de pompage (I, II, III) est déplacée d'une valeur de correction, laquelle représente une fonction d'une grandeur d'état reçue ou saisie.
- 35
10. Ensemble de pompe de circulation (22) selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour lequel le système de commande (12) est constitué de telle manière qu'après réception d'un signal de la fonction de saisie (44), il modifie le schéma de régulation (I, II, III) automatiquement en fonction de la variation de la charge hydraulique et déplace en particulier une caractéristique de pompage (I, II, III) formant le schéma de régulation.
- 40
11. Ensemble de pompe de circulation (22) selon l'une quelconque des revendications 6-10, pour lequel l'interface de communication (40) est constituée pour la communication avec plusieurs deuxièmes ensembles de pompe de circulation (22) de même type et le système de commande (12) commande le moteur d'entraînement (10) en tenant compte de toutes les grandeurs d'état reçues par l'interface de communication (40).
- 45
12. Ensemble de pompe de circulation (22) selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour lequel le système de commande (12) est constitué de telle manière qu'il modifie le schéma de régulation pour une grandeur d'état prédéterminée saisie par la fonction de saisie (42) de telle sorte que le moteur d'entraînement (10) est mis à l'arrêt.
- 50
13. Agencement d'au moins deux ensembles de pompe de circulation (22) de même type selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour lequel au moins les deux ensembles de pompe de circulation (22) dans un système circulatoire sont disposés dans deux branches parallèles l'une à l'autre (16, 18, 20) et les systèmes de commande (12) des ensembles de pompe de circulation (22) comportent respectivement un système générateur de signaux (44), lequel émet une grandeur d'état, laquelle représente un état de fonctionnement de cet ensemble de pompe de circulation (22) et les systèmes de commande (12) des ensembles de pompe de circulation (22) sont constitués de telle manière qu'ils commandent le moteur d'entraînement (10) respectif de l'ensemble de pompe de circulation (22) en tenant compte de la grandeur d'état saisie par sa fonction de saisie (44) et émise par l'autre ensembles de
- 55

pompe de circulation (22) de telle manière qu'une pression différentielle comporte une valeur prédéfinie par le biais d'une résistance hydraulique appliquée dans une branche individuelle des branches hydrauliques.

- 5        14. Procédé de commande d'au moins deux ensembles de pompe de circulation de même type disposés dans un système de circulation hydraulique dans des branches parallèles l'une à l'autre (16, 18, 20), de préférence deux branches de consommateurs parallèles l'une à l'autre (16, 18, 20), selon l'une quelconque des revendications 1-12, pour lequel lors de la mise en marche d'un deuxième ensemble de pompe de circulation (22), un schéma de régulation (I, II, III) selon lequel un premier ensemble de pompe de circulation (22) est commandé, est modifié en tenant compte de la puissance hydraulique fournie par le deuxième ensemble de pompe de circulation (22) et pour lequel au moins les deux branches parallèles (16, 18, 20) du système hydraulique débouchent dans une voie d'écoulement commune (26) et en ce qu'au moins le premier ensemble de pompe de circulation (22) et de préférence tous les ensemble de pompe de circulation (22) disposés dans les branches parallèles (16, 18, 20) sont commandés de telle manière que leur schéma de régulation (I, II, III) est adapté respectivement sur la base d'une perte hydraulique dans la voie d'écoulement commune de telle sorte qu'une pression différentielle comporte une valeur prédéfinie dans une résistance (24) hydraulique appliquée à une branche individuelle des branches hydrauliques (16, 18, 20).
- 10      15. Procédé selon la revendication 14 pour lequel une grandeur de la puissance hydraulique fournie par le deuxième ensemble de pompe de circulation (22) est transmise par le deuxième ensemble de pompe de circulation (22) au premier ensemble de pompe de circulation (22) ou est déterminée par le premier ensemble de pompe de circulation (22) automatiquement à l'aide d'une variation de charge intervenant dans le premier ensemble de pompe de circulation (22).

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

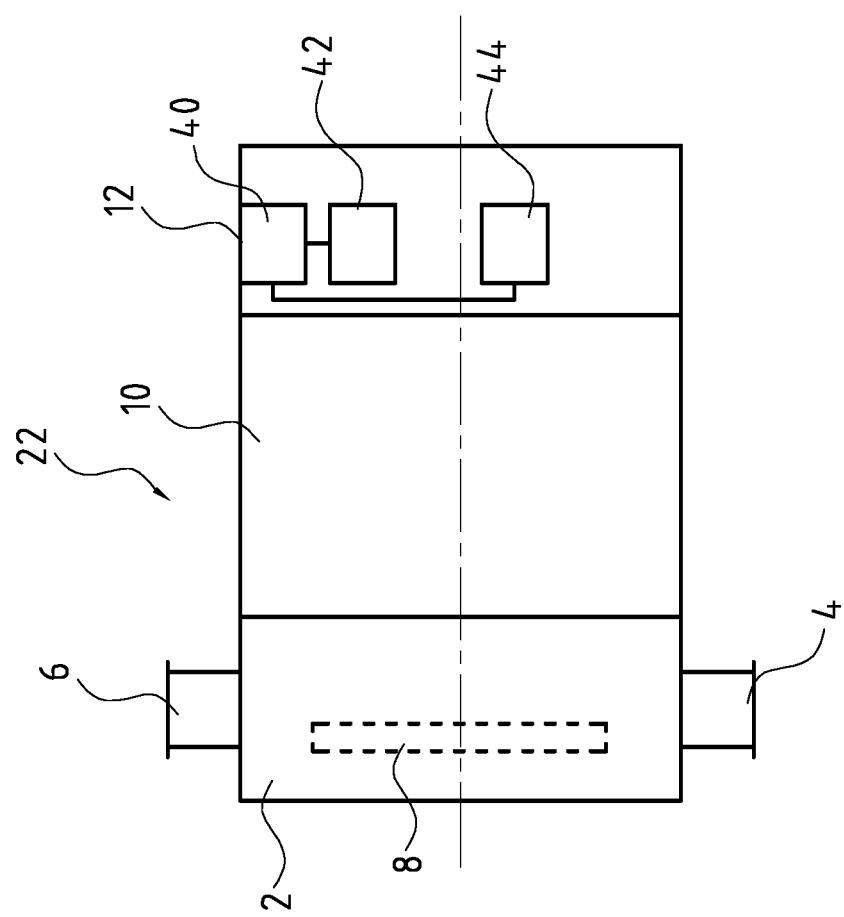


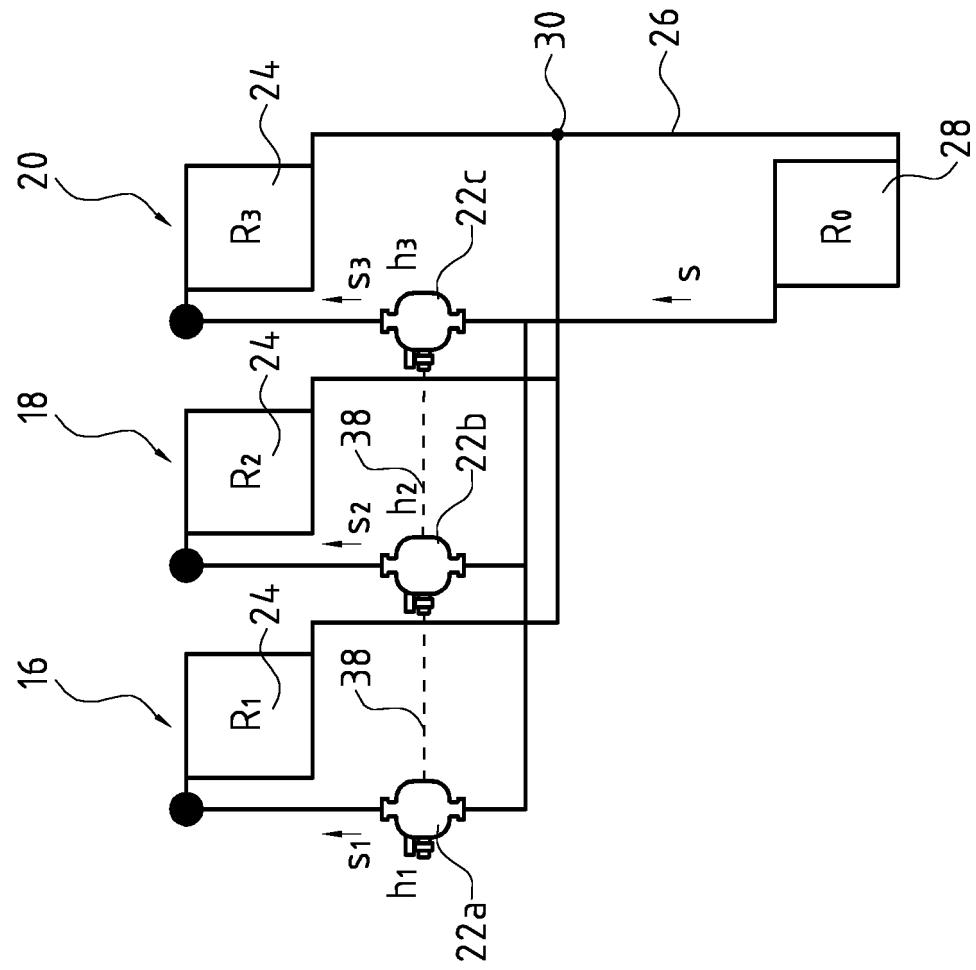
Fig. 2

Fig. 3

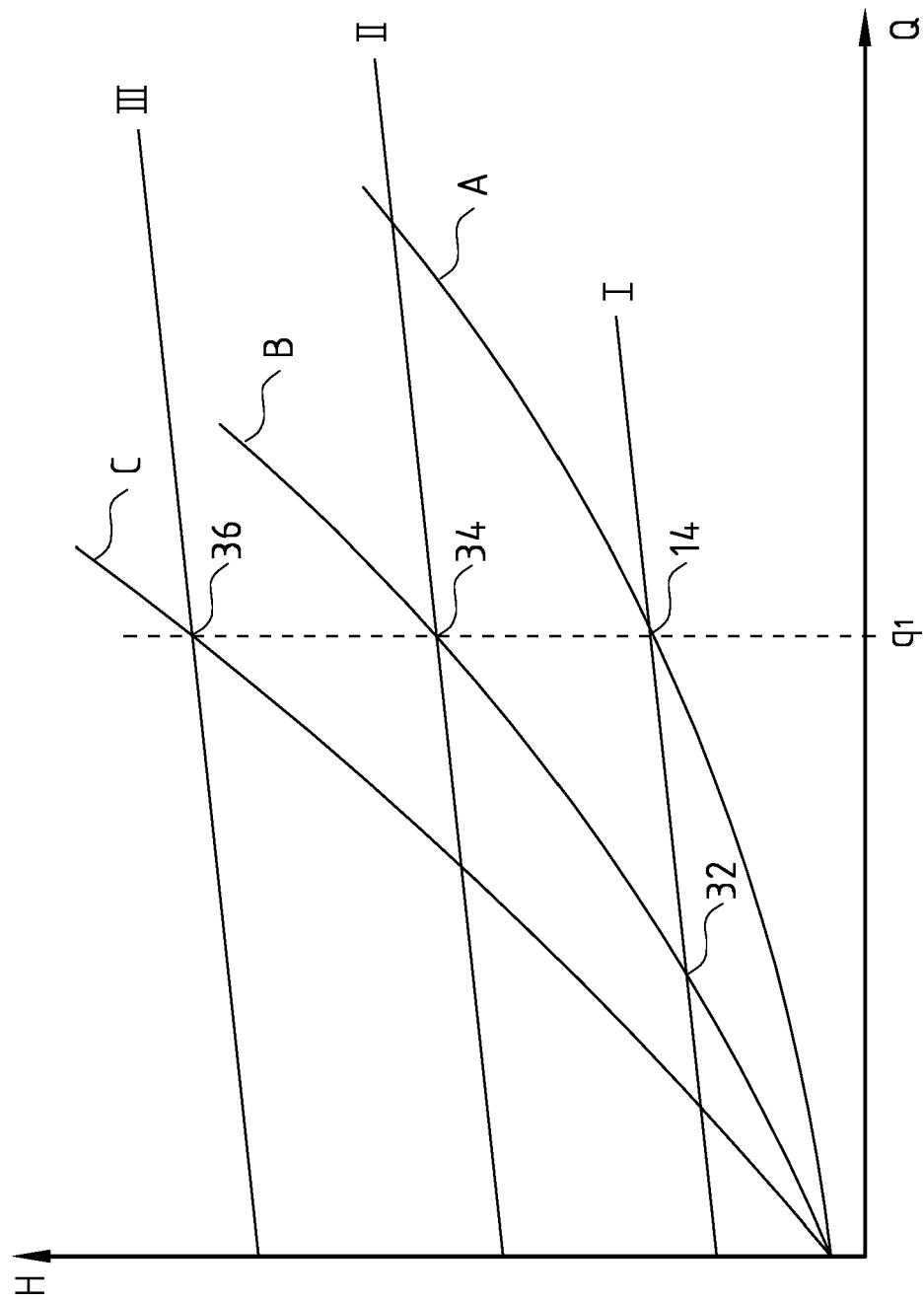


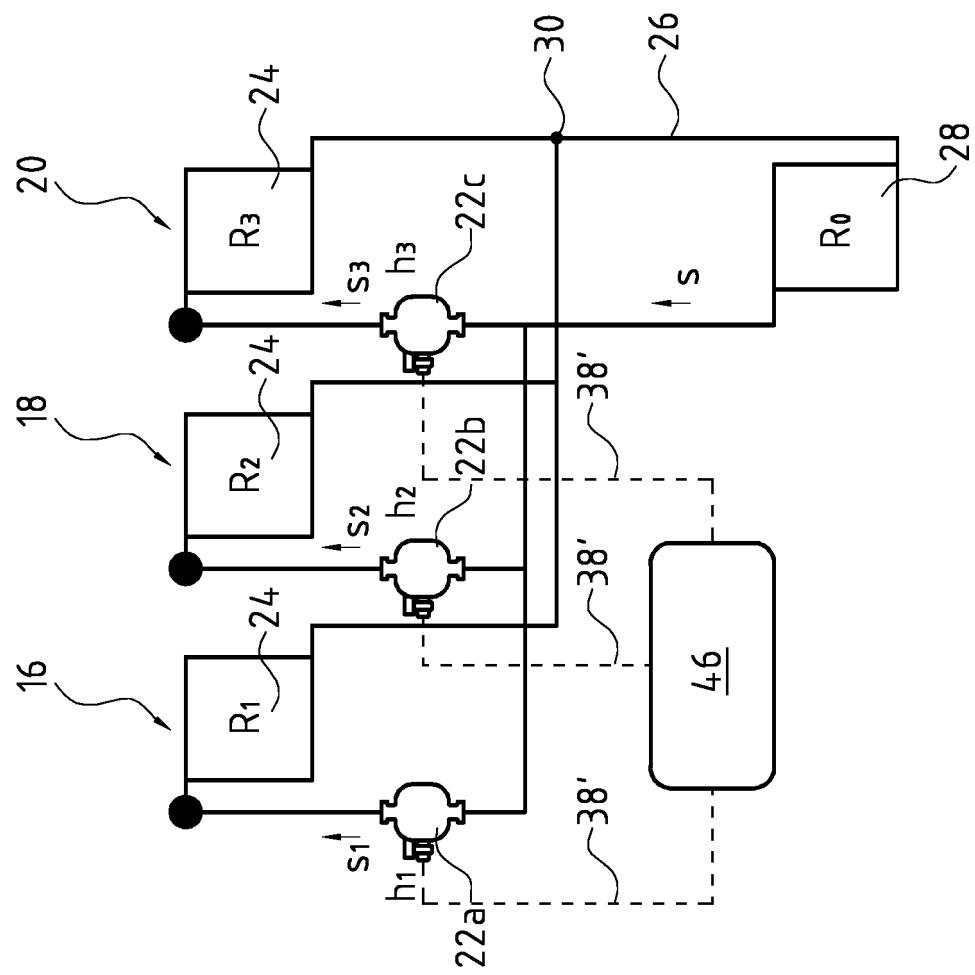
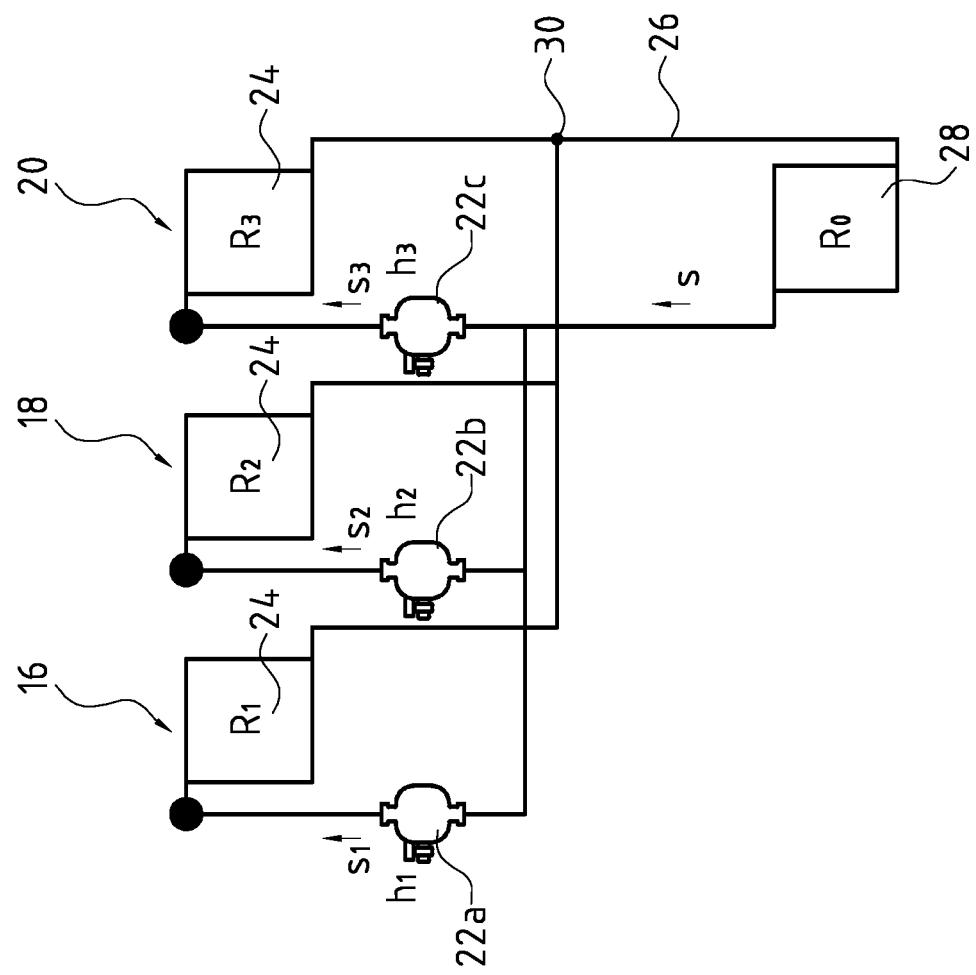
Fig. 4

Fig. 5

**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 0735273 A1 [0003]
- WO 2009079447 A1 [0003]
- JP 2015025427 A [0003]
- US 2002033420 A1 [0003]
- US 2010300540 A1 [0003]