

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
 PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
 Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
 Veröffentlichungsdatum
 3. Januar 2013 (03.01.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/000785 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F24D 19/10 (2006.01)

7, CH-8735 St. Gallenkappel (CH). **SCHMIDLIN, Peter**
 [CH/CH]; Im Lot 11, CH-8610 Uster (CH).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/061819

(74) **Anwalt: RENTSCH PARTNER AG**; Assoc. 254,
 Fraumünsterstrasse 9, Postfach 2441, CH-8022 Zürich
 (CH).

(22) Internationales Anmeldedatum:
 20. Juni 2012 (20.06.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
 jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
 AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
 BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
 DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
 HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
 KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
 ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
 NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
 SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
 TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
 ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
 1102/11 30. Juni 2011 (30.06.2011) CH

(71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
 von US): **BELIMO HOLDING AG** [CH/CH];
 Brunnenbachstrasse 1, CH-8340 Hinwil (CH).

(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **LEDERLE, Norbert**
 [DE/DE]; Fischer-Rueb-Strasse 9, 79725 Laufenburg
 (DE). **KELLER, Urs** [CH/CH]; Sonnenhofstrasse 7c, CH-
 8340 Hinwil (CH). **HOBBI, Reto** [CH/CH]; Würzengässli

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
 jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD AND DEVICES FOR EQUALIZING A GROUP OF CONSUMERS IN A FLUID TRANSPORT SYSTEM

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN UND VORRICHTUNGEN ZUM ABGLEICHEN EINER GRUPPE VON VERBRAUCHERN
 IN EINEM FLUIDTRANSPORTSYSTEM

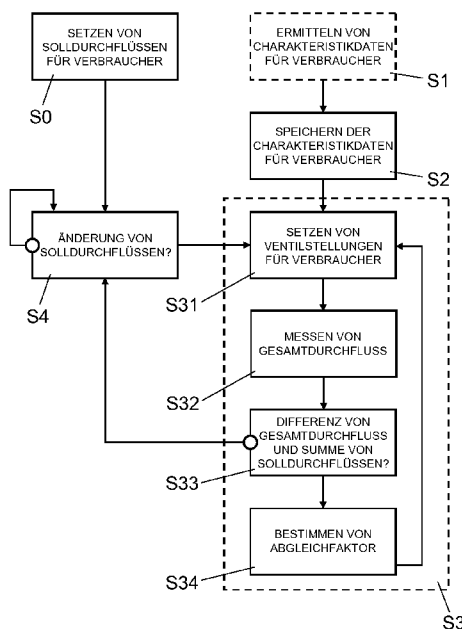


Fig. 3

- S0 Setting target flows for consumers
- S1 Determining characteristic data for consumers
- S2 Storing the characteristic data for consumers
- S4 Change of target flows?
- S31 Setting valve positions for consumers
- S32 Measuring total flow
- S33 Difference between total flow and sum of target flows?
- S34 Determining equalization factor

(57) **Abstract:** In order to equalize (S3) a group of consumers in a fluid transport system, in which each consumer is provided with a motorized control valve for regulating the flow through the consumer, characteristic data for the consumers are stored (S2), which determine a respective valve position of the corresponding control valve for the target flows through each of the consumers. A current total flow through the group of consumers is determined (S32) by means of a common flow sensor, and an equalization factor is determined (S34) on the basis of the current total flow and a sum of the desired target flows. A dynamic equalization of the consumers is carried out by setting (S31) the valve positions of the corresponding control valves on the basis of the characteristic data and the equalization factor.

(57) **Zusammenfassung:** Zum Abgleichen (S3) einer Gruppe von Verbrauchern in einem Fluidtransportsystem, in welchem jeder Verbraucher mit einem motorisierten Regelventil zum Regulieren des Durchflusses durch den Verbraucher versehen ist, werden Charakteristikdaten für die Verbraucher gespeichert (S2), die für Solldurchflüsse durch jeweils einen der Verbraucher jeweils eine Ventilstellung des entsprechenden Regelventils bestimmen. Es wird ein aktueller Gesamtdurchfluss durch die Gruppe der Verbraucher mittels eines gemeinsamen Durchflusssensors ermittelt (S32) und basierend auf dem aktuellen Gesamtdurchfluss und einer Summe der gewünschten Solldurchflüsse durch die Verbraucher ein Abgleichfaktor bestimmt (S34). Durch Setzen (S31) der Ventilstellungen der entsprechenden Regelventile basierend auf den Charakteristikdaten und dem Abgleichfaktor wird ein dynamischer Abgleich der Verbraucher durchgeführt.

WO 2013/000785 A2

GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

VERFAHREN UND VORRICHTUNGEN ZUM ABGLEICHEN EINER GRUPPE VON VERBRAUCHERN IN EINEM FLUIDTRANSPORTSYSTEM

Technisches Gebiet

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und Vorrichtungen zum Abgleichen einer Gruppe von Verbrauchern in einem Fluidtransportsystem. Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere ein Verfahren und Vorrichtungen zum Abgleichen einer Gruppe von Verbrauchern in einem Fluidtransportsystem, in welchem jeder Verbraucher mit einem motorisierten Regelventil zum
10 Regulieren des Durchflusses durch den Verbraucher versehen ist.

Stand der Technik

Fluidtransportsysteme umfassen typischerweise mehrere Verbraucher, d.h. parallele Zweige oder Stränge, durch welche ein flüssiges oder gasförmiges Fluid, beispielsweise zur thermischen Energieverteilung, transportiert wird. Die
15 Verbraucher sind in der Regel unterschiedlich ausgestaltet, das heisst sie weisen unterschiedliche Durchmesser und/oder Längen der Transportleitungen, z.B. Rohrleitungen, auf und haben verschiedene beispielsweise variierende Durchflussmengen respektive Volumenströme. Um in solchen Fluidtransportsystemen eine aus- oder abgegliche Verteilung des Fluids an die
20 Verbraucher vorzunehmen, werden die Verbraucher jeweils mit einem Ausgleichs- oder Abgleichorgan versehen, beispielsweise ein einstellbares Stellglied, insbesondere ein Ventil, das den Durchflusses durch den betreffenden Verbraucher mit unterschiedlichen Öffnungsgraden respektive Ventilstellungen einstellen kann.

In DE 69706458 wird ein Ausgleichsverfahren eines Netzes für die Verteilung einer nicht-komprimierenden Flüssigkeit beschrieben, in welchem für jeden Zweig zwei Druckanschlussstellen auf beiden Seiten des Ausgleichsorgans und eine weitere davon beabstandete dritte Druckanschlussstelle angeordnet sind. In
5 sämtlichen Zweigen werden Durchflussmessungen jeweils durch Messen des Druckunterschieds auf beiden Seiten des betreffenden Ausgleichsorgans und eine Messung einer Druckdifferenz mittels der dritten Druckanschlussstelle durchgeführt. Auf der Grundlage dieser Messwerte werden die hydraulischen Widerstandskoeffizienten sämtlicher Zweige und Abschnitte auf der Hauptleitung
10 berechnet. Schliesslich werden in Kenntnis des erwünschten Durchflusses in jedem Zweig und unter Verwendung der bestimmten Widerstandskoeffizienten die Einstellungspositionen jedes Abgleichsorgans berechnet und eingestellt. Das Ausgleichsverfahren erfordert bei jedem Ausgleichsorgan mehrere Druckanschlussstellen und ist nicht für einen dynamischen Abgleich eines
15 Fluidtransportsystems eingerichtet.

Die EP 2 085 707 zeigt den hydraulischen Abgleich einer Heizungsanlage, wobei ein Heizgerät mit einer Messvorrichtung für die Druck- und Volumenstrommessung ausgestattet ist. Es sind Mittel vorgesehen zur Erfassung des bereitgestellten Volumenstroms sowie Mittel zur Erfassung der
20 Druckdifferenz zwischen dem Vor- und dem Rücklaufstrom. An den Heizkörper sind Mittel zur Erfassung des Volumenstroms angeordnet, welche zur Eliminierung von Fehler und zur Automatisierung des Abgleichs dienen.

Die EP 0 795 724, welche aus derselben Patentfamilie wie die DE 69706458 ist, zeigt im Wesentlichen dieselben Merkmale wie die DE 69706458.

Die DE 199 12 588 zeigt ein hydraulisches System mit mehreren Rohrleitungssträngen. Zur Verbesserung des Regelverhaltens sind sowohl in
5 einem Hauptkreis als auch in Rohrleitungssträngen der Verbraucherkreise Armaturen mit elektronischer Volumenstrommesseinrichtung und Stellantrieb angeordnet.

Die EP 2 157 376 zeigt eine Anordnung zum hydraulischen Abgleichen eines Systems zum Kühlen oder Heizen. Das System umfasst eine Vorlaufleitung, eine
10 Rücklaufleitung, eine Drosseleinrichtung und eine Messeinrichtung für einen Volumenstrom. Für den hydraulischen Abgleich sind Ventile in jeder Leitung vorgesehen, wobei Messmittel zur Ermittlung der Strömungen in den einzelnen Strängen vorgesehen sind.

Im Stand der Technik ist somit zur Bestimmung des Durchflusses bei jedem
15 Verbraucher ein separater Sensor vorgesehen. Dadurch ist insbesondere ein hoher Installationsaufwand erforderlich.

Darstellung der Erfindung

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Abgleichen einer Gruppe von Verbrauchern in einem
20 Fluidtransportsystem vorzuschlagen, welche zumindest einige Nachteile des Stands der Technik nicht aufweisen. Es ist insbesondere eine Aufgabe der

vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Abgleichen einer Gruppe von Verbrauchern in einem Fluidtransportsystem vorzuschlagen, welche für einen dynamischen Abgleich des Fluidtransportsystems eingerichtet sind und nicht bei jedem Verbraucher separate Sensoren zur Bestimmung des Durchflusses
5 erfordern.

Gemäss der vorliegenden Erfindung werden diese Ziele durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche erreicht. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen gehen ausserdem aus den abhängigen Ansprüchen und der Beschreibung hervor.

Die oben genannten Ziele werden durch die vorliegende Erfindung insbesondere
10 dadurch erreicht, dass zum Abgleichen einer Gruppe von Verbrauchern in einem Fluidtransportsystem, in welchem jeder Verbraucher mit einem motorisierten Regelventil zum Regulieren des Durchflusses durch den Verbraucher versehen ist, Charakteristikdaten für die Verbraucher gespeichert werden, die für Solldurchflüsse durch jeweils einen der Verbraucher jeweils eine Ventilstellung des
15 entsprechenden Regelventils bestimmen. Mittels eines gemeinsamen Durchflusssensors wird ein aktueller Gesamtdurchfluss durch die Gruppe der Verbraucher ermittelt. Basierend auf dem aktuellen Gesamtdurchfluss und einer Summe der gewünschten Solldurchflüsse durch die Verbraucher wird ein Abgleichfaktor bestimmt. Ein dynamischer Abgleich der Verbraucher wird durch
20 Setzen der Ventilstellungen der entsprechenden Regelventile basierend auf den Charakteristikdaten und dem Abgleichfaktor ausgeführt.

Entsprechend umfasst eine Vorrichtung zum Abgleichen der Gruppe von Verbrauchern im Fluidtransportsystem ein Charakteristikdatenmodul, welches eingerichtet ist, die Charakteristikdaten für die Verbraucher zu speichern, und ein Abgleichmodul, welches eingerichtet ist den Abgleichfaktor basierend auf dem
5 aktuellen Gesamtdurchfluss und der Summe der gewünschten Solldurchflüsse durch die Verbraucher zu bestimmen, und den dynamischen Abgleich der Verbraucher durch Setzen der Ventilstellungen der entsprechenden Regelventile basierend auf den Charakteristikdaten und dem Abgleichfaktor auszuführen.

Durch den Abgleich der Verbraucher basierend auf dem aktuellen
10 Gesamtdurchfluss und der Summe der gewünschten Solldurchflüsse wird ein automatischer und dynamischer Abgleich des Fluidtransportsystems ermöglicht, der mit einem einzigen gemeinsamen Durchflusssensor zur Messung des Gesamtdurchflusses durch die Gruppe der Verbraucher auskommt, ohne dass dazu mehrere separate Durchflusssensoren respektive Druckanschlussstellen in
15 den Regelventilen der einzelnen Verbraucher vorgesehen werden müssen.

Vorzugsweise werden der aktuelle Gesamtdurchfluss und der Abgleichfaktor wiederholte ermittelt und der dynamische Abgleich ausgeführt, bis der aktuelle Gesamtdurchfluss innerhalb eines definierten Grenzbereichs um die Summe der gewünschten Solldurchflüsse liegt. Entsprechend ist das Abgleichmodul
20 eingerichtet, wiederholt den aktuellen Gesamtdurchfluss und den Abgleichfaktor zu ermitteln und den dynamischen Abgleich auszuführen bis der aktuelle Gesamtdurchfluss innerhalb des definierten Grenzbereichs um die Summe der gewünschten Solldurchflüsse liegt. Bei einer vorgegebenen Nulltoleranz wird der

dynamische Abgleich ausgeführt, bis der aktuelle Gesamtdurchfluss der Summe der gewünschten Solldurchflüsse entspricht.

Die fortwährende Bestimmung von Gesamtdurchfluss und Abgleichfaktor ermöglicht es, das Fluidtransportsystem respektive die Verbraucher automatisch,
5 dynamisch und kontinuierlich abzugleichen und an veränderte Systembedingungen respektive Verbraucheranforderungen anzupassen.

In einer Ausführungsvariante werden die Charakteristikdaten für die Verbraucher der Gruppe dadurch erfasst, dass die Regelventile für einen ersten Teil der Verbraucher in eine Sperrstellung gesetzt werden und der Durchfluss durch einen
10 zweiten Teil der Verbraucher in verschiedenen Ventilstellungen mittels des gemeinsamen Durchflusssensors gemessen wird. Zum Beispiel werden die Charakteristikdaten für einen Verbraucher der Gruppe jeweils dadurch erfasst, dass die Regelventile für die anderen Verbraucher der Gruppe in eine Sperrstellung gesetzt werden und der Durchfluss durch den einen der
15 Verbraucher in verschiedenen Ventilstellungen mittels des gemeinsamen Durchflusssensors gemessen wird.

Entsprechend ist das Charakteristikdatenmodul eingerichtet, die Charakteristikdaten dadurch zu erfassen, dass es die Regelventile für den ersten Teil der Verbraucher in die Sperrstellung setzt und dass es mittels des
20 gemeinsamen Durchflusssensors den Durchfluss durch den zweiten Teil der Verbraucher in verschiedenen Ventilstellungen misst. Das Charakteristikdatenmodul ist beispielsweise eingerichtet, die Charakteristikdaten

für den einen Verbraucher der Gruppe jeweils dadurch zu erfassen, dass es die Regelventile für die anderen Verbraucher der Gruppe in eine Sperrstellung setzt und mittels des gemeinsamen Durchflusssensors den Durchfluss durch den einen der Verbraucher in verschiedenen Ventilstellungen misst.

- 5 Die Bestimmung der Charakteristikdaten der Verbraucher respektive Regelventile durch sequentielles Durchmessen eines einzelnen Verbrauchers respektive Regelventils der Gruppe bei geschlossenen Regelventilen der übrigen Verbraucher der Gruppe ermöglicht eine besonders einfache und effiziente Bestimmung. Die gleichzeitige Vermessung mehrerer Verbraucher respektive Regelventile der
- 10 Gruppe bei geschlossenen Regelventilen der übrigen Verbraucher der Gruppe, beispielsweise eine paarweise Vermessung, ermöglicht eine genauere Bestimmung, wenn der Durchfluss durch die gleichzeitige Öffnung mehrerer Regelventile günstiger in den Arbeitsbereich des verwendeten Durchflusssensors zu liegen kommt.
- 15 In einer weiteren Ausführungsvariante wird eine Ausnahmeregelung der Verbraucher ausgeführt, wenn bei mindestens einem der Regelventile eine Anschlagstellung erreicht wird. Entsprechend ist das Abgleichmodul eingerichtet, beim Erreichen einer Anschlagstellung bei mindestens einem der Regelventile eine Ausnahmeregelung der Verbraucher auszuführen. Zum Beispiel werden
- 20 Prioritätsangaben jeweils für einen der Verbraucher gespeichert, und der Durchfluss durch Verbraucher mit niedriger Priorität wird beim Erreichen einer Anschlagstellung bei einem Regelventil eines Verbrauchers mit höherer Priorität gedrosselt. Entsprechend ist das Charakteristikdatenmodul beispielsweise

eingrichtet, für die Verbraucher jeweils eine Prioritätsangabe zu speichern, und das Abgleichmodul ist eingerichtet, den Durchfluss durch die Verbraucher mit niedriger Priorität zu drosseln, wenn bei einem Regelventil eines Verbrauchers mit höherer Priorität durch Anschlagstellung ein zu geringer Durchfluss erkannt wird.

- 5 In einer anderen Ausführungsvariante wird beim Erreichen einer definierten Minimalstellung bei mindestens einem der Regelventile zur Vermeidung von Strömungsgeräuschen die Pumpen- bzw. Ventilatorleistung reduziert. Entsprechend ist das Abgleichmodul eingerichtet, zur Vermeidung von Strömungsgeräuschen durch ein Fluid die Pumpen- bzw. Ventilatorleistung zu
- 10 reduzieren, wenn bei mindestens einem der Regelventile die definierte Minimalstellung erreicht wird. In einer weiteren Ausführungsvariante werden die Regelventile so angesteuert, dass bei mindestens einem Ventil die Maximalstellung erreicht ist. Der Durchfluss wird durch gezieltes Ansteuern des Ventilators der Pumpe bzw. über ein vorgeschaltetes Regelventil der gesamten
- 15 Gruppe eingeregelt. Entsprechend ist das Abgleichmodul eingerichtet, zur Vermeidung von Strömungsgeräuschen durch ein strömendes Fluid.

- In einer weiteren Ausführungsvariante werden die Ventilstellungen der entsprechenden Regelventile basierend auf den Charakteristikdaten, dem Abgleichfaktor und, bei reduzierter Pumpleistung und gleichbleibender Summe
- 20 der gewünschten Solldurchflüsse durch die Verbraucher, mit einem erhöhten Öffnungsgrad der entsprechenden Regelventile, bis zu einer definierten Maximalstellung bei mindestens einem der Regelventile, gesetzt.

Neben einem Verfahren und einer Vorrichtung zum Abgleichen einer Gruppe von Verbrauchern in einem Fluidtransportsystem bezieht sich die vorliegende Erfindung zudem auf ein Computerprogrammprodukt mit Computerprogrammcode zur Steuerung eines oder mehrerer Prozessoren einer Vorrichtung derart, dass die Vorrichtung das Verfahren zum Abgleichen der Gruppe von Verbrauchern im Fluidtransportsystem ausführt, insbesondere ein Computerprogrammprodukt mit einem computerlesbaren greifbaren, nicht-flüchtigen Speichermedium, auf welchem der Computerprogrammcode gespeichert ist.

10 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Nachfolgend wird eine Ausführung der vorliegenden Erfindung anhand eines Beispiels beschrieben. Das Beispiel der Ausführung wird durch die folgenden beigelegten Figuren illustriert:

Figur 1: zeigt ein Blockdiagramm, welches schematisch ein Fluidtransportsystem mit einer Gruppe von Verbrauchern und einer Vorrichtung zum dynamischen Abgleichen der Verbraucher illustriert.

Figur 2: zeigt ein Blockdiagramm welches, schematisch ein Fluidtransportsystem für gasförmige Fluide mit einer Gruppe von Verbrauchern und einer Vorrichtung zum dynamischen Abgleichen der Verbraucher illustriert.

Figur 3: zeigt ein Flussdiagramm, welches eine Sequenz von Schritten für den dynamischen Abgleich eines Fluidtransportsystems mit einer Gruppe von Verbrauchern illustriert.

Figur 4: zeigt eine Kurve, welche die Abweichung zwischen tatsächlichem
5 Volumenstrom eines Ventils und dem gewünschten Volumenstrom illustriert.

Figur 5: zeigt eine Kurve, welche die Anpassung einer Ventilstellung anhand der Abweichung zwischen tatsächlichem und gewünschtem Volumenstrom basierend auf Charakteristikdaten des Ventils illustriert.

10 Wege zur Ausführung der Erfindung

In den Figuren 1 und 2 beziehen sich die Bezugszeichen 5 und 5' jeweils auf Fluidtransportsysteme mit einer Gruppe von mehreren Verbrauchern V1, V2, V3, Vi, beispielsweise HLK- (Heizung, Lüftung und Kühlung) respektive HVAC- (Heating, Ventilating and Air Conditioning) Fluidtransportsysteme 5, 5'. Wie in
15 den Figuren 1 und 2 schematisch dargestellt ist, umfassen die Fluidtransportsysteme 5, 5' jeweils eine Arbeitsmaschine 3 zur Förderung der Fluide im Fluidtransportsystem 5, 5', insbesondere eine oder mehrere Pumpen für die Förderung von Flüssigkeiten, z.B. Wasser, oder einen oder mehrere Ventilatoren zum Fördern von gasförmigen Fluiden, z.B. Luft.

20 In der Figur 1 ist der geschlossene Kreislauf des Fluidtransportsystems 5 mit einer Zuführleitung 51 (Vorlauf) und einer Rücklaufleitung 52, z.B. Rohrleitungen,

dargestellt. Die Verbraucher V1, V2, V3, Vi umfassen beispielsweise einen oder mehrere Vorrichtungen für den Austausch thermischer Energie, insbesondere Wärmetauscher zum Heizen oder Kühlen, beispielsweise Heizkörper, Bodenheizungen oder Kühlaggregate, oder sogenannte Chiller.

- 5 Wie in den Figuren 1 und 2 dargestellt ist, weisen die Verbraucher V1, V2, V3, Vi jeweils ein zugeordnetes Regelventil V11, V22, V33, Vii zum Regulieren des Durchflusses zum respektive durch den Verbraucher V1, V2, V3, Vi auf. Die Regelventile V11, V22, V33, Vii sind jeweils im Vorlauf (Zuführleitung 51) oder im Rücklauf (Rücklaufleitung 52) der Verbraucher V1, V2, V3, Vi angeordnet. Die
- 10 Regelventile V11, V22, V33, Vii umfassen jeweils einen steuerbaren, elektrischen Motor M, der das betreffende Regelventil V11, V22, V33, Vii antreibt und die Öffnung und damit den Durchfluss respektive Volumenstrom des Regelventils V11, V22, V33, Vii durch entsprechendes Einstellen eines Drosselkörpers, z.B. eine Ventilklappe, reguliert.
- 15 Das Bezugszeichen 30 bezieht sich auf ein übergeordnetes Steuersystem, welches beispielsweise individuelle Sollwerte für die Durchflüsse Ft_i („target flow“) durch die Regelventile V11, V22, V33, Vii generiert.

Wie in den Figuren 1 und 2 ersichtlich ist, umfasst das Fluidtransportsystem 5, 5' einen Durchflusssensor 4 zum Messen des Gesamtdurchflusses respektive

20 Gesamtvolumenstroms Fc_{total} („current total flow“) durch die Gruppe der Verbraucher V1, V2, V3, Vi. Der Durchflusssensor 4 ist vorzugsweise im Rücklauf angeordnet, er kann jedoch auch im Vorlauf angeordnet sein.

Das in Figur 2 dargestellte Fluidtransportsystem 1' ist für den Transport von gasförmigen Fluiden eingerichtet, wobei die Verbraucher V1, V2, V3, Vi beispielsweise Wohnräume sind, in welche die Regelventile V11, V22, V33, Vii Zuluft zuführen respektive von welchen die Regelventile V11, V22, V33, Vii Abluft wegführen. Den durch die Regelventile V11, V22, V33, Vii regulierten Fluid- respektive Luftdurchlässen ist eine gemeinsame motorisierte Drosselklappe V' und eine Schalldämpfung 7 vorgeschaltet.

In den Figuren 1 und 2 bezieht sich das Bezugszeichen 1 auf eine Abgleichvorrichtung zum Abgleichen der Gruppe von Verbrauchern V1, V2, V3, Vi respektive der Fluidtransportsysteme 5, 5'. Wie in den Figuren 1 und 2 schematisch dargestellt ist, umfasst die Abgleichvorrichtung 1 mehrere funktionale Module insbesondere ein Charakteristikdatenmodul 11 und ein Abgleichmodul 12. Die funktionalen Module sind vorzugsweise programmierte Softwaremodule zur Steuerung eines oder mehrerer Prozessoren der Abgleichvorrichtung 1. Die funktionalen Module sind auf einem computerlesbaren Medium gespeichert, das fest oder entfernbar mit der Abgleichvorrichtung 1 verbunden ist. Der Fachmann wird jedoch verstehen, dass die funktionalen Module in alternativen Ausführungsvarianten teilweise oder vollständig mit Hardware-Komponenten ausgeführt sein können.

Zur Steuerung der Regelventile V11, V22, V33, Vii respektive deren Motoren M ist die Abgleichvorrichtung 1 über Steuerleitungen oder einen Steuerbus 54 mit diesen verbunden. Zur Erfassung des aktuellen Gesamtdurchflusses respektive Gesamtvolumenstroms Fc_{total} durch die Gruppe der Verbraucher V1, V2, V2, V3,

Vi ist die Abgleichvorrichtung 1 über eine Messleitung oder einen Datenbus 53 mit dem Durchflusssensor 4 verbunden. Zum Entgegennehmen von Steuersignalen und/oder Steuerparametern, insbesondere Sollwerte für die individuellen Durchflüsse F_{t_i} , durch die Regelventile V11, V22, V33, Vii, ist die
5 Abgleichvorrichtung 1 über eine Datenleitung oder einen Datenbus 55 mit dem Steuersystem 30 verbunden. Schliesslich ist die Abgleichvorrichtung 1 über eine Steuerleitung oder einen Steuerbus 56 auch mit dem Drosselventil V' verbunden.

In den folgenden Abschnitten werden mit Bezug zur Figur 3 die Funktionen des Charakteristikdatenmoduls 11 und des Abgleichmoduls 12 sowie mögliche
10 Schrittsequenzen für den dynamischen Abgleich des Fluidtransportsystems 1, 1' beschrieben.

Im vorbereitenden und optionalen Schritt S1 erfasst das Charakteristikdatenmodul 11 für die Verbraucher V1, V2, V3, Vi respektive für die zugeordneten Regelventile V11, V22, V33, Vii Charakteristikdaten, die jeweils für
15 Solldurchflüsse durch den betreffenden Verbraucher V1, V2, V3, Vi respektive durch das zugeordnete Regelventil V11, V22, V33, Vii eine Ventilstellung des betreffenden Regelventils V11, V22, V33, Vii bestimmen. Die Kurve f_h der Figur 5 illustriert beispielsweise für ein bestimmtes Regelventil V11, V22, V33, Vii respektive den entsprechenden Verbraucher V1, V2, V3, Vi die Ventilstellung H,
20 die einzustellen ist, um einen gewünschten Sollfurchfluss respektive Volumenstrom F zu erzielen. Umgekehrt kann basierend auf der Kurve f_h auch der Durchfluss respektive Volumenstrom F durch den betreffenden Verbraucher V1, V2, V3, Vi respektive durch das zugeordnete Regelventil V11, V22, V33, Vii

bestimmt werden, der bei einer bestimmten Ventilstellung H des Regelventils V_{11} , V_{22} , V_{33} , V_{ii} erreicht wird.

Das Charakteristikdatenmodul 11 erfasst die Charakteristikdaten dadurch, dass es ausgehend von einer Sperrsituation, in welcher die gesamte Gruppe der Regelventile V_{11} , V_{22} , V_{33} , V_{ii} gesperrt ist, die Regelventile V_{11} , V_{22} , V_{33} , V_{ii} eines nach dem andern individuell durchmisst. Bei der Ausmessung eines Regelventils V_{11} , V_{22} , V_{33} , V_{ii} wird jeweils in verschiedenen Ventilstellungen H der erzielte Durchfluss F durch das Regelventil V_{11} , V_{22} , V_{33} , V_{ii} gemessen und der betreffenden Ventilstellung H zugeordnet gespeichert. Dabei wird beispielsweise für das auszumessende Regelventil i die Ventilstellung H ausgehend von der geschlossenen Sperrstellung H_0 schrittweise geöffnet, also eine höherwertige Ventilstellung H eingestellt, und für jede Ventilstellung H_i des Regelventils i der vom Durchflusssensor 4 gemessene aktuelle Durchfluss respektive Volumenstrom F_i erfasst, der aufgrund der geschlossenen Ventilstellung der anderen Regelventile dem Durchfluss respektive Volumenstrom F_i des auszumessenden Regelventils i entspricht.

In einer Ausführungsvariante, beispielsweise, wenn der Durchfluss durch bloss eines der Regelventile V_{11} , V_{22} , V_{33} , V_{ii} nicht im optimalen Arbeitsbereich des Durchflusssensors 4 liegt, erfolgt die Erfassung der Charakteristikdaten durch Ausmessung von jeweils gleichzeitig mehr als einem der Regelventile V_{11} , V_{22} , V_{33} , V_{ii} , beispielsweise durch gleichzeitige, paarweise Ausmessung von jeweils zwei der Regelventile V_{11} , V_{22} , V_{33} , V_{ii} . Dabei werden die gleichzeitig auszumessenden Regelventile V_{11} , V_{22} , V_{33} , V_{ii} vorzugsweise in jeweils der

gleichen Ventilstellung vermessen, also bei jeweils gleicher prozentualer Öffnung. Basierend auf den Charakteristikdaten, die gleichzeitig für mehrere Regelventile V11, V22, V33, Vii erfasst wurden, werden durch arithmetische Operationen die individuellen Charakteristikdaten für die einzelnen Regelventile V11, V22, V33, 5 Vii berechnet.

Im vorbereitenden Schritt S2 werden die Charakteristikdaten für die Regelventile V11, V22, V33, Vii gespeichert. Anstelle der dynamischen Erfassung der Charakteristikdaten im optionalen Schritt S1, werden in einer alternativen Ausführungsvariante bekannte Charakteristikdaten der Regelventile V11, V22, 10 V33, Vii, beispielsweise ab Datenblättern, erfasst und gespeichert. Mit den Charakteristikdaten wird jeweils auch ein Nenndurchfluss, eine Identifizierung und/oder eine Typenbezeichnung des betreffenden Verbrauchers V1, V2, V3, Vi respektive Regelventils V11, V22, V33, Vii gespeichert.

Im Schritt S0 werden im Steuersystem 30 die individuellen Solldurchflüsse Ft_i für 15 die Regelventile V11, V22, V33, Vii bestimmt, beispielsweise aufgrund von aktuellen Sensorwerten und/oder Benutzeranforderungen.

Beim Auffahren (in Betriebnahme) des Fluidtransportsystems 5, 5' oder wenn eine Änderung der Solldurchflüsse Ft_i erkannt wird, wird im Schritt S4 der Schritt S3 für den dynamischen Abgleich des Fluidtransportsystems 5, 5' respektive der 20 Verbraucher V1, V2, V3, Vi ausgelöst und aktiviert.

Im Schritt S31 setzt das Abgleichmodul 12 die Ventilstellungen der Verbraucher V1, V2, V3, Vi respektive Regelventile V11, V22, V33, Vii basierend auf den Solldurchflüssen Ft_i für die einzelnen Verbraucher V1, V2, V3, Vi respektive Regelventile V11, V22, V33, Vii. Dazu verwendet das Abgleichmodul 12 jeweils
5 die individuellen Charakteristikdaten der Verbraucher V1, V2, V3, Vi respektive Regelventile V11, V22, V33, Vii und ermittelt auf der Basis dieser Charakteristikdaten für die Regelventile V11, V22, V33, Vii jeweils die dem Solldurchfluss Ft_i entsprechende Ventilstellung H_i , mit welcher im betreffenden Regelventil V11, V22, V33, Vii der zugeordnete aktuelle individuelle Durchfluss
10 F_i erreicht werden soll, der anfänglich dem gewünschten Solldurchfluss $F_i = Ft_i$ entspricht. Wie später beschrieben wird, werden für die Berechnungen der Ventilstellungen H_i die aktuellen individuellen Durchflüsse F_i jeweils mit einem Abgleichfaktor $F'_i = \alpha \cdot F_i$ korrigiert, welcher anfänglich auf $\alpha = 1$ gesetzt ist.

In einer Ausführungsvariante setzt das Abgleichmodul 12 die Ventilstellungen der
15 Verbraucher V1, V2, V3, Vi respektive Regelventile V11, V22, V33, Vii zusätzlich unter Berücksichtigung eines optimierten Einsatzes der Arbeitsmaschine 3 zur Förderung der Fluide. Das Abgleichmodul 12 arbeitet beispielsweise als Pumpenoptimierer zur Optimierung der Pumpenleistung. Dazu werden die Ventilstellungen der Verbraucher V1, V2, V3, Vi respektive Regelventile V11,
20 V22, V33, Vii bis zu einem definierten maximalen Grenzwert, beispielsweise 70% oder 80% der maximalen Öffnung, erhöht geöffnet, während die Pumpleistung entsprechend so reduziert wird, dass der zu erzielende Gesamtdurchfluss gleich bleibt. Somit kann in den einzelnen Verbrauchern V1, V2, V3, Vi und insgesamt

im Fluidtransportsystem 5, 5' jeweils derselbe Durchfluss respektive Volumenstrom bei reduzierter Pumpleistung erreicht werden.

In einer Variante setzt das Abgleichmodul 12 die Ventilstellungen der Verbraucher V1, V2, V3, Vi respektive Regelventile V11, V22, V33, Vii zusätzlich
5 unter Berücksichtigung eines optimierten Betrieb des Wärme- bzw. Kälteerzeugers, so dass die Vorlauftemperatur maximiert bzw. minimiert werden kann, wobei mindestens ein Ventil eine Anschlagstellung erreicht.

In einer Ausführungsvariante wird zudem vom Abgleichmodul 12 untersucht, ob die Ventilstellung mindestens einer der Verbraucher V1, V2, V3, Vi respektive
10 eines der Regelventile V11, V22, V33, Vii eine Anschlagstellung mit maximaler Öffnung oder eine definierte Minimalstellung erreicht hat. Dabei sind Ventilstellungen beispielsweise als Zahlenwerte angegeben, die einen Öffnungsgrad, z.B. in Winkelgraden oder Bruchteilen, z.B. Prozenten, oder einen entsprechenden Steuerwert angeben. Die Anschlagstellung und/oder die
15 definierte Minimalstellung eines Verbrauchers V1, V2, V3, Vi respektive Regelventils V11, V22, V33, Vii werden beispielsweise als Teil der betreffenden Charakteristikdaten gespeichert. Wenn eine Anschlagstellung oder eine definierte Minimalstellung erreicht wurde, führt das Abgleichmodul 12 eine entsprechende definierte Ausnahmeregelung der Verbraucher V1, V2, V3, Vi respektive
20 Regelventile V11, V22, V33, Vii aus.

In einer Variante sieht die Ausnahmeregelung für eine festgestellte Anschlagstellung vor, dass der Durchfluss zugunsten des Verbrauchers V1, V2,

V3, Vi respektive Regelventils V11, V22, V33, Vii im Anschlag bei den anderen Regelventile V11, V22, V33, Vii der Gruppe gedrosselt wird. Dazu werden für die Verbraucher V1, V2, V3, Vi respektive Regelventile V11, V22, V33, Vii jeweils zugeordnete Prioritätsangaben, beispielsweise als Teil der betreffenden
5 Charakteristikdaten, gespeichert. Die Prioritätsangaben sind beispielsweise Klassifizierungs- oder Zahlenwerte die eine hohe respektive niedrige Wichtigkeit oder eine bestimmte Stufe in einer mehrwertigen Skala angeben. Beim Feststellen einer Anschlagstellung, reduziert das Abgleichmodul 12 somit die Öffnung und damit den Durchfluss durch weniger wichtigere Verbraucher V1, V2, V3, Vi
10 respektive Regelventile V11, V22, V33, Vii, die eine Prioritätsangabe mit einem niedrigeren Wert als der Verbraucher V1, V2, V3, Vi respektive das Regelventil V11, V22, V33, Vii in der Anschlagstellung aufweisen.

In einer Variante sieht die Ausnahmeregelung für eine festgestellte definierte Minimalstellung vor, dass zur Vermeidung von Strömungsgeräuschen die
15 Ventilator- bzw. Pumpenleistung in der Arbeitsmaschine 3 zur Förderung gasförmiger Fluide im Fluidtransportsystem 5, 5', d.h. im Ventilator, reduziert wird.

Im Schritt S32 ermittelt das Abgleichmodul 12 über den Durchflusssensor 4 den aktuellen Gesamtdurchfluss respektive Gesamtvolumenstrom $F_{c_{total}}$ durch die
20 Gruppe der Verbraucher V1, V2, V3, Vi respektive Regelventile V11, V22, V33, Vii.

Im Schritt S33 überprüft das Abgleichmodul 12, ob eine Differenz besteht zwischen dem aktuellen, erzielten Gesamtdurchfluss respektive Gesamtvolumenstrom Fc_{total} und der Summe der Sollflüsse $Ft_{total} = \sum_i Ft_i$ („total target flow“) für die gesamte Gruppe der Verbraucher V1, V2, V3, Vi
 5 respektive Regelventile V11, V22, V33, Vii. Figur 4 illustriert schematisch die Abweichung Δ eines aktuellen Durchflusswerts Fc von einem Solldurchfluss Ft in einem Diagramm, in welchem die Wertelinie w die Übereinstimmung vom aktuellen Gesamtdurchfluss respektive Gesamtvolumenstrom Fc_{total} mit der Summe der Solldurchflüsse Ft_{total} darstellt. Wenn keine Abweichung respektive
 10 Differenz besteht, das heisst wenn der aktuelle Gesamtdurchfluss Fc_{total} dem gesamten Solldurchfluss $Ft_{total} = \sum_i Ft_i$ entspricht und das System in einem abgeglichenen Zustand ist, wird im Schritt S4 die Änderung eines Solldurchflusses Ft_i abgewartet. Andernfalls, wenn der aktuelle Gesamtdurchfluss Fc_{total} vom gewünschten Gesamtsolldurchfluss $Ft_{total} = \sum_i Ft_i$ abweicht, beispielsweise wenn
 15 die Differenz einen definierten Schwellwert überschreitet und die Summe der gewünschten Solldurchflüsse $Ft_{total} = \sum_i Ft_i$ nicht innerhalb eines definierten Grenzbereichs um den aktuellen Gesamtdurchfluss respektive Gesamtvolumenstrom Fc_{total} liegt, fährt das Abgleichmodul im Schritt S34 fort.

Im Schritt S34 bestimmt das Abgleichmodul 12 auf der Basis des aktuellen,
 20 tatsächlich erreichten gemessenen Gesamtdurchflusses Fc_{total} und dem gewünschten Gesamtsolldurchfluss $Ft_{total} = \sum_i Ft_i$ einen Abgleichfaktor

$$\alpha = \frac{\sum_i Ft_i}{Fc_{total}}$$

, der sich aus dem Verhältnis vom gewünschten Gesamtdurchfluss

Ft_{total} und dem tatsächlich gemessenen aktuellen Gesamtdurchfluss Fc_{total} ergibt, und fährt im Schritt S31 mit der Berechnung neuer korrigierter Ventilstellungen H'_i fort, bei welchen die aktuellen individuellen Durchflüsse F_i jeweils mit einem

5 Abgleichfaktor $F'_i = \alpha \cdot F_i$ korrigiert werden (wobei die korrigierten individuellen Durchflüsse F'_i im nächsten Durchgang zum neuen aktuellen individuellen Durchfluss F_i werden).

Tabelle 1 zeigt ein Beispiel einer Werteentwicklung (zeitlicher Verlauf von oben nach unten) bei einem vereinfachten Fluidtransportsystem 5, 5' mit zwei

10 Verbrauchern V1, V2:

Gesamtwerte			Verbraucher V1 respektive Regelventil V11				Verbraucher V2 respektive Regelventil V22			
Fc_{total}	Ft_{total}	$\alpha = \frac{Ft_{total}}{Fc_{total}}$	F_1	F'_1	H_1	H'_1	F_2	F'_2	H_2	H'_2
50	100	2.00	60	120	20°	40°	40	80	15°	30°
80	100	1.25	120	150	40°	43°	80	100	30°	35°
91	100	1.10	150	165	43°	44°	100	110	35°	38°
100	100	1.00	165	165	44°	44°	110	110	38°	38°

Tabelle 1

In einer Ausführungsvariante sind im Fluidtransportsystem 5 zudem Temperatursensoren angeordnet, die ermöglichen in den Verbrauchern V1, V2, V3, Vi jeweils die Temperaturdifferenz $\Delta T_i = Tin_i - Tout_i$ zwischen Eingangstemperatur Tin_i und Ausgangstemperatur $Tout_i$ des zugeführten
 5 respektive zurückzuführenden Fluids bei der betreffenden Vorrichtung für den Austausch thermischer Energie (Wärmetauscher) zu bestimmen. Für die Bestimmung der Eingangstemperatur Tin_i ist beispielsweise ein gemeinsamer Temperatursensor im Vorlauf zu den Verbrauchern V1, V2, V3, Vi angeordnet oder es sind mehrere separate Temperatursensoren in den Vorläufen der
 10 einzelnen Verbraucher V1, V2, V3, Vi vorgesehen. Die verschiedenen Ausgangstemperaturen $Tout_i$ werden jeweils durch separate Temperatursensoren in den Rückläufen der einzelnen Verbraucher V1, V2, V3, Vi gemessen. Die Abgleichvorrichtung 1 ist mit den Temperatursensoren verbunden und eingerichtet die Eingangstemperaturen Tin_i und Ausgangstemperaturen $Tout_i$ der
 15 einzelnen Verbraucher V1, V2, V3, Vi zu erfassen und die jeweiligen Temperaturdifferenzen $\Delta T_i = Tin_i - Tout_i$ für die Verbraucher V1, V2, V3, Vi zu ermitteln. Die Abgleichvorrichtung 1 ist zudem eingerichtet, im abgeglichenen Zustand, basierend auf dem gemessenen aktuellen Gesamtdurchfluss respektive Gesamtvolumenstrom Fc_{total} und den individuellen Solldurchflüssen Ft_i und
 20 Temperaturdifferenzen ΔT_i die anteilmässige aktuelle Energieabgabe

$$Ec_i = \frac{Fc_{total} \cdot Ft_i \cdot \Delta T_i}{Ft_{total}}$$

(„current individual energy“) durch die Verbraucher V1, V2,

V3, Vi zu ermitteln. Die Abgleichvorrichtung 1 bestimmt zudem die gesamte

Energieabgabe $Ec_{total} = \sum_i Ec_i$ („current total energy“) durch die Verbraucher V1, V2, V3, Vi. Die ermittelte Gesamtenergie Ec_{total} wird in der Abgleichvorrichtung 1 oder im übergeordneten Steuersystem 30 zur Regelung und insbesondere Begrenzung der über das Fluidtransportsystem 5, 5' abzugebenden Gesamtenergie $Et_{total} = f(Ec_{total})$ („total target energy“) eingesetzt. Somit ist es möglich im Fluidtransportsystem 5, 5' mit der Durchflussmessung respektive Volumenstrommessung in bloss einem einzigen, gemeinsamen Durchflusssensor 4 sowohl die in den einzelnen Verbrauchern V1, V2, V3, Vi abgegebenen individuellen Energiemengen Ec_i als auch die gesamte im Fluidtransportsystem 5, 5' abgegebene Energie Ec_{total} zu messen und zu regeln.

Abschliessend soll angeführt werden, dass in der Beschreibung zwar Computerprogrammcode spezifischen funktionalen Modulen zugeordnet wurde und dass die Ausführung von Schritten in einer bestimmten Reihenfolge dargestellt wurde, dass der Fachmann jedoch verstehen wird, dass der Computerprogrammcode unterschiedlich strukturiert und die Reihenfolge von mindestens gewissen Schritten geändert werden kann, ohne dabei vom Schutzgegenstand abzuweichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abgleichen einer Gruppe von Verbrauchern (V1, V2, V3, Vi) in einem Fluidtransportsystem (5, 5'), in welchem jeder Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) mit einem motorisierten Regelventil (V11, V22, V33, Vii) zum
5 Regulieren des Durchflusses durch den Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) versehen ist, gekennzeichnet durch:

Speichern (S2) von Charakteristikdaten für die Verbraucher (V1, V2, V3, Vi), die für Solldurchflüsse (F_i) durch jeweils einen der Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) jeweils eine Ventilstellung (H_i) des entsprechenden Regelventils
10 (V11, V22, V33, Vii) bestimmen,

Ermitteln (S32) eines aktuellen Gesamtdurchflusses durch die Gruppe der Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) mittels eines gemeinsamen Durchflusssensors (4),

Bestimmen (S34) eines Abgleichfaktors basierend auf dem aktuellen Gesamtdurchfluss und einer Summe der gewünschten Solldurchflüsse durch die Verbraucher (V1, V2, V3, Vi), und
15

Ausführen (S3) eines dynamischen Abgleichs der Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) durch Setzen der Ventilstellungen (H_i) der entsprechenden Regelventile

(V11, V22, V33, Vii) basierend auf den Charakteristikdaten und dem Abgleichfaktor.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch wiederholtes Ermitteln (S32, S34) des aktuellen Gesamtdurchflusses und des Abgleichfaktors und
5 Ausführen (S3) des dynamischen Abgleichs bis der aktuelle Gesamtdurchfluss innerhalb eines definierten Grenzbereichs um die Summe der gewünschten Solldurchflüsse liegt.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, gekennzeichnet durch Erfassen (S1) der Charakteristikdaten für die Verbraucher (V1, V2, V3, Vi)
10 der Gruppe durch Setzen der Regelventile (V11, V22, V33, Vii) für einen ersten Teil der Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) in eine Sperrstellung, und Messen des Durchflusses (F) durch einen zweiten Teil der Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) in verschiedenen Ventilstellungen (H) mittels des gemeinsamen Durchflusssensors (4).
- 15 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch, Erfassen (S1) der Charakteristikdaten für einen Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) der Gruppe jeweils durch Setzen der Regelventile (V11, V22, V33, Vii) für die anderen Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) der Gruppe in eine Sperrstellung, und Messen des Durchflusses (F) durch den einen der

Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) in verschiedenen Ventilstellungen (H) mittels des gemeinsamen Durchflusssensors (4).

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch, Ausführen einer Ausnahmeregelung der Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) beim Erreichen einer Anschlagstellung bei mindestens einem der Regelventile (V11, V22, V33, Vii).
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch, Speichern von Prioritätsangaben jeweils für einen der Verbraucher (V1, V2, V3, Vi), und Drosseln des Durchflusses durch Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) mit niedriger Priorität, beim Erreichen einer Anschlagstellung bei einem Regelventil (V11, V22, V33, Vii) eines Verbrauchers (V1, V2, V3, Vi) mit höherer Priorität.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch, Reduzieren einer Ventilator- bzw. Pumpenleistung beim Erreichen einer definierten Minimalstellung bei mindestens einem der Regelventile (V11, V22, V33, Vii) zur Vermeidung von Strömungsgeräuschen durch ein Fluid.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch, Setzen der Ventilstellungen (H_i) der entsprechenden Regelventile (V11, V22, V33, Vii) basierend auf den Charakteristikdaten, dem Abgleichfaktor und, bei

reduzierter Pumpleistung und gleichbleibender Summe der gewünschten Solldurchflüsse durch die Verbraucher (V1, V2, V3, Vi), mit einem erhöhten Öffnungsgrad der entsprechenden Regelventile (V11, V22, V33, Vii) bis zu einer definierten Maximalstellung bei mindestens einem der Regelventile
5 (V11, V22, V33, Vii).

9. Vorrichtung (1) zum Abgleichen einer Gruppe von Verbrauchern (V1, V2, V3, Vi) in einem Fluidtransportsystem (5, 5'), in welchem jeder Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) mit einem motorisierten Regelventil (V11, V22, V33, Vii) zum Regulieren des Durchflusses durch den Verbraucher (V1, V2, V3, Vi)
10 versehen ist und ein gemeinsamer Durchflusssensor (4) zum Messen eines Gesamtdurchflusses durch die Gruppe von Verbrauchern (V1, V2, V3, Vi) vorgesehen ist, gekennzeichnet durch:

ein Charakteristikdatenmodul (11), welches eingerichtet ist, für die Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) jeweils Charakteristikdaten zu speichern, die
15 für Solldurchflüsse (F_i) durch den betreffenden Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) jeweils eine Ventilstellung (H_i) des entsprechenden Regelventils (V11, V22, V33, Vii) bestimmen, und

ein Abgleichmodul (12), welches eingerichtet ist mittels des Durchflusssensors (4) den aktuellen Gesamtdurchfluss durch die Gruppe der
20 Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) zu ermitteln, einen Abgleichfaktor basierend

auf dem aktuellen Gesamtdurchfluss und einer Summe der gewünschten Solldurchflüsse durch die Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) zu bestimmen, und einen dynamischen Abgleich der Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) durch Setzen der Ventilstellungen (H_i) der entsprechenden Regelventile (V11, V22, V33, Vii) basierend auf den Charakteristikdaten und dem Abgleichfaktor auszuführen.

10. Vorrichtung (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Abgleichmodul (12) eingerichtet ist, wiederholt den aktuellen Gesamtdurchfluss und den Abgleichfaktor zu ermitteln und den dynamischen Abgleich auszuführen bis der aktuelle Gesamtdurchfluss innerhalb eines definierten Grenzbereichs um die Summe der gewünschten Solldurchflüsse liegt.

11. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Charakteristikdatenmodul (11) eingerichtet ist, die Charakteristikdaten für die Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) der Gruppe dadurch zu erfassen, dass die Regelventile (V11, V22, V33, Vii) für einen ersten Teil der Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) in eine Sperrstellung gesetzt werden, und dass mittels des gemeinsamen Durchflusssensors (4) der Durchfluss (F) durch einen zweiten Teil der Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) in verschiedenen Ventilstellungen (H) gemessen wird.

12. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Charakteristikdatenmodul (11) eingerichtet ist, die Charakteristikdaten für einen der Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) jeweils dadurch zu erfassen, dass die Regelventile (V11, V22, V33, Vii) für die
5 anderen Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) der Gruppe in eine Sperrstellung gesetzt werden, und dass mittels des gemeinsamen Durchflusssensors (4) der Durchfluss (F) durch den einen der Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) in verschiedenen Ventilstellungen (H) gemessen wird.
13. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch
10 gekennzeichnet, dass das Abgleichmodul (12) eingerichtet ist, eine Ausnahmeregelung der Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) auszuführen beim Erreichen einer Anschlagstellung bei mindestens einem der Regelventile (V11, V22, V33, Vii).
14. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch
15 gekennzeichnet, dass das Charakteristikdatenmodul (11) eingerichtet ist, für die Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) jeweils eine Prioritätsangabe zu speichern, und dass das Abgleichmodul (12) eingerichtet ist, den Durchfluss durch Verbraucher (V1, V2, V3, Vi) mit niedriger Priorität zu drosseln, beim Erreichen einer Anschlagstellung bei einem Regelventil (V11, V22, V33, Vii)
20 eines Verbrauchers (V1, V2, V3, Vi) mit höherer Priorität.

15. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Abgleichmodul (12) eingerichtet ist, zur Vermeidung von Strömungsgeräuschen durch ein Fluid eine Ventilator- bzw. Pumpenleistung zu reduzieren beim Erreichen einer definierten Minimalstellung bei mindestens einem der Regelventile (V11, V22, V33, Vii).
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Abgleichmodul (12) eingerichtet ist, die Ventilstellungen (H_i) der entsprechenden Regelventile (V11, V22, V33, Vii) basierend auf den Charakteristikdaten, dem Abgleichfaktor und, bei reduzierter Pumpleistung und gleichbleibender Summe der gewünschten Solldurchflüsse durch die Verbraucher (V1, V2, V3, Vi), mit einem erhöhten Öffnungsgrad der entsprechenden Regelventile (V11, V22, V33, Vii) bis zu einer definierten Maximalstellung bei mindestens einem der Regelventile (V11, V22, V33, Vii) zu setzen.
17. Computerprogrammprodukt umfassend Computerprogrammcode zur Steuerung eines oder mehrerer Prozessoren einer Vorrichtung (1) derart, dass die Vorrichtung (1) ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1-8 zum Abgleichen einer Gruppe von Verbrauchern (V1, V2, V3, Vi) in einem Fluidtransportsystem (5, 5') ausführt.

1/3

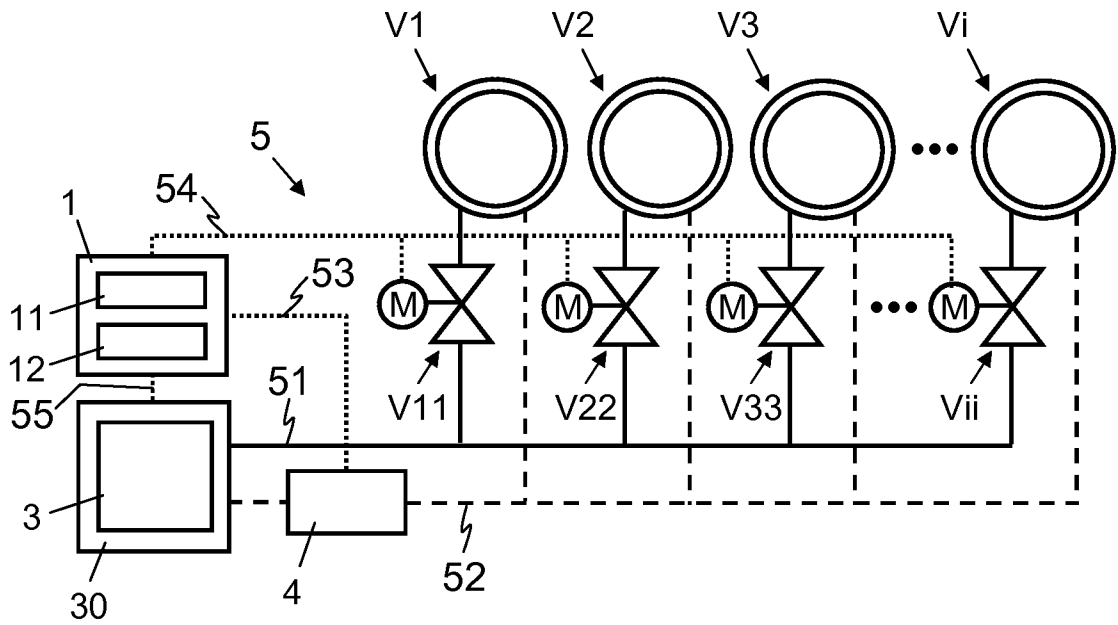


Fig. 1

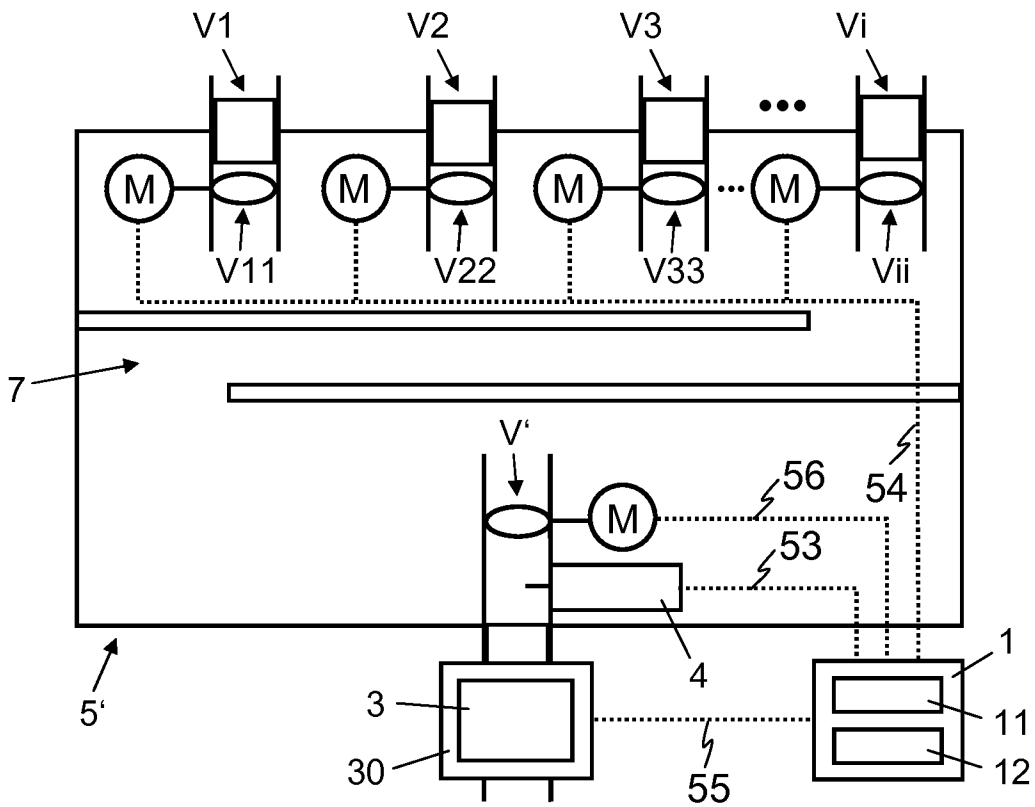


Fig. 2

2/3

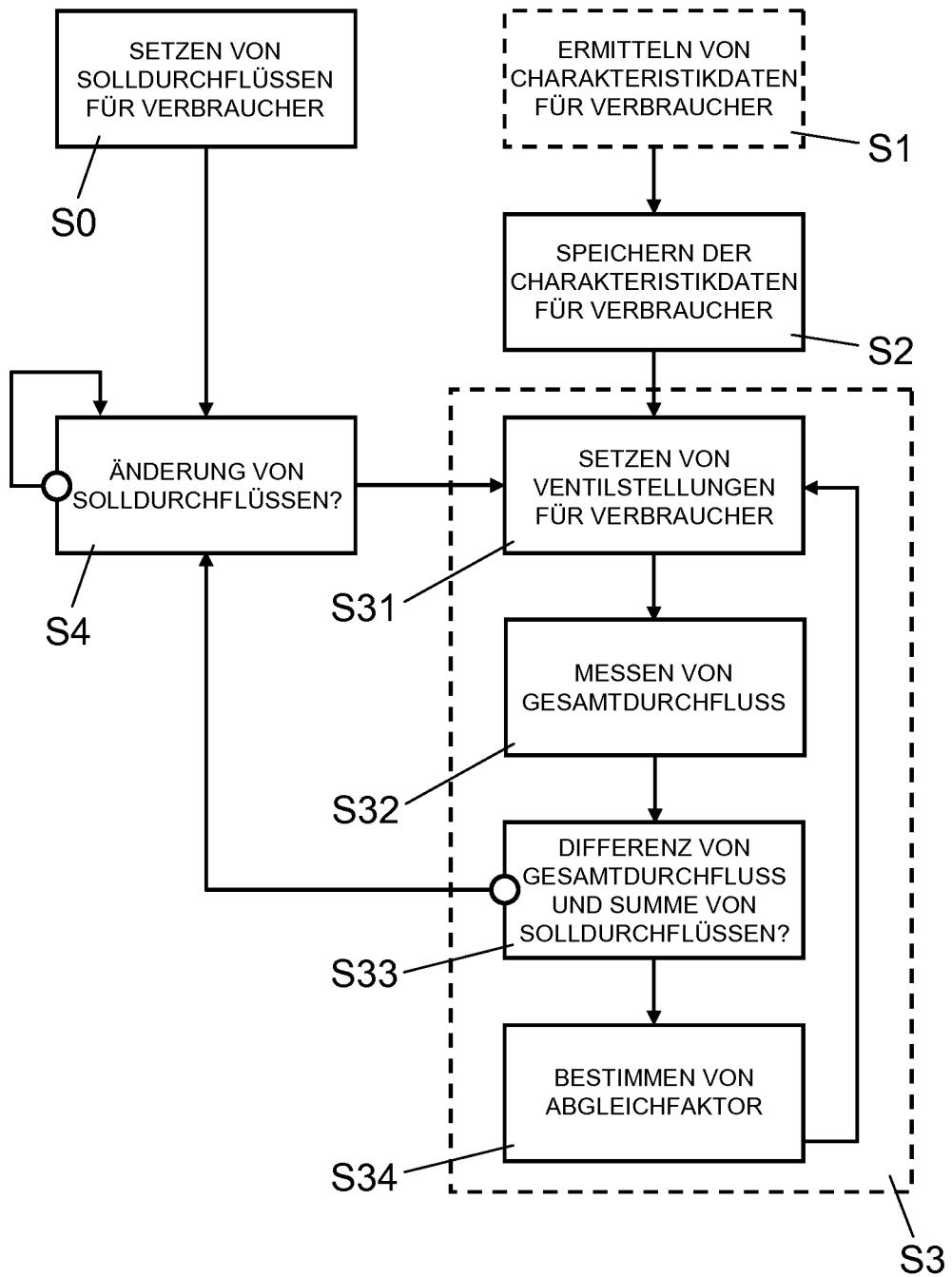


Fig. 3

3/3

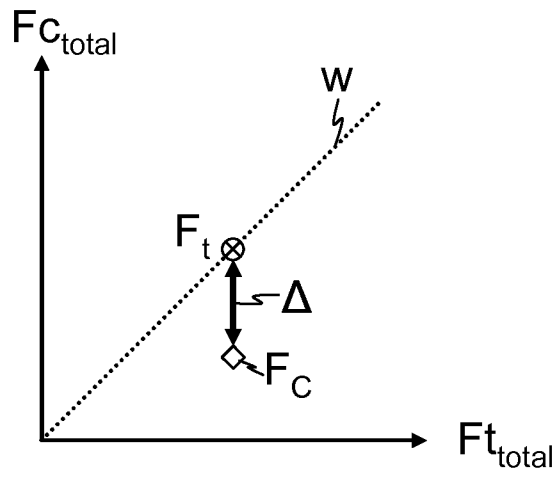


Fig. 4

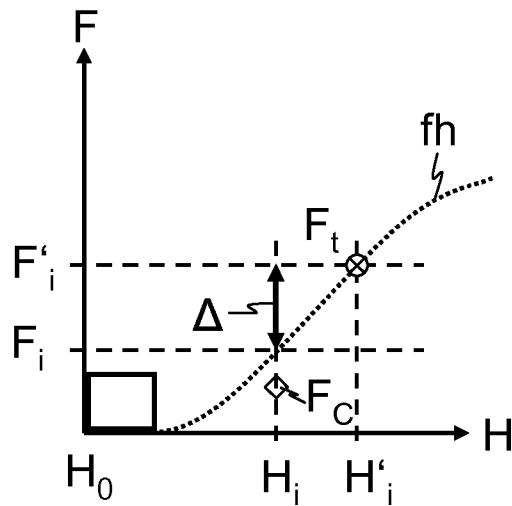


Fig. 5