

(19)



(11)

EP 3 757 465 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.12.2020 Patentblatt 2020/53

(51) Int Cl.:
F24D 19/10 (2006.01) **F04D 15/00** (2006.01)
F04D 15/02 (2006.01) **F24F 11/83** (2018.01)
F24F 11/84 (2018.01) **F24F 11/85** (2018.01)

(21) Anmeldenummer: **20170810.4**

(22) Anmeldetag: **22.04.2020**

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

(30) Priorität: **27.06.2019 DE 102019117383**

(71) Anmelder:
 • **WILO SE**
44263 Dortmund (DE)
 • **Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen**
52062 Aachen (DE)

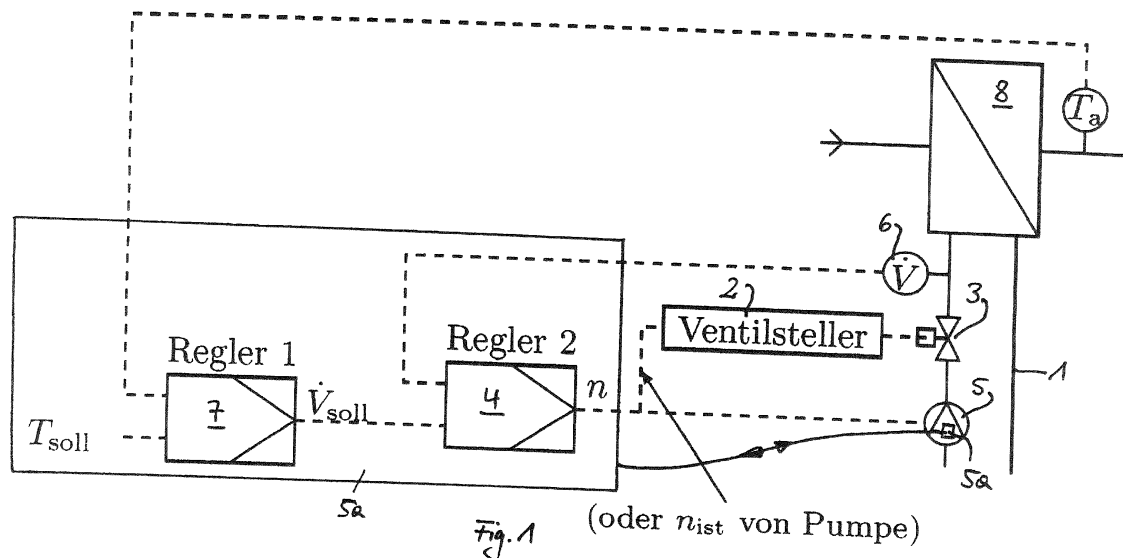
(72) Erfinder:
 • **Oppermann, Dr. Jens**
44263 Dortmund (DE)
 • **Teichmann, Jens**
53113 Bonn (DE)
 • **Kümpel, Alexander**
52064 Aachen (DE)
 • **Mathis, Paul**
52355 Düren (DE)
 • **Müller, Dr. Dirk**
52074 Aachen (DE)

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

(54) **SYSTEM UND VERFAHREN ZUR REGELUNG EINES MEDIENPARAMETERS DES MEDIUMS AUF DER SEKUNDÄRSEITE EINES WÄRMEÜBERTRAGERS**

(57) Die Erfindung betrifft ein System zur Regelung eines Medienparameters des sekundärseitigen Mediums eines Wärmeübertragers (8), insbesondere Luft, umfassend einen von einem Sekundärmedium durchströmten Wärmeübertrager (8) mit einem Primärkreislauf (1), in welchem mit einer Pumpe (5) ein primärseitiges Wärmeträgermedium durch den Wärmeübertrager för-

derbar ist, wobei für die Medienparameter-Regelung wenigstens eine Regeleinheit (4, 7, 11) vorgesehen ist, die durch eine Elektronik und/oder ein Programm eingerichtet ist, die Regelung durchzuführen, wobei ein Aktor des Primärkreislaufs die Regeleinheit umfasst. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Regelung eines Medienparameters.



EP 3 757 465 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein System und ein Verfahren zur Regelung eines Medienparameters des sekundärseitigen Mediums eines Wärmeübertragers, insbesondere Luft, umfassend einen von einem Sekundärmedium durchströmten Wärmeübertrager mit einem Primärkreislauf, in welchem mit einer Pumpe ein primärseitiges Wärmeträgermedium durch den Wärmeübertrager förderbar ist, wobei für die Medienparameter-Regelung wenigstens eine Regeleinheit vorgesehen ist, die durch eine Elektronik und/oder ein Programm eingerichtet ist, die Regelung durchzuführen.

[0002] Im Stand der Technik ist es allgemein bekannt, mittels eines Wärmeübertragers Wärme zwischen einem Wärmeträgermedium auf dessen Primärseite und einem Medium auf dessen Sekundärseite zu übertragen. Ein Wärmeübertrager kann z.B. ein Plattenwärmetauscher sein, beispielsweise wenn die Medien auf Primär- und Sekundärseite jeweils Flüssigkeiten sind. Ein Wärmeübertrager kann auch ein sogenanntes Heiz- oder Kühlregister oder ein Konvektor sein. In einem solchen Fall ist das Medium auf der Primärseite üblicherweise eine Flüssigkeit und das auf der Sekundärseite üblicherweise ein Gas, insbesondere Luft.

[0003] Die Übertragungsrichtung kann bei der Temperierung des Mediums der Sekundärseite beliebig sein. Bei Heizanwendungen wird üblicherweise Energie von der Primärseite auf die Sekundärseite übertragen und bei einer Kühlanwendung umgekehrt. Dafür wird üblicherweise mit einer Pumpe das Wärmeträgermedium, wie z.B. häufig eine Flüssigkeit, bevorzugt Wasser oder ein Wasser/Glykol-Gemisch auf der Primärseite aktiv mit wenigstens einer Pumpe im Kreis gefördert, z.B. im Kreislauf durch ein Heiz- oder Kühlgerät gefördert.

[0004] Auch auf der Sekundärseite kann das Medium, z.B. eine Flüssigkeit, wie beispielsweise Wasser oder auch ein gasförmiges Medium, z.B. Luft aktiv gefördert werden. So wird eine Flüssigkeit üblicherweise mit wenigstens einer Pumpe und Luft mit wenigstens einem Ventilator gefördert. Die Förderung des Mediums auf der Sekundärseite kann aber auch rein durch Konvektion erfolgen. Typische, auch erfindungsgemäße Anwendungen sind die Beheizung oder Kühlung von Räumen eines Gebäudes. Die Erfindung bezieht sich ebenso auf diese Anwendungen, insbesondere die Temperierung von Luft auf der Sekundärseite.

[0005] Die Temperierung des Mediums auf der Sekundärseite erfolgt geregelt, wobei z.B. als geregelter Medienparameter bevorzugt die Temperatur des Mediums der Sekundärseite herangezogen wird. Als alternative Medienparameter sind z.B. auch die Feuchte (insbesondere relative Luftfeuchte) des Mediums oder die Enthalpie des Mediums, insbesondere bei adiabatischer Befeuchtung, bevorzugt mit geregelten Düsen, verwendbar. Der gewählte Medienparameter kann mittels eines Sensors vom Medium der Sekundärseite erfasst werden und der Regelung zur Verfügung gestellt werden. Die

Regelung vergleicht den erfassten Medienparameter mit einem Sollwert und stellt bei einer Abweichung eine die Abweichung verringernde Stellgröße zur Verfügung. Beispielsweise wirkt die Stellgröße auf ein Stellmittel im Primärkreislauf.

[0006] Üblicherweise wird die Regelung durch eine Elektronik und/oder ein Programm in einer Regeleinheit ausgeführt. Der Regeleinheit werden der gemessene sekundärseitige Medienparameter und ein zu erreichender Sollwert des Medienparameters vorgegeben, wonach die Regeleinheit - auch einfach Regler genannt - eine die Abweichung zwischen Sollwert und aktuellem Medienparameter verringernde Stellgröße ermittelt, z.B. berechnet und an das Stellmittel übermittelt. Das Stellmittel wird üblicherweise durch einen Aktor im Primärkreislauf ausgebildet. Die Erfindung macht von diesem Vorgehen ebenso Gebrauch.

[0007] Besonders in komplexeren Systemen, aber auch schon bei einfachen Anlagen sieht es der Stand der Technik üblicherweise vor, dass der Regler, bzw. eine diesen bildende Regeleinheit in einem Schaltschrank oder auf sonstige Art zentral angeordnet ist. Dies ist häufig auch sinnvoll, z.B. um die hydraulischen Teile und die elektrischen / elektronischen Teile eines Systems zu trennen.

[0008] Problematisch ist dabei hingegen, dass ein solches geregeltes System einen hohen Verkabelungsaufwand erzeugt, was fehleranfällig und kostenintensiv ist.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es, ein geregeltes System und ein Verfahren zur Regelung eines Systems der eingangs genannten Art bereitzustellen, bei dem der Verkabelungsaufwand signifikant reduziert werden kann.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass, bei einem System der genannten Art ein Aktor des Primärkreislaufs die Regeleinheit umfasst. Bei dem Verfahren wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass die Regelung des Medienparameters durch eine Elektronik und/oder ein Programm in einem Aktor des Primärkreislaufs durchgeführt wird.

[0011] Die Regelung, bzw. Regeleinheit kann bevorzugt zumindest im Gehäuse des Aktors angeordnet sein, insbesondere aber auch in dessen Elektronik implementiert sein. Die Regeleinheit kann somit im oder am Aktor einen Teil derjenigen Elektronik bilden, die der Aktor für seine Aktor-Funktionalität benötigt. Die Regeleinheit kann auch eine separate Elektronik bilden, die aber zumindest am Ort des Aktors, bevorzugt zumindest an dessen Gehäuse, weiter bevorzugt in dessen Gehäuse angeordnet ist. Bei separaten Elektroniken von Regeleinheit und Aktor kommunizieren diese Aktor-intern miteinander.

[0012] Die Regeleinheit kann bevorzugt alle Komponenten des Systems umfassen, die zur Regelung benötigt werden, insbesondere zumindest eine Untereinheit mit einem Soll-Ist-Vergleich des zu regelnden Parameters, ggfs. mit Speicherplätzen für den Soll- und Ist-Parameter, die von extern an diese Speicherplätze überge-

ben werden. Diese Untereinheit kann auch eine Stellgröße bereitstellen, welche ermittelt wird, um die Soll-Ist-Abweichung zu verringern. Eine solche Stellgröße kann von der Regeleinheit nach extern an eine Stellvorrichtung kommuniziert werden. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass eine Stellvorrichtung ebenso bereits in der Regeleinheit als Untereinheit implementiert ist. Eine solche Stellvorrichtung kann, wie nachfolgend noch beschrieben wird, z.B. die Stellung eines Ventils beeinflussen, insbesondere eines Drosselventils oder auch eines Mischerventils.

[0013] Unter einem Aktor des Primärkreislaufes wird dabei allgemein jedes ansteuerbare Element oder Gerät verstanden, mit dem Einfluss auf einen Betriebsparameter des Primärkreislaufes genommen werden kann, insbesondere also der Betriebsparameter aktiv geändert werden kann. Es kann sich beispielsweise um einen solchen Aktor handeln, dem eine Stellgröße der Regelung zugeführt wird. Ein solcher Aktor setzt somit die erhaltenen Stellgröße in eine Änderung des Betriebsparameters um. Mögliche Betriebsparameter sind z.B. der hydraulische Widerstand des Primärkreislaufes, der Volumenstrom im Primärkreislauf, die Temperatur des Mediums im Primärkreislauf.

[0014] Die erfindungsgemäße Ausbildung hat den Vorteil, dass die Regeleinheit direkt am Ort eines Aktors im Primärkreislauf angeordnet ist. Hierdurch werden Kabelwege oder allgemein Signalübertragungswege oder Kommunikationswege deutlich reduziert. Das Signalübertragungsverhalten wird verbessert und somit auch eine Fehleranfälligkeit reduziert. Besonders kurz sind die Kabel- bzw. Signal- oder Kommunikationswege, wenn der Aktor ein solcher ist, der eine Stellgröße, die von der Regelung erhalten wird, direkt in eine Änderung eines Betriebsparameters umsetzen kann.

[0015] In bevorzugter Ausführung kann es die Erfindung vorsehen, dass der Aktor beispielsweise durch die Pumpe gebildet ist, mit der das Medium im Primärkreislauf förderbar ist. Die Implementation der Regeleinheit in oder an der Pumpe ist besonders vorteilhaft, wenn die Regeleinheit eine Stellgröße an die Pumpe bereitstellt, die von der Pumpe selbst als Aktor in eine Änderung des Betriebsparameters umgesetzt wird, z.B. die Stellgröße eine Drehzahländerung bewirkt, mit der eine Änderung des Volumenstromes im Primärkreislauf einhergeht. In diesem Fall entfallen für die von der Regeleinheit bereitgestellte Stellgröße jegliche externe Übertragungswege. Lediglich der Ist-Wert des geregelten Medienparameters der Sekundärseite ist an die Pumpe zu übermitteln. Der Sollwert kann in der Regeleinheit gespeichert sein, ggfs. nach einer Übertragung an diese. Die Erfindung kann auch vorsehen, dass von der Regeleinheit in/an der Pumpe die ermittelte Stellgröße an einen anderen Aktor des Primärkreislaufes übermittelbar ist, z.B. an ein Drosselventil oder ein Mischerventil.

[0016] Eine andere bevorzugte Ausführung kann vorsehen, dass der Aktor durch ein Drosselventil im Primärkreislauf gebildet ist. Die Implementation der Regelein-

heit in oder an dem Drosselventil ist besonders vorteilhaft, wenn die Regeleinheit eine Stellgröße an das Drosselventil bereitstellt, die von dem Drosselventil selbst als Aktor in eine Änderung des Betriebsparameters umgesetzt wird, z.B. die Stellgröße eine Änderung des hydraulischen Widerstandes im Primärkreislauf bewirkt, z.B. durch Verstellen des Ventilstellgliedes des Drosselventils. In diesem Fall entfallen für die von der Regeleinheit bereitgestellte Stellgröße jegliche externe Übertragungswege. Lediglich der Ist-Wert des geregelten Medienparameters der Sekundärseite ist an das Drosselventil zu übermitteln. Der Sollwert kann in der Regeleinheit gespeichert sein, ggfs. nach einer Übertragung an diese. Die Erfindung kann auch vorsehen, dass von der Regeleinheit in/an dem Drosselventil die ermittelte Stellgröße an einen anderen Aktor des Primärkreislaufes übermittelbar ist, z.B. an die Pumpe im Primärkreislauf oder an ein Mischerventil.

[0017] Wiederum eine andere bevorzugte Ausführung kann vorsehen, dass der Aktor durch ein Mischerventil gebildet ist, mit dem ein Medium aus einem Mischerkreis in das Medium des Primärkreislaufes zumischbar ist, insbesondere wodurch die Temperatur des Medium im Primärkreislauf änderbar ist. Die Implementation der Regeleinheit in oder an dem Mischerventil ist besonders vorteilhaft, wenn die Regeleinheit eine Stellgröße an das Mischerventil bereitstellt, die von dem Mischerventil selbst als Aktor in eine Änderung des Betriebsparameters umgesetzt wird, z.B. die Stellgröße eine Änderung der Temperatur im Primärkreislauf bewirkt, z.B. durch Verstellen der Zumischung eines Medium aus einem Mischerkreis in den Primärkreislauf. In diesem Fall entfallen für die von der Regeleinheit bereitgestellte Stellgröße jegliche externe Übertragungswege. Lediglich der Ist-Wert des geregelten Medienparameters der Sekundärseite ist an das Mischerventil zu übermitteln. Der Sollwert kann in der Regeleinheit gespeichert sein, ggfs. nach einer Übertragung an diese. Die Erfindung kann auch vorsehen, dass von der Regeleinheit in/an dem Mischerventil die ermittelte Stellgröße an einen anderen Aktor des Primärkreislaufes übermittelbar ist, z.B. an die Pumpe im Primärkreislauf oder an ein Drosselventil.

[0018] Die erfindungsgemäß ganz besonders bevorzugte Ausführung ist die vorgenannte, bei der die Implementation der Regelung auf der Pumpe erfolgt, die Pumpe also die Regeleinheit umfasst.

[0019] Eine bevorzugte Ausbildung der Erfindung kann auch vorsehen, dass die Regeleinheit als ein Modul ausgebildet ist, das in den Aktor, insbesondere die Pumpe, einsteckbar und aus diesem entfernbar ist. Die Steckverbindung zwischen Aktor und Regeleinheiten-Modul kann elektronisch durch ein Standard-Bus-System ausgebildet sein, z.B. Modbus oder CAN-Bus. Es ergibt sich durch die modulare Ausbildung die Möglichkeit die Regeleinheit vollständig extern zu programmieren und/oder zu parametrisieren, z.B. in einer externen SPS-Anlage, und als fertiges Modul in den Aktor, bevorzugt die Pumpe einzusetzen. Der Aktor kann dafür einen Aufnahme-

schacht aufweisen, in den das Modul einsteckbar ist, insbesondere oberflächenbündig. Es ergibt sich so auch die Möglichkeit bei derselben Pumpe verschiedene Regelungsarten oder verschiedene Parametrisierungen einer Regelung auf einfache Art zu implementieren, insbesondere zu ändern.

[0020] Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung kann vorsehen, dass am Aktor und/oder an der Regeleinheit des Aktors, bevorzugt an einer als steckbares Modul ausgebildeten Regeleinheit ein Benutzerinterface implementiert ist, über welches die Regeleinheit durch einen Nutzer parametrierbar ist. So kann ein Nutzer entweder alleinige eine Programmierung oder Parametrisierung der Regeleinheit vornehmen oder auf eine vorgegebene Programmierung/Parametrisierung auf Wunsch ändern. Eine solches Benutzerinterface kann eine Eingabeeinheit und/oder Ausgabeeinheit für Daten umfassen. Das Benutzerinterface kann in einer möglichen Ausführung auch als eine Kommunikationsschnittstelle ausgebildet sein, bevorzugt eine funkgebundene, über die der Aktor, bevorzugt die Regeleinheit, weiter bevorzugt das Regeleinheiten-Modul eine Kommunikation mit einem externen Kommunikationsgerät führt, z.B. einem Mobiltelefon.

[0021] Besonders bevorzugt ist es, wenn der Aktor, insbesondere die Pumpe einen Temperatursensor zur Erfassung der primärseitigen Medientemperatur aufweist. Dies ist besonders dann vorteilhaft, wenn der Aktor ein solcher ist, der direkt hydraulisch an des Medium des Primärkreislaufes angebunden ist, wie es z.B. bei einer Pumpe, einem Drossel- oder Mischerventil der Fall ist. Demnach kann der Temperatursensor vollständig intern im Aktor ausgebildet sein, so dass wiederum jegliche externe Kommunikationswege oder Signalübertragungswege für Temperaturwert entfallen.

[0022] Vorteilhaft ist es weiterhin, wenn der Aktor, insbesondere die Pumpe, einen Außentemperaturfühler umfasst und/oder einen Kommunikationsanschluß umfasst, über den dem Aktor Temperaturdaten aus einer Wetterdatenbank übermittelbar sind. So können an dem Aktor, z.B. der Pumpe alle wesentlichen Parameter zusammengeführt werden, die für eine Regel, insbesondere in Abhängigkeit von Außentemperaturen benötigt werden.

[0023] Die Erfindung kann z.B. vorsehen, dass die Regeleinheit eingerichtet ist, über einen vorbestimmten Zeitraum, insbesondere ein Jahr, den Wärmebedarf in Abhängigkeit der Außentemperatur zu erfassen und hieraus eine Heizkurve zu bilden, welche zu einer Außentemperatur die zugehörige Medientemperatur des Primärkreislaufes zuordnet, insbesondere derart, dass für alle Außentemperaturen der Volumenstrom im Primärkreislauf zumindest im Wesentlichen konstant ist.

[0024] Insbesondere, wenn die Regelung in einer Regeleinheit in oder an der Primärkreislauf-Pumpe, ausgebildet ist, grundsätzlich aber auch allgemein, kann es eine bevorzugte Ausführung der Regelung vorsehen, dass die Medienparameter-Regelung zumindest zum Teil mit-

tels einer Änderung der Drehzahl der Pumpe als Stellgröße der Regelung erfolgt, wobei beim Unterschreiten oder Erreichen eines vorgegebenen unteren Grenzwertes bei einer Absenkung der Drehzahl der Pumpe eine der Absenkung entgegenwirkende Änderung eines Betriebsparameters des Primärkreislaufes ausgelöst wird, insbesondere mit der eine Absenkung der Pumpendrehzahl bis zu einer Minimaldrehzahl verhindert wird.

[0025] Bevorzugt wird somit durch die ausgelöste Änderung eines Betriebsparameters eine weitere Absenkung der Pumpendrehzahl, insbesondere eine weitere Absenkung bis zur Minimaldrehzahl verhindert. Es wird also bevorzugt bei der erfindungsgemäßen Regelung die Minimaldrehzahl, nicht erreicht, sondern die Pumpe immer über dieser Minimaldrehzahl betrieben, z.B. auch über einem nach unten nicht zu unterschreitenden Drehzahlgrenzwert, welcher die Minimaldrehzahl sein kann oder auch größer als diese sein kann.

[0026] Bei der Minimaldrehzahl kann es sich um eine Betriebsdrehzahl größer Null U/min (Ausschaltstellung) handeln, unter der die betrachtete Pumpe nicht betrieben werden kann oder zumindest nicht betrieben werden soll. Beispielsweise kann eine Elektronik der Pumpe das Unterschreiten dieser Minimaldrehzahl nicht zulassen, z.B. auch dann, wenn eine niedrigere Drehzahl angesteuert wird, z.B. durch eine externe Steuergröße. Bei einer solchen Minimaldrehzahl kann der geförderte Volumenstrom zu hoch sein, so dass kleine Leistungsanforderungen nicht bedient werden können, da die übertragene Wärmeleistung bei dieser Minimaldrehzahl größer wäre als die angeforderte Leistung. Im Kleinlastbereich kann daher mit einer reinen Drehzahländerung nicht geregelt werden.

[0027] Als zu überwachender Grenzwert können mehrere Systemparameter in Frage kommen. Der Systemparameter kann dabei ein am System erfassbarer Wert sein, z.B. ein an der Primärseite oder an der Sekundärseite oder an beiden Seiten erfassbarer Wert. Einige bevorzugte Systemparameter werden nachfolgend benannt.

[0028] Eine mögliche Ausführung kann es z.B. vorsehen, dass als unterer Grenzwert ein unterer Drehzahlgrenzwert überwacht wird. Dies ist ein Systemparameter, der nur an der Primärseite erfasst wird. So bewirkt die Erfindung in diesem Fall, dass dann, wenn durch die Regelung eine Absenkung der Drehzahl erfolgt, das Unterschreiten oder Erreichen dieses unteren Drehzahlgrenzwertes überwacht wird und, wenn das Unterschreiten oder Erreichen detektiert wird, die genannte der Absenkung entgegenwirkende Änderung eines Betriebsparameters getriggert, also ausgelöst wird.

[0029] Zwar kann, z.B. aufgrund einer Systemträgheit in dieser Ausführung der untere Drehzahlgrenzwert an der Pumpe noch unterschritten werden, die entgegenwirkende Änderung bewirkt aber zumindest, dass die Absenkung der Drehzahl zumindest vor Erreichen der Minimaldrehzahl beendet wird.

[0030] Der benannte untere Drehzahlgrenzwert der

Pumpe ist dabei ein Drehzahlwert, der über der Minimaldrehzahl, z.B. der bauartbedingten Minimaldrehzahl liegt, bei der die Pumpe im gegebenen Primärkreislauf einen zu hohen Volumenstrom fördern würde und damit geringe Leistungsanforderung nicht bedienen könnte.

[0031] Eine andere Ausführung kann auch vorsehen, dass als unterer Grenzwert ein Differenzwert zwischen der aktuellen Pumpendrehzahl und einem nach unten nicht zu unterschreitenden Drehzahlgrenzwert überwacht wird. Insbesondere kann so erzielt werden, dass die Pumpe immer mit einer Drehzahl größer als der nicht zu unterschreitende Drehzahlgrenzwert betrieben wird, wofür durch den genannten Differenzwert ein genügend großer Abstand von dem nicht zu unterschreitenden Drehzahlgrenzwert definiert wird, ab dessen Unterschreiten oder Erreichen die erfindungsgemäße Betriebsparameteränderung ausgelöst wird. Die Änderung des Betriebsparameters wird somit bereits ausgelöst, wenn der nicht zu unterschreitende Drehzahlgrenzwert noch nicht erreicht ist, sondern die aktuelle Pumpendrehzahl um den Differenzwert dazu beabstandet ist.

[0032] Der Differenzwert kann z.B. so bemessen sein, dass unter Berücksichtigung einer Systemträgheit die Entgegenwirkung zur Absenkung das Unterschreiten des unteren Drehzahlgrenzwertes verhindert wird.

[0033] In weiterer Ausführung kann der untere Grenzwert ein unterer Leistungsanforderungswert sein. Dieser kann z.B. ermittelt werden aus der Eingangstemperatur des sekundärseitigen Mediums vor dem Wärmetauscher, dem Volumenstrom des sekundärseitigen Mediums und einer Solltemperatur des sekundärseitigen Mediums. Dieser Systemparameter ist somit ein sekundärseitiger Parameter. So kann z.B. im System hinterlegt sein, dass Leistungen unterhalb des unteren Leistungsanforderungswertes nicht bedient werden können/sollen, z.B. ohne die Drehzahl der Pumpe in Richtung zur Minimaldrehzahl oder einer anderen nicht zu unterschreitenden unteren Drehzahlgrenze abzusenken.

[0034] Die erfindungsgemäße, durch die vorgenannte Überwachung ausgelöste Änderung des Betriebsparameters bewirkt erfindungsgemäß, dass durch die Regelung, die mit wenigstens einem Regler implementiert sein kann, zeitlich mit der Änderung oder zeitlich nach der Änderung des Betriebsparameters die Drehzahlstellgröße für die Pumpe, die von einem Regler an die Pumpe bereitgestellt wird, auf einen größeren Wert eingestellt wird, insbesondere einen Wert größer als vor der Auslösung der Änderung, um den Sollwert des beobachteten Medienparameters (weiterhin) einzuhalten. Bevorzugt wird mit der Änderung bewirkt, dass nach Durchführung der Änderung der zuvor überwachte Grenzwert wieder eingehalten wird. Z.B. kann mit Bezug auf die vorgenannten Beispiele die Drehzahlstellgröße so eingestellt werden, dass nach der Einstellung die Drehzahl größer gleich ist als der überwachte untere Drehzahlgrenzwert oder der überwachte Differenzwert oder der überwachte untere Leistungsanforderungswert erreicht oder überschritten werden.

[0035] Bevorzugt wird faktisch so erzielt, dass durch die Änderung des Betriebsparameters der Wärmeübertrag (richtungsunabhängig betrachtet, also dessen vorzeichenbereinigter Betragswert) im Wärmeübertrager bei ungeänderter oder zumindest als ungeändert angenommener Pumpendrehzahl im Augenblick der Auslösung der Änderung reduziert wird und sodann durch die Regelung bzw. durch den Regler mittels einer Erhöhung der Pumpendrehzahl der Volumenstrom im Primärkreislauf vergrößert und dadurch der Wärmeübertrag wieder erhöht wird, insbesondere die vorherige, durch die Änderung bewirkte Reduktion des Wärmübertrags verringert, bevorzugt zumindest kompensiert wird.

[0036] Insbesondere liegt diesem erfindungsgemäßen Ansatz die Überlegung zugrunde, den durch die vorgenannte Änderung eines Betriebsparameters noch unbeflussten Primärkreislauf so auszulegen, dass die für die Regelung benötigten primärseitigen Volumenströme, um im Wärmeübertrager einen benötigten Energieübertrag zu erzielen, in dem unbeeinflussten Primärkreislauf nicht alleinig durch eine Drehzahländerung der Pumpe, z.B. nicht alleinig durch eine Drehzahlabsenkung erzielt werden können. Der unbeeinflusste Primärkreislauf ist also ein solcher, bei dem der Betriebsparameter, der gemäß der Erfindung einer Änderung unterliegt, noch ungeändert ist, der Betriebsparameter somit z.B. einen vorgegebenen Auslegungswert oder Startwert hat, von dem aus die Änderung erfolgt.

[0037] Erfolgt beispielsweise die Auslegung so, dass im unbeeinflussten Primärkreislauf Volumenströme in einem Intervall zwischen einem Minimalvolumenstrom und einen Maximalvolumenstrom benötigt würden, insbesondere um ein gewünschtes Regelverhalten oder einen gewünschten Energieübertrag zu erzielen, wobei der Minimalvolumenstrom kleiner ist, als der bei der Minimaldrehzahl vorliegende Volumenstrom, so ergibt sich, dass der Minimalvolumenstrom theoretisch nur erreicht werden könnte, wenn die Minimaldrehzahl der Pumpe unterschritten würde. Diesem Problem begegnet die Erfindung somit mit dem Ansatz bei einer Absenkung der Drehzahl vor Erreichen der Minimaldrehzahl den Wärmeübertrag durch die Änderung des Betriebsparameters weiter zu reduzieren und so die Drehzahl der Pumpe in einem regelbaren Bereich zu halten, insbesondere zumindest über der Minimaldrehzahl, bevorzugt über einer darüber liegenden Grenze.

[0038] Die Erfindung kann es auch vorsehen, dass beim Überschreiten oder Erreichen eines vorgegebenen oberen Grenzwertes bei einer Anhebung der Drehzahl der Pumpe eine der Anhebung entgegenwirkende (z.B. einer vorherigen Änderung) entgegengesetzte Änderung des Betriebsparameters ausgelöst wird.

[0039] Die Erfindung kann grundsätzlich vorsehen, dass Änderungen des Betriebsparameters ausgehend von einem Auslegungs- oder Startwert in beide Richtungen möglich sind, also den Auslegungswert vergrößernd oder verkleinernd.

[0040] Sofern ausgehend von Auslegungswert oder

Startwert eine Änderung des Betriebsparameters hingegen nur in eine erste Richtung möglich ist, die einer weiteren Absenkung der Drehzahl der Pumpe entgegenwirkt, kann es vorgesehen sein, dass eine entgegengesetzte Änderung in eine zweite Richtung zum Entgegenwirken einer weiteren Erhöhung der Pumpendrehzahl nur vorgenommen wird, wenn zuvor wenigstens eine Änderung in der ersten Richtung stattgefunden hat, insbesondere ansonsten der überwachte obere Grenzwert überschritten wird.

[0041] Insbesondere sofern im Rahmen der erfindungsgemäßen Regelung nach einer vorgenommenen Änderung des Betriebsparameters, ggfs. nach mehrfach vorgenommenen Änderungen des Betriebsparameters in der ersten Richtung, insbesondere mit der der Energieübertrag im Wärmeübertrager zuvor reduziert wurde, der Bedarf an Wärmeübertrag im Wärmeübertrager steigt, was z.B. durch eine Abweichung vom Sollwert des Medienparameters angezeigt sein kann, und zur Bedienung des Bedarfes die Drehzahl der Pumpe durch den Regler angehoben wird, kann also ab Überschreitung des oberen Grenzwertes die entgegengesetzte Änderung in der zweiten Richtung ausgelöst bzw. vorgenommen werden, insbesondere um die weitere Anhebung der Drehzahl durch den Regler zu reduzieren oder zu verhindern.

[0042] Bevorzugt kann dabei wenigstens eine vorherige Änderung des Betriebsparameters in der ersten Richtung rückgängig gemacht werden, ggfs. auch direkt mehrere vorherige Änderungen des Betriebsparameters rückgängig gemacht werden. Die entgegengesetzte Änderung des Betriebsparameters in der zweiten Richtung bewirkt somit eine Vergrößerung des Energieübertrags im Wärmeübertrager, ist also derjenigen Änderung entgegengesetzt, die zuvor eine Verringerung des Wärmeübertrags bewirkte. Hiernach bzw. hierdurch wird somit in umgekehrter Wirkweise sodann erfindungsgemäß die Drehzahl der Pumpe nachfolgend reduziert, um den Medienparameter (weiterhin) auf dem Sollwert zu halten.

[0043] Auch bei der Überwachung der Überschreitung eines oberen Grenzwertes kann die Erfindung mehrere verschiedene Systemparameter heranziehen.

[0044] Eine mögliche Ausführung kann es z.B. vorsehen, dass als oberer Grenzwert ein oberer Drehzahlgrenzwert der primärseitigen Pumpe überwacht wird. So bewirkt die Erfindung in diesem Fall, dass dann, wenn durch die Regelung eine Erhöhung der Drehzahl erfolgt, das Überschreiten oder Erreichen dieses oberen Drehzahlgrenzwertes überwacht wird und, wenn das Überschreiten oder Erreichen detektiert wird, die genannte der Erhöhung entgegenwirkende Änderung eines Betriebsparameters getriggert, also ausgelöst wird.

[0045] Zwar kann, z.B. aufgrund einer Systemträgheit in dieser Ausführung der obere Drehzahlgrenzwert an der Pumpe noch überschritten werden, die entgegenwirkende Änderung bewirkt aber zumindest, dass die Erhöhung der Drehzahl zumindest vor Erreichen einer Maximaldrehzahl beendet wird. Analog zur Minimaldrehzahl

kann die Maximaldrehzahl eine solche sein, welche die Pumpe, z.B. bauartbedingt nicht überschreiten soll/kann.

[0046] Eine andere Ausführung kann auch vorsehen, dass als oberer Grenzwert ein Differenzwert zwischen der aktuellen Pumpendrehzahl und einem nach oben nicht zu überschreitenden Drehzahlgrenzwert überwacht wird. Insbesondere kann so erzielt werden, dass die Pumpe überwiegend, bevorzugt immer mit einer Drehzahl kleiner als der nicht zu überschreitende Drehzahlgrenzwert betrieben wird, wofür durch den genannten Differenzwert ein genügend großer Abstand von dem nicht zu überschreitenden Drehzahlgrenzwert definiert wird, ab dessen Überschreiten oder Erreichen die erfindungsgemäße Betriebsparameteränderung ausgelöst wird. Die Änderung des Betriebsparameters wird somit bereits ausgelöst, wenn der nicht zu überschreitende Drehzahlgrenzwert noch nicht erreicht ist, sondern die aktuelle Pumpendrehzahl um den Differenzwert dazu beabstandet ist.

[0047] Der Differenzwert kann z.B. so bemessen sein, dass unter Berücksichtigung einer Systemträgheit die Entgegenwirkung des Überschreitens des oberen Drehzahlgrenzwertes verhindert wird.

[0048] In weiterer Ausführung kann der obere Grenzwert ein oberer Leistungsanforderungswert sein. Dieser kann wie zuvor schon erwähnt z.B. ermittelt werden aus der Eingangstemperatur des sekundärseitigen Mediums vor dem Wärmetauscher, dem Volumenstrom des sekundärseitigen Mediums und einer Solltemperatur des sekundärseitigen Mediums. So kann z.B. im System hinterlegt sein, dass Leistungen oberhalb des oberen Leistungsanforderungswertes nicht bedient werden können/sollen, z.B. ohne die Drehzahl der Pumpe in Richtung zur Maximaldrehzahl oder einer anderen nicht zu überschreitenden oberen Drehzahlgrenze zu erhöhen.

[0049] Die Erfindung kann vorsehen, sofern Änderungen des gewählten Betriebsparameters nicht immer mit demselben Wert vorgenommen werden, den Wert einer jeden Änderung in der ersten Richtung (bei Drehzahlabsenkung) zu speichern, um nachfolgend Änderungen in der entgegengesetzten zweiten Richtung (bei Drehzahlserhöhung) mit demselben Wert der vorherigen Änderung exakt zu kompensieren.

[0050] Durch geeignete Wahl von unterem und oberem Grenzwert kann der Betriebsbereich der Drehzahl bei der Pumpe in einem vorbestimmten, z.B. nötigen oder gewünschten Intervall gehalten werden, mit welchen alleine das benötigte Leistungsspektrum nicht bedient werden kann.

[0051] Die Änderung des Betriebsparameters in einer ersten Richtung, die ab Unterschreiten oder Erreichen des unteren Grenzwertes ausgelöst wird, aber auch in entgegengesetzter zweiter Richtung, die ab Überschreiten oder Erreichen des oberen Grenzwertes ausgelöst wird, kann jeweils um einen vorbestimmten Wert, z.B. der im Regler gespeichert ist oder der vor der Änderung berechnet wird, vorgenommen werden, bevorzugt wobei der Änderungswert sicherstellt, dass die nach der Ände-

rung eingestellte neue Drehzahl der Pumpe einen gewählten, insbesondere genügenden Abstand zur jeweiligen Grenze bewirkt, insbesondere um einen Regelbereich bis zum erneuten Erreichen der überwachten Grenze zu erschließen, in dem der Regler einen sich ändernden Bedarf an Energieübertrag zumindest zeitweise bedienen kann. Diese neue Drehzahl ist bevorzugt so gewählt, dass sich nach der Änderung ein Abstand des Systemparameters zum überwachten Grenzwert ergibt, der größer ist als 10%, bevorzugt größer als 20% der Differenz von oberen und unteren Grenzwert.

[0052] Die Änderung des Betriebsparameters kann auch so bemessen sein, dass die nach der Änderung einzustellende Drehzahl zur Kompensation der Änderung beim Wärmeübertrag einen Systemparameter ergibt, der in der Mitte zwischen dem oberen und dem unteren Grenzwert liegt. So wird sichergestellt, dass nach einer Änderung des Betriebsparameters in beiden Richtungen genügend Regelbreite zur Verfügung steht, bevorzugt, da der sich nach der Änderung einstellende Systemparameter immer in der Mitte zwischen dem überwachten unteren und oberen Grenzwert liegt.

[0053] Die Erfindung kann auch vorsehen, dass in Abhängigkeit einer vorgenommenen oder vorzunehmenden Änderung des Betriebsparameters, unabhängig von deren Richtung, die damit einhergehende Änderung des Energieübertrags im Wärmeübertrager berechnet wird, z.B. in Abhängigkeit gespeicherter Parameter des geregelten Systems, und direkt eine Drehzahlstellgröße für eine Drehzahl vorausberechnet, vom Regler eingestellt und an die Pumpe übermittelt wird, mit der die Änderung des Energieübertrags reduziert, bevorzugt zumindest theoretisch kompensiert wird. Diese Berechnung kann im Regler implementiert sein, der die Drehzahlstellgröße in Abhängigkeit des Medienparameters vorgibt oder in einem zusätzlichen, z.B. über- oder nebengeordneten Regler oder einer Recheneinheit.

[0054] So kann die Regelzeit durch ein initiales direktes Stellen der voraussichtlich benötigten Drehzahl reduziert werden oder ein durch die Änderung des Betriebsparameters bedingtes zumindest zeitweises Abweichen des Medienparameters vom Sollwert vermieden oder reduziert werden.

[0055] Die Erfindung kann, sofern die Änderung des Betriebsparameters z.B. eine Änderung des Volumenstroms im Primärkreislauf bewirkt, auch eine Volumenstromregelung umfassen. Deren Volumenstromsollwert kann z.B. bei einer kaskadierten Regelung von einem übergeordneten Regler bereitgestellt werden. Es kann auch der vor der Änderung des Betriebsparameters vorliegende Volumenstrom im Primärkreislauf erfasst wird, z.B. mittels eines Sensors im Primärkreislauf oder aus Pumpenparametern und dieser Volumenstrom als Sollwert übernommen werden, der nach der Änderung des Betriebsparameters eingeregelt wird. Auch dies kann im Regler implementiert sein, der die Drehzahlstellgröße in Abhängigkeit des Medienparameters vorgibt oder in einem zusätzlichen, z.B. über- oder nebengeordneten

Regler oder einer Recheneinheit.

[0056] Bei allen möglichen Ausführungen kann die Erfindung vorsehen, dass diese durch ein System ausgebildet ist, bei dem der wenigstens eine Regler bzw. die benannte Regeleinheit eingerichtet ist, das vorbeschriebene Verfahren durchzuführen.

[0057] Eine bevorzugte Ausführung kann vorsehen, dass zumindest die Regelelektronik der Medienparameter-Regelung, insbesondere die Temperaturregelung zur Vorgabe der Drehzahlstellgröße, vorzugsweise die gesamte Regelelektronik zur Durchführung des vorbeschriebenen Verfahrens, oder des nachfolgend anhand der Figuren konkretisierten Verfahrens in oder an der Pumpe im Primärkreislaufes, bevorzugt im oder am Gehäuse der Pumpe des Primärkreislaufes angeordnet wird / ist. Z.B. kann die Anordnung so sein, dass die Regelung vollständig in die Pumpenelektronik der Pumpe des Primärkreislaufes integriert ist. So wird erzielt, dass zur Ausbildung des Systems keine zusätzliche Regeleinheit zu einer Pumpenelektronik hinzukommen muss. Pumpenelektronik und Regeleinheit bilden somit eine gemeinsame Elektroneinheit. Dies hat auch den Vorteil, dass in der Pumpe vorhandene Parameter, z.B. Betriebsparameter, direkt der Regelung zur Verfügung gestellt werden können, insbesondere somit nur über pumpeninterne Leitungs- oder Kommunikationswege.

[0058] Bevorzugte konkretisierte Ausführungsformen der Erfindung werden anhand der Figuren nachfolgend beschrieben. Dabei ist zu beachten, dass die Figuren direkt einige bevorzugte Weiterbildungen zeigen, die für die Erfindung nicht zwingend alle vorgesehen sein müssen, wie nachfolgend ausgeführt wird. Die Erfindung ist somit nicht auf die jeweiligen zeichnerischen Darstellungen in allen Details beschränkt, sondern diese zeigen lediglich den maximalen Grad der Konkretisierung der jeweiligen Ausführung.

[0059] In allen Figuren soll durch die Umrahmung 5a visualisiert sein, dass zumindest die in diesem Rahmen angeordneten Komponenten der Regelung als eine Regeleinheit 5a in die Pumpe 5 integriert ist, z.B. direkt in deren Elektronik oder als separate Elektronik, z.B. als Modul, das in /an die Pumpe angesteckt ist. Alternativ können die Komponenten im Rahmen 5a auch in/an einem anderen Aktor angeordnet sein, z.B. dem Drosselventil 3 oder dem Mischventil 9.

[0060] Die Erfindung kann vorsehen, dass zusätzlich zu den umrahmten Komponenten auch noch andere Komponenten in die Regeleinheit 5a integriert sind, z.B. in den Figuren 1,2 und 5 auch noch der Ventilsteller 2. Bezogen auf die Figuren 3 und 4 könnte beispielsweise auch der nicht näher referenzierte Ventilsteller des Mischventils 9 einen Teil der Regeleinheit 5a bilden.

[0061] Die Figur 1 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung bei der zwischen der Primärseite und der Sekundärseite eines Wärmeübertrages 8 Energie übertragen wird, z.B. vom Primärkreislauf 1 auf das Medium, wie z.B. Luft der Sekundärseite. Als Medienparameter wird auf der Sekundärseite die Ausgangstempe-

ratur des Mediums nach dem Wärmeübertrager 8 erfasst und mit einer Soll-Temperatur im Regler 7 verglichen, der den nötigen Soll-Volumenstrom im Primärkreislauf 1 für den Regler 4 vorgibt, um die Temperaturdifferenz zu verringern. Es ist hier vorgesehen, dass im Primärkreislauf 1 als entgegenwirkende Änderung eines Betriebsparameters dessen hydraulischer Widerstand erhöht wird. Dies kann z.B. erfolgen mittels einer Ventilstellvorrichtung 2, mit welcher der Öffnungsquerschnitt eines im Primärkreislauf 1 angeordneten Drosselventils 3 verringert wird. Als Systemparameter wird die Pumpendrehzahl auf Unterschreiten oder Erreichen eines unteren Grenzwertes überwacht und bei Detektion der Unterschreitung die entgegenwirkende Änderung ausgelöst.

[0062] Senkt der Regler 4 die Drehzahl bei fallendem Bedarf an Wärmeübertrag im Wärmeübertrager 8 ab, so wird erfindungsgemäß das Unterschreiten oder Erreichen des unteren Drehzahlgrenzwertes erkannt und hiernach eine Verringerung des Querschnitts vom Drosselventil 3 ausgelöst, was einer weiteren Verringerung der Drehzahl entgegenwirkt.

[0063] Die Wirkung ist z.B. die, dass durch Verringerung des Öffnungsquerschnitts vom Drosselventil 3 der hydraulische Widerstand im Primärkreislauf 1 steigt, was einen erhöhten Druckverlust in der Regelstrecke bewirkt, wodurch der Volumenstrom verringert wird, was auch den Wärmeübertrag verringert. Es kann vorgesehen sein, dass die Pumpe immer eine Mindestdruckdifferenz erzeugt, wodurch bereits eine Drehzahlerhöhung resultiert.

[0064] Die Regelung bzw. der Regler 4 wird den Volumenstrom durch Drehzahländerung, insbesondere Erhöhung an der Pumpe 5 auf den vorgegebenen Sollwert regeln, insbesondere was den durch die Änderung bewirkten Verlust an Wärmeübertrag kompensiert. Dafür erhält der Regler 4 den Soll-Volumenstrom aus einem übergeordneten Regler 7, der in Abhängigkeit einer Soll-Temperatur des Mediums der Sekundärseite und dessen Ist-Temperatur diesen Soll-Volumenstrom dem Regler 4 vorgibt, wobei dieser im Regler 4 verglichen wird mit dem Ist-Volumenstrom, der z.B. im Primärkreislauf 1 gemessen wird mit einem Volumenstromsensor 6, alternativ der aus Pumpendaten ermittelt wird. Die Drehzahl der Pumpe nach der Änderung ist somit größer als vor der Änderung. Die Regelung kann somit mit einer weiteren Drehzahlreduzierung die Wärmeübertragung weiter verringern, verbleibt dabei aber wegen der Änderung des hydraulischen Widerstandes in einem gewünschten Drehzahl-Regelbereich.

[0065] Es kann in einer möglichen Ausführung auch direkt vor einer Änderung der Drosselventilstellung der Ist-Volumenstrom erfasst und als ein Sollwert übernommen werden, der vom Regler 4 nach der Änderung direkt durch Drehzahlvorgabe eingeregelt wird.

[0066] Vor und nach der Änderung wird zumindest im Wesentlichen somit derselbe Volumenstrom, aber bei verschiedenen Drehzahlen gefördert. Das Verfahren kann auch vorsehen, direkt eine neue Drehzahl vorzu-

geben, die einen Volumenstrom kleiner als der Volumenstrom vor der Änderung bewirkt, um so direkt dem fallenden Bedarf an Wärmeübertrag weiter nachzukommen.

[0067] Die Erfindung kann weiter bevorzugt in der Volumenstromregelung 4 des Primärkreislaufes 1, insbesondere die der Medienparameter-Regelung 7 des Mediums der Sekundärseite nachgeordnet ist, zur Erzielung eines Soll-Medienparameters des Mediums der Sekundärseite vorsehen, dass die Drehzahlstellgröße für die Pumpe 5 oder die Ist-Drehzahl der Pumpe 5 mit dem vorgegebenen unteren Drehzahlgrenzwert der Pumpe 5 verglichen wird, der z.B. im Regler 4 oder dem Ventilsteller 2 gespeichert sein kann. Der Vergleich kann z.B. im Ventilsteller 2 vorgenommen werden oder in einer anderen Einheit der Regelung. Es kann bevorzugt vorgesehen sein, dass bei einem Unterschreiten oder Erreichen des vorgegebenen unteren Drehzahlgrenzwertes mit der Ventilstellvorrichtung 2 der Öffnungsquerschnitt des Drosselventils 3 auf ein Maß kleiner als der Auslegungswert, z.B. der Maximalquerschnitt verringert wird, insbesondere um ein vorbestimmtes Maß, das z.B. gespeichert oder berechnet sein kann, z.B. um nach der Änderung der Drosselventilstellung eine Drehzahländerung in die Mitte des Drehzahlintervalls zwischen den Grenzwerten zu bewirken.

[0068] Gemäß den vorherigen allgemeinen Ausführungen kann die Erfindung in dieser Ausbildung weiterhin vorsehen, dass in der Volumenstromregelung des Primärkreislaufes 1 die Drehzahlstellgröße für die Pumpe 5 oder die Ist-Drehzahl der Pumpe 5 auch mit einem vorgegebenen oberen Drehzahlgrenzwert der Pumpe 5 verglichen wird und bei einem Überschreiten oder Erreichen des oberen Drehzahlgrenzwertes und einem gleichzeitig vorliegenden Öffnungsquerschnitt des Drosselventils kleiner als der Maximalquerschnitt mit der Ventilstellvorrichtung der Öffnungsquerschnitt des Drosselventils vergrößert wird, insbesondere um ein vorbestimmtes Maß, oder bei einem gleichzeitig vorliegenden Maximalquerschnitt des Drosselventils die Drehzahlstellgröße auf eine Drehzahl größer als der obere Drehzahlgrenzwert erhöht wird. Wenn also der Querschnitt des Drosselventils 3 nicht mehr vergrößerbar ist, muss der Bedarf an erhöhten Energieübertrag somit durch Drehzahlerhöhung über den oberen Drehzahlgrenzwert hinaus bedient werden. Der obere Drehzahlgrenzwert ist somit unter einer Maximaldrehzahl der Pumpe zu wählen, damit dies möglich ist.

[0069] Diese Ausführung kann also z.B. vorsehen, dass der Auslegungswert des Drosselventils 3 für den unbeeinflussten Primärkreislauf die vollständig geöffnete Stellung ist, von der aus eine Änderung nur in die eingangs genannte erste Richtung möglich ist. Die Auslegung kann selbstverständlich auch für eine querschnittsreduzierte Stellung des Drosselventils 3 erfolgen, was somit auch Änderungen ausgehend vom Auslegungswert in beide Richtungen ermöglicht.

[0070] Gemäß dem Rahmen 5a ist erkennbar, dass

die damit ausgebildete Regeleinheit 5a in der Pumpe 5 eine Stellgröße ermittelt, die direkt in der Pumpe 5 verwertet wird zur Einstellung der Drehzahl, die aber auch nach extern zu einem anderen Akteur kommuniziert wird, nämlich hier zum Ventilstellglied 2. Der Regeleinheit 5a werden von extern weiterhin die Temperatur des sekundären Mediums, der aktuelle Volumenstrom im Primärkreis und der Sollwert der Temperatur des sekundären Mediums übermittelt.

[0071] Die Figur 2 zeigt eine Ausführung, bei welcher ebenso als Betriebsparameter des Primärkreislaufes 1 mit einem Drosselventil 3 der hydraulische Widerstand beeinflusst wird. Als Medienparameter wird wiederum die Medientemperatur an der Ausgangsseite des Wärmeübertrages 8 beobachtet. Hier sieht die Erfindung ebenso vor, dass mit der Ventilstellvorrichtung 2 der Öffnungsquerschnitt des Drosselventils 3 als Betriebsparameter des Primärkreislaufes 1 geändert wird.

[0072] Bei dieser Ausführung erfolgt die Einstellung des Öffnungsquerschnittes des Drosselventils 3 faktisch in Abhängigkeit einer sekundär erfassten Leistungsanforderung, bevorzugt unabhängig von der Drehzahl-Stellgröße / Ist-Drehzahl. Die Leistungsanforderung kann z.B. ermittelt werden aus dem aktuellen sekundärseitigen Volumenstrom, der aktuellen sekundärseitigen Medientemperatur vor dem Wärmeübertrager 8 und der Soll-Temperatur nach dem Wärmeübertrager 8. Es erfolgt also nicht wie bei der Figur 1 ein Vergleich der Ist-Drehzahl mit dem Drehzahlgrenzwert.

[0073] In dieser Ausführung wird auf das Unterschreiten oder Erreichen eines unteren Leistungsanforderungsgrenzwertes geprüft und bei Feststellung der Unterschreitung die entgegenwirkende Änderung des Betriebsparameters, hier die Erhöhung des hydraulischen Widerstandes ausgelöst.

[0074] So kann auch das Verhindern eines Unterschreitens eines unteren Drehzahlgrenzwertes oder das Erreichen der Minimaldrehzahl erfolgen.

[0075] Die Erfindung kann in einer bevorzugten Ausführung vorsehen, dass z.B. in der Ventilstellvorrichtung 2 die Drosselventilstellungen in Abhängigkeit der Leistungsanforderung gespeichert sind, z.B. als Tabelle oder als Funktion, insbesondere auf der Basis einer Ausleistungsleistung des Wärmeübertragers 8.

[0076] Faktisch weiß das Regelsystem somit bei welcher Leistungsanforderung oder bei welchen mehreren Leistungsanforderungen in der Regelung jeweils der untere Drehzahlgrenzwert unterschritten oder die Minimaldrehzahl erreicht würde und kann dem durch, insbesondere wiederholte Verringerung des Querschnitts des Drosselventils 3 entgegensteuern.

[0077] Bevorzugt kann es bei allen gezeigten, wie auch nicht gezeigten Ausführungen, in denen ein Drosselventil zur Änderung des Betriebsparameters, hier des hydraulischen Widerstandes eingesetzt wird, insbesondere also bei den Ausführungen der Figuren 1 und 2 vorgesehen sein, dass das Drosselventil mit einer Ventilautorität kleiner als 0.3, bevorzugt kleiner als 0.2, weiter bevorzugt

kleiner als 0.1 betrieben wird.

[0078] Diese vergleichsweise geringe Ventilautorität stellt auch klar, dass im Gegensatz zum Stand der Technik die Regelfunktion nicht überwiegend durch das Drosselventil wahrgenommen wird, sondern durch die Pumpe anhand der Drehzahländerung. Das Drosselventil ist hingegen, insbesondere überwiegend, dafür vorgesehen, die Pumpe in einem förderfähigen Drehzahlbereich über der Minimaldrehzahl, bzw. über dem unteren Drehzahlgrenzwert zu halten und weiter bevorzugt auch unter dem oberen Grenzwert zu halten.

[0079] Hier erhält die Regeleinheit 5a von extern den Sollwert der Temperatur des sekundären Mediums und einen Leistungsanforderungswert. Eine Stellgröße zur Einstellung der Pumpendrehzahl wird nur pumpenintern kommuniziert.

[0080] Die Ausführung der Figur 3 betrifft ebenso einen Wärmeübertrag im Wärmeübertrager 8 zwischen einem Wärmeübertragermedium im Primärkreislauf 1 und einem Medium der Sekundärseite, z.B. Luft. Ein erster Regelkreis ist mit dem Regler 4 ausgebildet.

[0081] Der Drehzahlregler 4 gibt bei dieser, wie auch allen anderen Ausführungen als Stellgröße die Drehzahl oder eine Größe, von der die Drehzahl abhängt, der Pumpe 5 vor. Als Soll-Ist-Abweichung wird im Regler 4 - wie auch bei der Figur 2 - die Temperaturdifferenz der Medientemperatur hinter dem Wärmeübertrager 8 und einer Solltemperatur verwendet.

[0082] Allgemein kann die Erfindung vorsehen, dass als entgegenwirkende Änderung eines Betriebsparameters die Temperatur des primärseitigen Wärmeträgermediums angepasst wird, insbesondere verringert wird. Eine Möglichkeit dies zu realisieren zeigt die Figur 3.

[0083] Hier ist im Primärkreislauf 1 ein Mischventil 9 angeordnet, mit dem die Zumischung eines Wärmeträgermediums aus einem Mischerkreis 10 zu dem Wärmeträgermedium des Primärkreises 1 in Abhängigkeit einer Stellgröße änderbar ist, insbesondere die Zumischung als entgegenwirkende Änderung veränderbar, z.B. verringert ist. Je nachdem, ob ein Heiz- oder Kühlbetrieb gegeben sein soll und/oder ob das Temperaturniveau im Mischerkreis höher oder geringer ist als im Primärkreis, ist die Änderungsrichtung vorbestimmt, also vorbestimmt, ob für die die Erzielung der gegenwirkenden Änderung die Zumischung verringert oder erhöht werden muss.

[0084] Wird beispielsweise im Rahmen der Temperaturregelung vom Regler die Drehzahl der Pumpe abgesenkt, um einen fallenden Wärmebedarf zu berücksichtigen, so kann einem Absenken der Pumpendrehzahl bis zu einem unteren Drehzahlgrenzwert oder der Minimaldrehzahl dadurch entgegengewirkt werden, dass die Temperatur im Primärkreislauf 1 abgesenkt wird.

[0085] Dafür kann entweder die Zumischung eines Wärmeträgermediums aus dem Mischerkreis 10 zum Medium im Primärkreis 1 verringert werden, insbesondere wenn die Temperatur des Wärmeträgermediums im Mischerkreis 10 höher ist als die aktuelle Temperatur

des Mediums im Primärkreis 1 oder die Zumischung kann erhöht werden, insbesondere wenn die Temperatur des Wärmeträgermediums im Mischerkreis 10 höher ist als die aktuelle Temperatur des Mediums im Primärkreis 1. Beide Fälle führen zu einem Absenken der Temperatur im Primärkreis, was dem Absenken der Drehzahl entgegenwirkt.

[0086] Grundsätzlich könnte bei einer solchen Implementierung auch ein Vergleich zwischen der Ist-Drehzahl der Pumpe 5 und einem unteren Drehzahlgrenzwert erfolgen, um eine Entgegenwirkung auszulösen, z.B. bei Erreichen des Drehzahlgrenzwertes die Temperatur des Wärmeträgermediums im Primärkreis durch Änderung der Zumischung im Mischerventil 9 zu ändern, insbesondere z.B. bei einer Heizanwendung zu verringern und so die Temperatur bzw. den Energieinhalt im Primärkreis zu ändern, was den Wärmeübertrag verringert.

[0087] In der gezeigten Ausführung der Figur 3 hingegen ist es vorgesehen, dass in einer der Medienparameter-Regelung, insbesondere Temperaturregelung des Mediums der Sekundärseite nebengeordneten / parallel angeordneten Temperaturregelung der Temperatur des Wärmeträgermediums des Primärkreises mit dem Regler 11 die Mischventilstellgröße in Abhängigkeit einer von einer gespeicherten Heizkurve 12 vorgegebenen Soll-Temperatur ermittelt wird. Diese wird im Regler 11 mit der im Primärkreis erfassten Ist-Temperatur verglichen.

[0088] Bevorzugt kann mit der Heizkurve 12 die Solltemperatur der primärseitigen Temperaturregelung 11 in Abhängigkeit der sekundärseitigen Leistungsanforderung vorgegeben werden, insbesondere, wobei - wie hier visualisiert - die Leistungsanforderung ermittelt wird aus dem aktuellen sekundärseitigen Volumenstrom, der aktuellen sekundärseitigen Medientemperatur vor dem Wärmeübertrager und der Soll-Temperatur nach dem Wärmeübertrager 8.

[0089] Wie bei Figur 2 weiß das Regelsystem faktisch somit über die Heizkurve, bei welcher Leistungsanforderung oder bei welchen mehreren Leistungsanforderungen in der Regelung jeweils ein unteren Drehzahlgrenzwert unterschritten oder die Minimaldrehzahl erreicht würde und kann dem durch Änderung des Temperatursollwertes im Primärkreis entgegenwirken, insbesondere was durch einfache oder wiederholte Änderung des Zumischverhältnisses am Mischventil 9 umgesetzt wird. In der Heizkurve ist somit faktisch mindestens ein Grenzwert der Leistungsanforderung gespeichert, ab dem die Änderung erfolgt. Durch Abfragen der Heizkurve und Ermittlung des tabellarisch oder funktional zugeordneten Temperaturwertes oder Zumischverhältnisses erfolgt somit die Prüfung auf Grenzwertunterschreitung und/oder Überschreitung.

[0090] Bei der Figur 3 erhält die Regeleinheit 5a von extern faktisch die sekundäre Leistungsanforderung über die Werte vom sekundären Volumenstrom und der Temperaturdifferenz über dem Wärmeübertrager 8, sowie den Sollwert der Temperatur auf der Sekundärseite. Die Regeleinheit 5a in der Pumpe 5 verwendet eine er-

mittelte Drehzahlstellgröße intern und kommuniziert eine weitere Stellgröße für das Mischerventil 9 an dieses nach außen.

[0091] Die Erfindung kann allgemein vorsehen, von einer Heizkurve mit der gemäß einer vorgelagerten Kalibrierung die Abhängigkeit der Wärmeübertragerleistung von der Drehzahl der Primärkreispumpe, insbesondere auch von der Temperatur des sekundärseitigen Mediums vor dem Wärmeübertrager und/oder dem Volumenstrom des sekundärseitigen Mediums als Funktion beschrieben wird, die inverse Funktion 13 zu bilden und diese inverse Funktion 13 zur Linearisierung dem Regler 4 nachzuschalten, mit dem die Drehzahlstellgröße der Primärkreispumpe 5 ermittelt wird.

[0092] Die Figur 4 zeigt diese Ausführung für die zuvor beschriebene Variante der Figur 3 und die Figur 5 zeigt dies für die zuvor beschriebene Variante der Figur 2, insbesondere bei welcher die Heizkurve selbst nicht zum Einsatz kommt.

[0093] Bei den Figuren 4 und 5 ist die Führung der zur Regelung benötigten Parameter wie zu den Figuren 2 und 3 beschrieben, wobei die Drehzahlstellgröße über die Inverse geführt und pumpenintern verarbeitet wird.

Patentansprüche

1. System zur Regelung eines Medienparameters des sekundärseitigen Mediums eines Wärmeübertragers (8), insbesondere Luft, umfassend einen von einem Sekundärmedium durchströmten Wärmeübertrager (8) mit einem Primärkreislauf (1), in welchem mit einer Pumpe (5) ein primärseitiges Wärmeträgermedium durch den Wärmeübertrager förderbar ist, wobei für die Medienparameter-Regelung wenigstens eine Regeleinheit (4, 7, 11) vorgesehen ist, die durch eine Elektronik und/oder ein Programm eingerichtet ist, die Regelung durchzuführen, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Aktor des Primärkreislaufs die Regeleinheit umfasst.
2. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der die Regeleinheit umfassende Aktor
 - a. durch die Pumpe gebildet ist, mit der das Medium im Primärkreislauf förderbar ist, insbesondere wobei von der Regeleinheit an die Pumpe oder an einen anderen Aktor des Primärkreislaufs eine Stellgröße der Regelung übermittelbar ist, oder
 - b. durch ein Drosselventil im Primärkreislauf gebildet ist, wobei von der Regeleinheit an das Drosselventil oder an einen anderen Aktor des Primärkreislaufs eine Stellgröße der Regelung übermittelbar ist, oder
 - c. durch ein Mischerventil gebildet ist, mit dem ein Medium aus einem Mischerkreis in das Medium des Primärkreislaufes zumischbar ist, wo-

- bei von der Regeleinheit an das Mischerventil oder an einen anderen Aktor des Primärkreislaufs eine Stellgröße der Regelung übermittelbar ist.
3. System nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeleinheit als ein Modul ausgebildet ist, das in den Aktor, insbesondere die Pumpe, einsteckbar und aus diesem entfernbar ist, insbesondere wobei die Steckverbindung elektronisch durch ein Standard-Bus-System ausgebildet ist. 5
 4. System nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Aktor und/oder an der Regeleinheit des Aktors, bevorzugt an einer als steckbares Modul ausgebildeten Regeleinheit ein Benutzerinterface implementiert ist, über welches die Regeleinheit durch einen Nutzer parametrierbar ist. 10
 5. System nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor, insbesondere die Pumpe einen Temperatursensor zur Erfassung der primärseitigen Medientemperatur aufweist. 15
 6. System nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor, insbesondere die Pumpe, einen Außentemperaturfühler umfasst und/oder einen Kommunikationsanschluß umfasst, über den dem Aktor Temperaturdaten aus einer Wetterdatenbank übermittelbar sind. 20
 7. System nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeleinheit eingerichtet ist, über einen vorbestimmten Zeitraum, insbesondere ein Jahr, den Wärmebedarf in Abhängigkeit der Außentemperatur zu erfassen und hieraus eine Heizkurve zu bilden, welche zu einer Außentemperatur die zugehörige Medientemperatur des Primärkreislaufes zuordnet, insbesondere derart, dass für alle Außentemperaturen der Volumenstrom im Primärkreislauf zumindest im Wesentlichen konstant ist. 25
 8. Verfahren zur Regelung eines Medienparameters, insbesondere der Temperatur des Mediums auf der Sekundärseite eines Wärmeübertragers (8), bei dem mit einer Pumpe (5) in einem Primärkreislauf (1) des Wärmeübertragers (8) ein Wärmeträgermedium durch den Wärmeübertrager (8) gefördert und mit diesem das Medium der Sekundärseite temperiert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelung des Medienparameters durch eine Elektronik und/oder ein Programm in einem Aktor des Primärkreislaufs durchgeführt wird, insbesondere in einem Aktor, dem eine Stellgröße der Regelung zugeführt wird. 30
 9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Medienparameter-Regelung zumindest zum Teil mittels einer Änderung der Drehzahl der Pumpe (5) als Stellgröße der Regelung erfolgt, wobei beim Unterschreiten oder Erreichen eines vorgegebenen unteren Grenzwertes bei einer Absenkung der Drehzahl der Pumpe (5) eine der Absenkung entgegenwirkende Änderung eines Betriebsparameters des Primärkreislaufes (1) ausgelöst wird, insbesondere mit der eine Absenkung der Pumpendrehzahl bis zu einer Minimaldrehzahl verhindert wird. 35
 10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Überschreiten oder Erreichen eines vorgegebenen oberen Grenzwertes bei einer Anhebung der Drehzahl der Pumpe (5) eine der Anhebung entgegenwirkende Änderung des Betriebsparameters ausgelöst wird, insbesondere wobei zunächst zur Bedienung eines steigenden Bedarfes an Wärmeübertrag im Wärmeübertrager (8) nach wenigstens einer zuvor vorgenommenen Änderung des Betriebsparameters die Drehzahl der Pumpe (5) durch den Regler (4) angehoben wird, bevorzugt wobei wenigstens eine vorherige Änderung des Betriebsparameters durch eine entgegengesetzte Änderung rückgängig gemacht wird. 40
 11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - a. als unterer Grenzwert ein unterer Drehzahlgrenzwert überwacht wird, insbesondere der größer ist als eine Minimaldrehzahl der Pumpe und als oberer Grenzwert ein oberer Drehzahlgrenzwert überwacht wird, insbesondere der kleiner ist als eine Maximaldrehzahl der Pumpe oder
 - b. als unterer Grenzwert ein Differenzwert zwischen der aktuellen Pumpendrehzahl und einem nach unten nicht zu unterschreitenden Drehzahlgrenzwert und als oberer Grenzwert ein Differenzwert zwischen der aktuellen Pumpendrehzahl und einem nach oben nicht zu überschreitenden Drehzahlgrenzwert überwacht wird oder
 - c. als unterer Grenzwert ein unterer Leistungsanforderungswert und als oberer Grenzwert ein oberer Leistungsanforderungswert überwacht wird. 45
 12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Primärkreislauf (1) als entgegenwirkende Änderung eines Betriebsparameters dessen hydraulischer Widerstand geändert, insbesondere erhöht wird, bevorzugt mittels einer Ventilstellvorrichtung (2) der Öffnungsquerschnitt eines im Primärkreislauf angeord- 50

neten Drosselventils (3) geändert, insbesondere verringert wird.

13. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Primärkreislauf (1) als entgegenwirkende Änderung eines Betriebsparameters die Temperatur des primärseitigen Wärmeträgermediums (8) angepasst wird, insbesondere verringert wird, bevorzugt wobei im Primärkreislauf (1) ein Mischventil (9) angeordnet ist, mit dem die Zumischung eines Wärmeträgermediums aus einem Mischerkreis (10) zu dem Wärmeträgermedium des Primärkreises (1) in Abhängigkeit einer Stellgröße änderbar ist, insbesondere die Zumischung als entgegenwirkende Änderung änderbar, bevorzugt verringerbar oder erhöhbar ist.

20

25

30

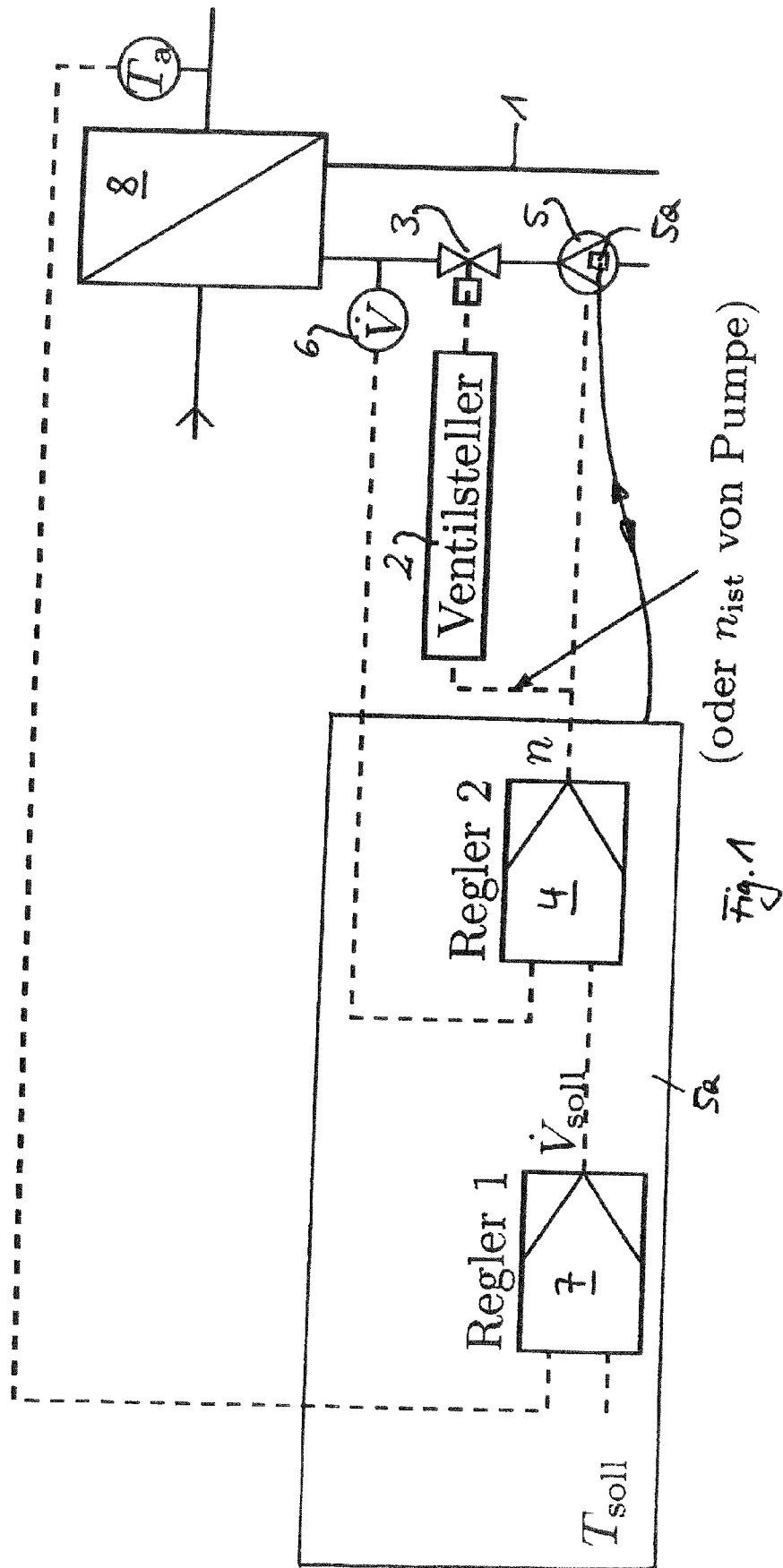
35

40

45

50

55



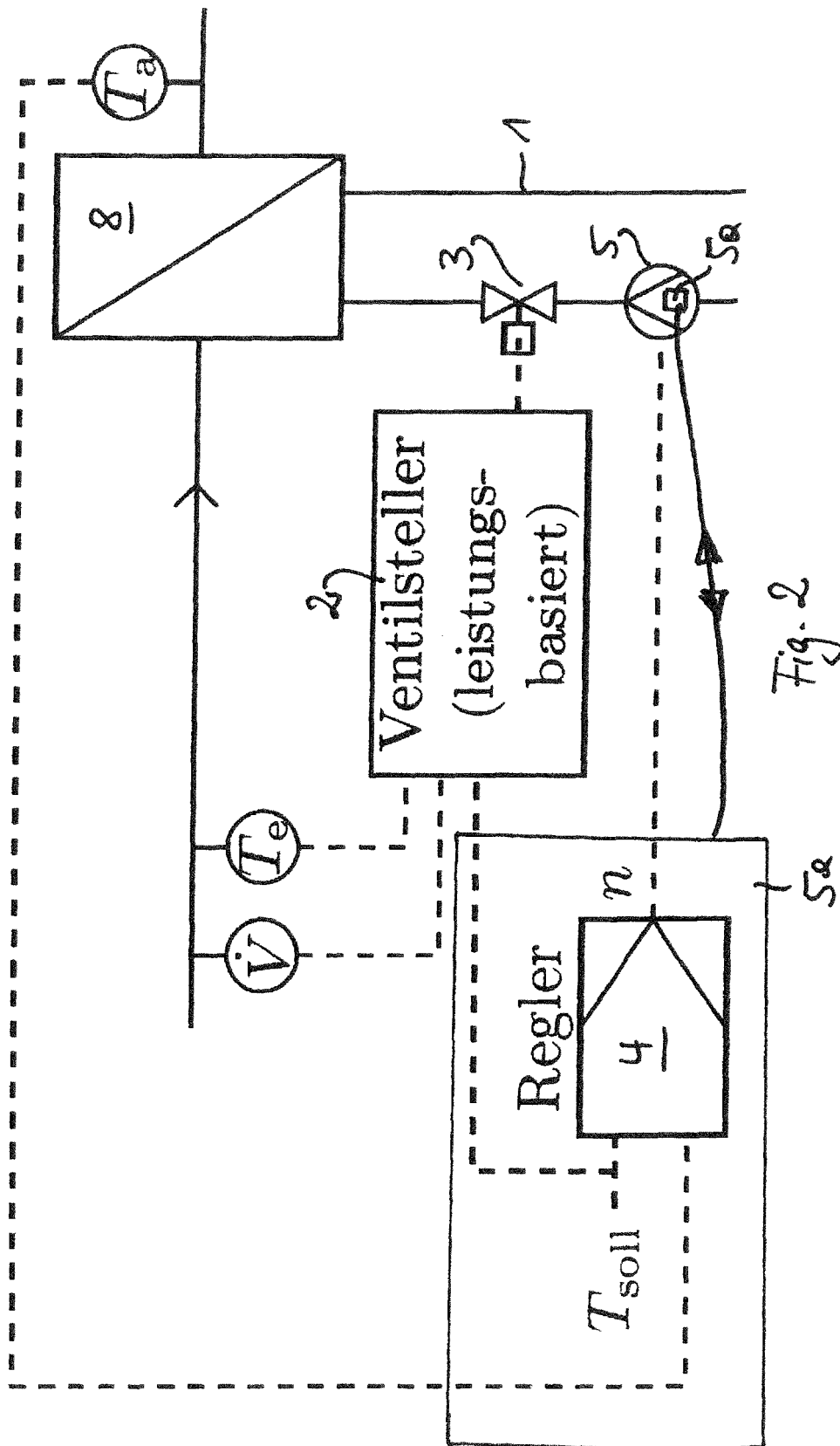
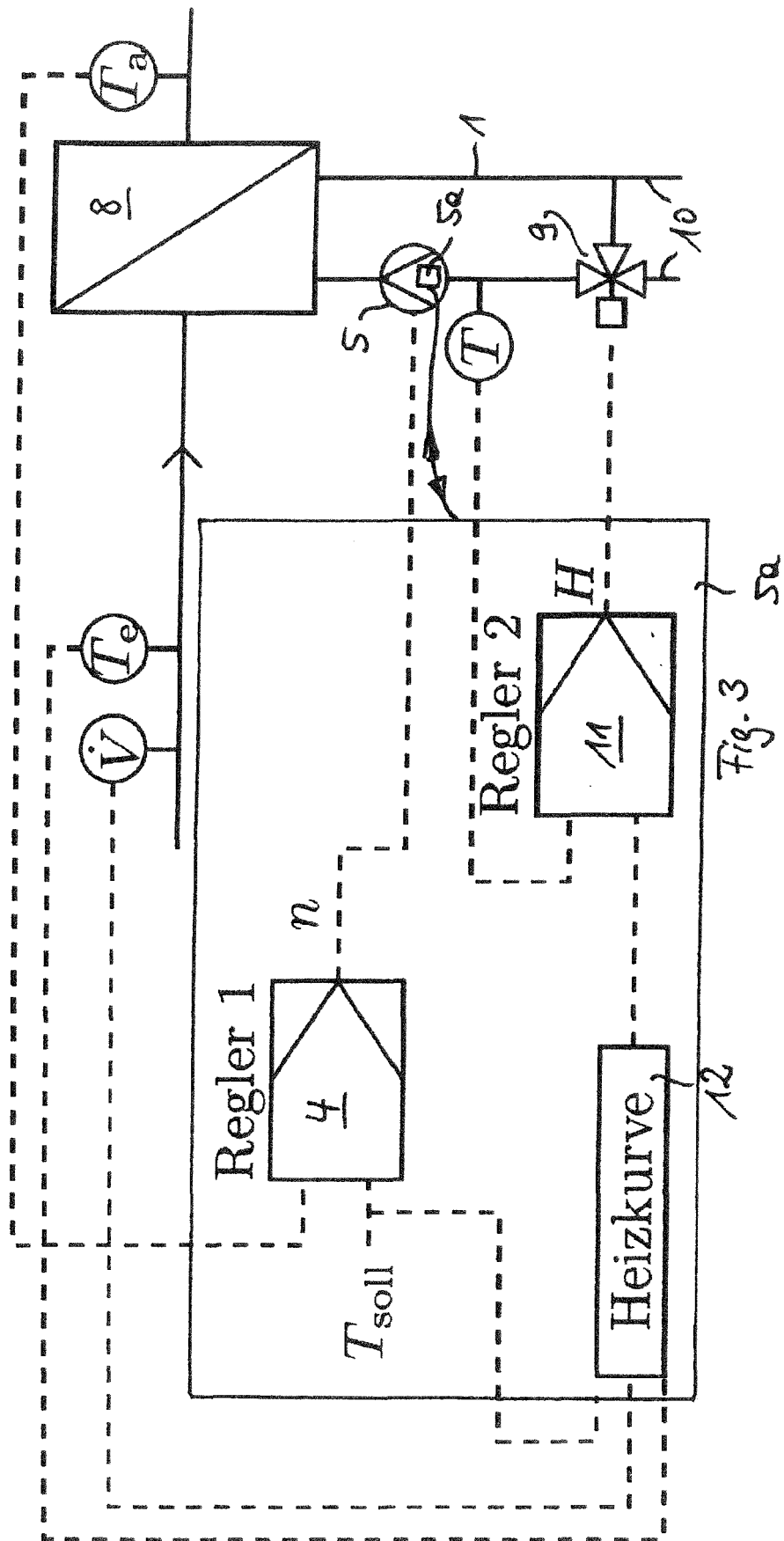


Fig. 2



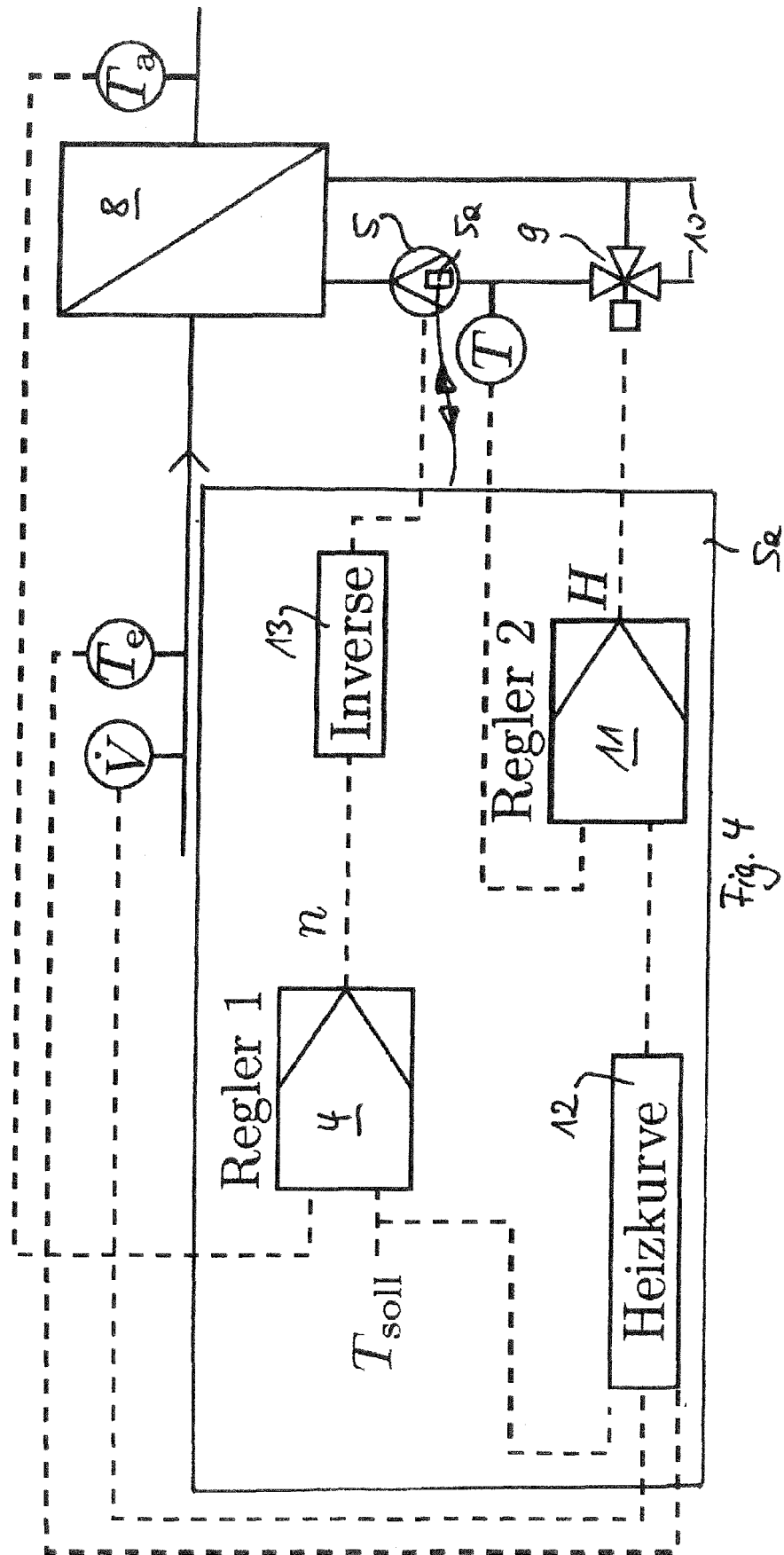
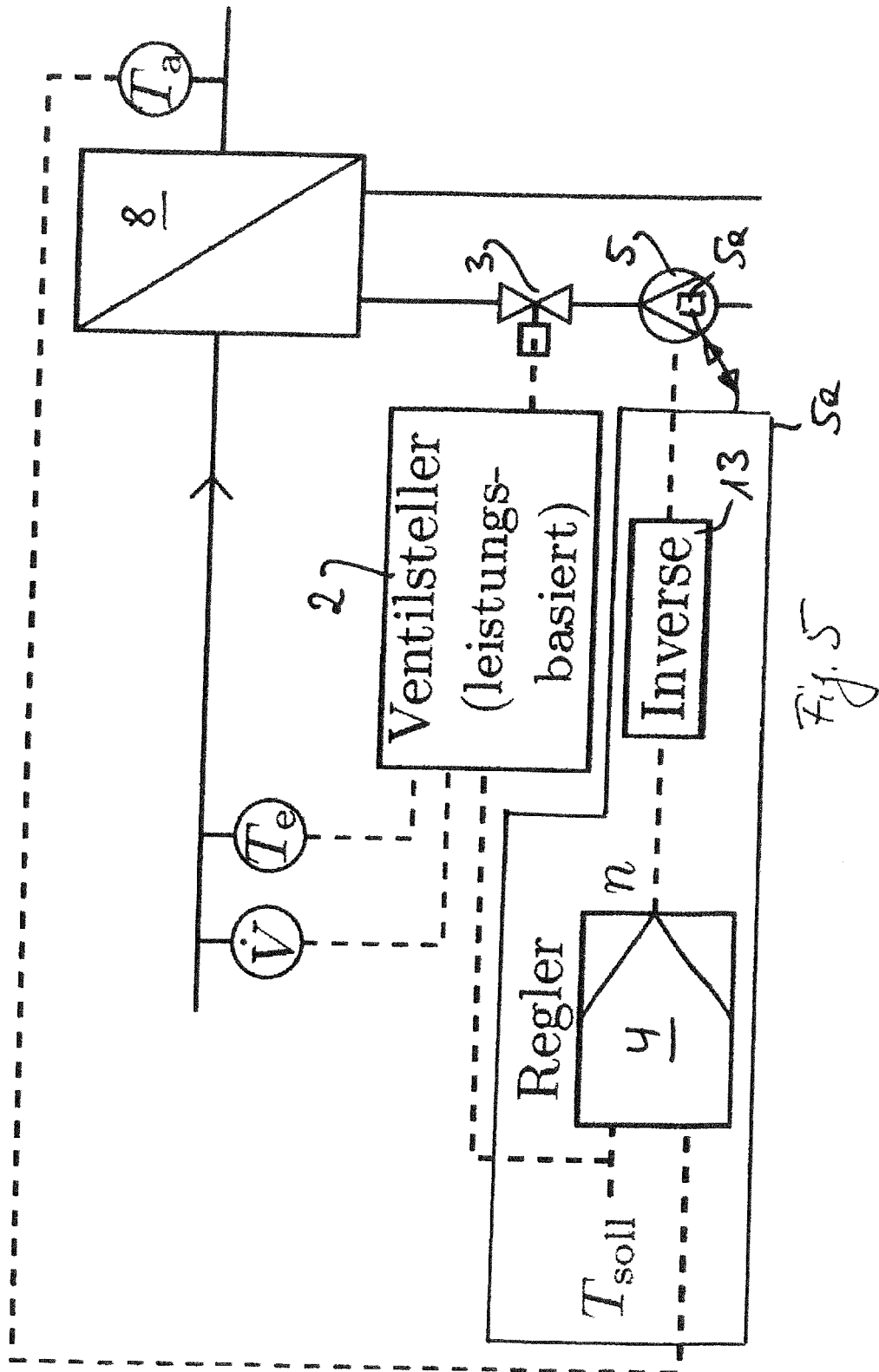


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 17 0810

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2012 018627 A1 (TAUT ULLRICH [DE]) 27. März 2014 (2014-03-27)	1,2,5,8	INV. F24D19/10
Y	* Absatz [0005] - Absatz [0017]; Ansprüche 1-8; Abbildung 1 *	3,4,6,7,9-13	F04D15/00 F04D15/02 F24F11/83 F24F11/84 F24F11/85
X	WO 99/01665 A1 (SERVO MAGNETICS INC [US]) 14. Januar 1999 (1999-01-14)	1-4	
Y	* Seite 6, Zeile 12 - Seite 19, Zeile 35; Abbildungen 1-5 *	8-13	
Y	EP 3 139 103 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 8. März 2017 (2017-03-08)	1,5,7-13	
Y	* Absatz [0022] - Absatz [0067]; Ansprüche 1-12; Abbildungen 1-6 *		
Y	EP 1 752 852 A2 (WILO AG [DE]) 14. Februar 2007 (2007-02-14)	1,6,9-13	
Y	* Absatz [0045] - Absatz [0057]; Ansprüche 1-9 *		
Y	US 2010/247352 A1 (HANSEN KIM HOERDUM [DK] ET AL) 30. September 2010 (2010-09-30)	1-13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y	* Absatz [0010] - Absatz [0074]; Abbildungen 1-14 *		F24D F24F F04D
Y	EP 2 573 403 A1 (GRUNDFOS HOLDING AS [DK]) 27. März 2013 (2013-03-27)	1,2,4-6	
Y	* das ganze Dokument *		
Y	EP 2 871 420 A1 (GRUNDFOS HOLDING AS [DK]) 13. Mai 2015 (2015-05-13)	1,2,5	
Y	* Absatz [0027] - Absatz [0044]; Ansprüche 1,9; Abbildungen 1-6 *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. Oktober 2020	Prüfer Ast, Gabor
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 17 0810

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

08-10-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012018627 A1	27-03-2014	KEINE	
WO 9901665 A1	14-01-1999	AU 8284098 A CA 2264173 A1 EP 0929745 A1 HU 0001455 A2 US 6065946 A WO 9901665 A1	25-01-1999 14-01-1999 21-07-1999 28-09-2000 23-05-2000 14-01-1999
EP 3139103 A1	08-03-2017	DE 102015216650 A1 EP 3139103 A1	02-03-2017 08-03-2017
EP 1752852 A2	14-02-2007	DE 102005037608 A1 EP 1752852 A2	08-02-2007 14-02-2007
US 2010247352 A1	30-09-2010	KEINE	
EP 2573403 A1	27-03-2013	CN 103814222 A CN 107989801 A EP 2573403 A1 EP 2758670 A1 EP 3462032 A1 RU 2014115714 A US 2014229023 A1 WO 2013041616 A1	21-05-2014 04-05-2018 27-03-2013 30-07-2014 03-04-2019 27-10-2015 14-08-2014 28-03-2013
EP 2871420 A1	13-05-2015	CN 104632703 A DK 2871420 T3 EP 2871420 A1 RU 2014145038 A US 2015122345 A1 US 2019249881 A1	20-05-2015 19-12-2016 13-05-2015 27-05-2016 07-05-2015 15-08-2019

EPO FORM P0461

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