



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 203 886 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.05.2002 Patentblatt 2002/19

(51) Int Cl.7: **F04D 15/02**

(21) Anmeldenummer: **01123547.0**

(22) Anmeldetag: **01.10.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Brown, Tina Romedahl**
8850 Bjerringbro (DK)
• **Pedersen, Ole Hart lev**
8850 Bjerringbro (DK)

(30) Priorität: **01.11.2000 DE 10054091**

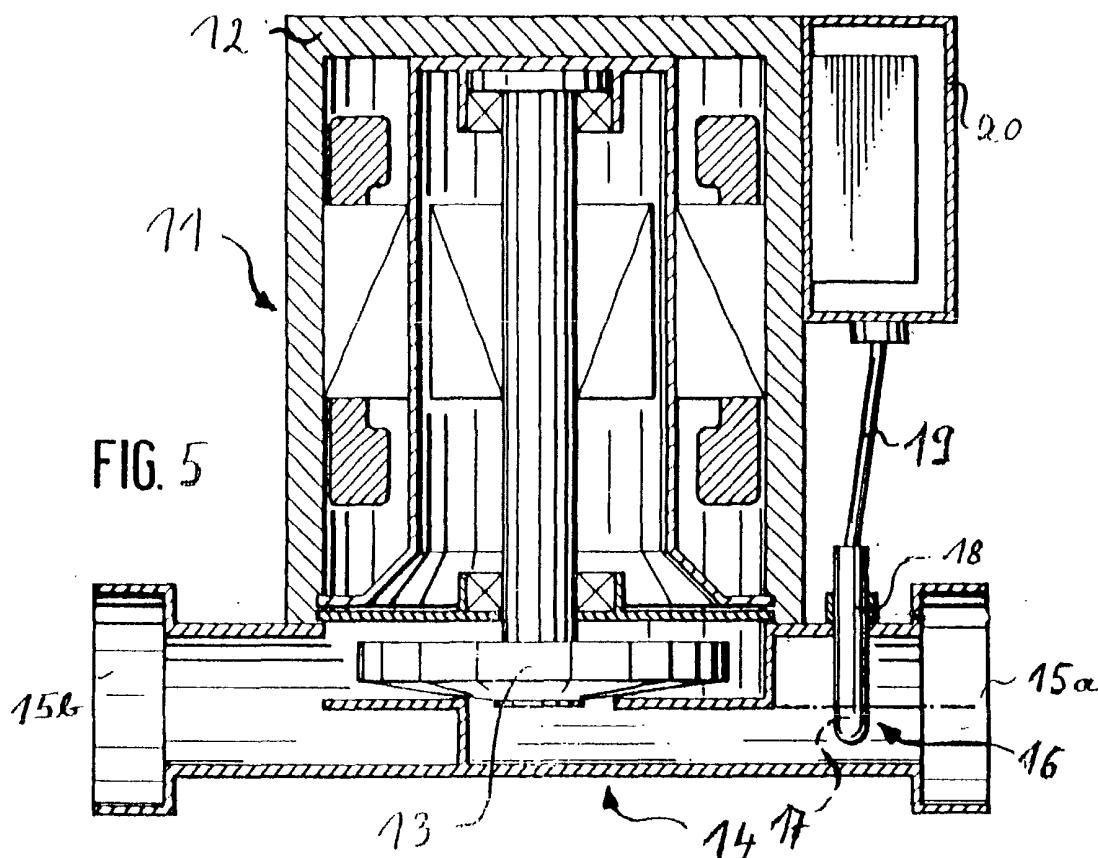
(74) Vertreter: **Vollmann, Heiko, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte Wilcken & Vollmann,
Bei der Lohmühle 23
23554 Lübeck (DE)

(71) Anmelder: **GRUNDFOS A/S**
DK-8850 Bjerringbro (DK)

(54) **Verfahren zur Ermittlung mindestens einer Eigenschaft eines im Förderweg eines Pumpenaggregats befindlichen Mediums**

(57) Das Verfahren dient zur Ermittlung des im Förderweg eines Pumpenaggregats (11) befindlichen Mediums, insbesondere zur Ermittlung, ob die Pumpe mit Fördermedium versorgt ist oder Luft zieht. Hierzu ist im

Förderweg ein Heizelement (16) vorgesehen, das periodisch beheizt wird. Anhand des Temperaturverlaufs des Heizelements (16) wird durch Vergleich mit vorermittelten Werten das Medium ermittelt.



EP 1 203 886 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung mindestens einer Eigenschaft eines im Förderweg eines Pumpenaggregats befindlichen Mediums oder zur Ermittlung des Mediums selbst sowie ein Pumpenaggregat mit einer Einrichtung zur Ausführung dieses Verfahrens.

[0002] Bei Kreiselpumpenaggregaten ist der Antriebsmotor häufig als Nasslaufmotor ausgebildet. Die den Rotor und das Kreiselrad tragende Welle ist dann in Lagern geführt, welche in der Regel durch das Fördermedium selbst geschmiert werden. Darüber hinaus erfolgt bei einigen Konstruktionen auch die Kühlung von Motor und Motorelektronik über das Fördermedium. Insbesondere bei modernen, frequenzumrichter gesteuerten Pumpenaggregaten, die hochoberflächlich laufen, ist eine ständige Kühlung und Schmierung durch das Fördermedium von ausschlaggebender Bedeutung, da beim Trockenlauf ein erhöhter Lagerverschleiß auftritt und schließlich auch andere Bauteile durch Überhitzung geschädigt oder gar zerstört werden können. Ein solcher Trockenlauf kann auftreten, wenn das flüssige Fördermedium ausbleibt, d. h. in dem Förderweg zur Pumpe Luft befindlich ist oder wenn das Fördermedium überhitzt ist und dort Gas befindlich ist. Darüber hinaus kann auch die Konsistenz des Fördermediums selbst für die Kühl- und Schmiereigenschaften von Bedeutung sein.

[0003] Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, das mit geringem baulichen Aufwand das Fördermedium bzw. das im Pumpenaggregat gerade befindliche Medium erfasst. Darüber hinaus soll ein entsprechendes Pumpenaggregat geschaffen werden, bei dem mit geringem baulichen Aufwand und unter weitgehender Ausnutzung vorhandener Bauteile/Baugruppen ein solches Verfahren realisierbar ist.

[0004] Der verfahrensmäßige Teil dieser Aufgabe wird durch die in Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Ein entsprechend ausgebildetes Pumpenaggregat ist durch die in Anspruch 8 angegebenen Merkmale gekennzeichnet. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen 2 bis 7 und des Pumpenaggregats in den Unteransprüchen 9 bis 13 sowie der nachfolgenden Beschreibung angegeben.

[0005] Grundgedanke der vorliegenden Erfindung ist es, in dem Förderweg des Pumpenaggregats, insbesondere im Pumpenaggregat selbst, ein elektrisch beheizbares Heizelement vorzusehen und dieses periodisch zu beheizen, wobei anhand des Temperaturverlaufs des Heizelements die gewünschte Stoffeigenschaft des Mediums oder das Medium selbst ermittelt wird. Dabei geht die Erfindung in ihrer einfachsten Form von weitgehend konstanten Temperaturen des Fördermediums aus, wobei Strömungsgeschwindigkeiten des Fördermediums ebenfalls vernachlässigt werden, um beispielsweise zu erfassen, ob im Förderweg des Pum-

penaggregats Förderflüssigkeit, z. B. Wasser, befindlich ist oder aber Luft. Da das Heizelement in Umgebung von Flüssigkeit einem wesentlich intensiveren Wärmeaustausch unterliegt als in Umgebung von Gas, kann anhand des Temperaturverlaufs des Heizelements, sei es in der Heiz- oder auch in der Abkühlphase, ermittelt werden, ob es sich bei dem Medium um eine Flüssigkeit oder ein Gas handelt. Diese einfachste Form der Auswertung kann je nach Anforderung an das Einsatzgebiet verfeinert werden, so dass auch bei sich ändernden Umgebungsbedingungen (Temperatur, Geschwindigkeit) mit ausreichender Zuverlässigkeit die gewünschte Stoffeigenschaft des Mediums bzw. das Medium selbst bestimmt werden kann.

[0006] Das erfindungsgemäße Verfahren dient primär zur Verhinderung von Trockenlauf eines Pumpenaggregats, es kann jedoch auch zur Ermittlung anderer Stoffeigenschaften, wie beispielsweise den Konzentrationsgehalt von Frostschutzmitteln in Wasser oder dergleichen, dienen. Es versteht sich, dass die Verfahrensparameter hierzu entsprechend der zu unterscheidenden Stoffeigenschaft oder der zu unterscheidenden Medien anzupassen sind.

[0007] Der vorrichtungsmäßige Aufbau zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vergleichsweise gering, da neben dem erforderlichen Heizelement, das vorzugsweise in Form eines PTC-Widerstands vorgesehen wird, im Wesentlichen nur Auswertelektronik benötigt wird, die aufgrund der heutzutage aggregatseitig vorhandenen digitalen Motorelektronik nicht zusätzlich zur Verfügung gestellt werden muss, sondern lediglich durch Implementierung entsprechender Software realisiert werden kann.

[0008] Um die gewünschte Stoffeigenschaft zu ermitteln bzw. das jeweilige Medium zu erfassen, ist es erforderlich, zuvor entsprechende Werte zu ermitteln, sei es rechnerisch oder experimentell, die dann mit den gemessenen Werten verglichen werden, wonach als Ergebnis die zu ermittelnde Stoffeigenschaft oder das Medium bestimmt werden.

[0009] Grundsätzlich ist in einfachster Form lediglich die Erfassung mindestens einer Temperatur des Heizelements zu einem bestimmten Zeitpunkt während oder nach dem Heizvorgang zu erfassen, um dann durch Vergleich die Stoffeigenschaft bzw. das Medium zu bestimmen. In der Praxis würde es jedoch vorteilhafter sein, mehrere Temperaturwerte in zeitlichen Abständen zu erfassen, wenn nicht sogar den zeitlichen Temperaturverlauf zu erfassen.

[0010] Um mit genügender Sicherheit den Trockenlauf auszuschließen, ist es zweckmäßig, das erfindungsgemäße Verfahren in geeigneten Abständen zu wiederholen, also periodisch auszuführen. Dabei sind die Abstände zweckmäßigerweise so zu wählen, dass die Betriebssicherheit des Gerätes vor Trockenlauf hinreichend sichergestellt ist.

[0011] In einfachster Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Temperatur zu Beginn und

am Ende der Heizphase bzw. zu Beginn und am Ende der Abkühlphase ermittelt und die Temperaturdifferenz bestimmt, um beispielsweise festzustellen, ob das Heizelement in Wasser oder in Luft liegt. Wenn die Werte über die Zeit gespeichert werden, können auch Temperaturänderungen des Fördermediums bei dieser einfachen Auswertung mit erfasst werden. Dabei ist es zweckmäßig, das Heizelement stets mit einer vorbestimmten konstanten Leistung über eine vorbestimmte Zeit aufzuheizen und dann über eine vorbestimmte Zeit wieder abkühlen zu lassen. Durch das Einbringen einer konstanten Leistung können auch Zwischenwerte vor Erreichen der vorbestimmten Zeit ausgewertet werden, um Tendenzen frühzeitig zu erkennen.

[0012] Eine noch zuverlässigere und exaktere Auswertung erlaubt eine Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei der das Heizelement zunächst aufgeheizt wird und dann der Temperaturverlauf des Heizelements während einer vorbestimmten Zeit nach der Aufheizphase erfasst und die Eigenschaft des Mediums oder das Medium selbst ermittelt wird. Dabei können nach einer Weiterbildung des Verfahrens die während der Heiz- und/oder Abkühlphase ermittelten Temperaturwerte herangezogen werden, um in einer Modellrechnung unter Zugrundelegung der möglichen verschiedenen zu ermittelnden Stoffeigenschaften oder Medien rechnerisch zu ermitteln, wie das Temperaturverhalten am Heizelement ohne Wärmezufuhr wäre. Für jede der möglichen Stoffeigenschaften oder der möglichen Medien wird hierbei ein unterschiedlicher Temperaturverlauf über die Zeit ermittelt werden. Dabei ist das zu ermittelnde Medium dann durch die Kurve bestimmt, welche den glattesten Verlauf hat. Dieser Methode liegt die Erkenntnis zugrunde, dass nur das Medium bzw. nur das Medium mit der vorhandenen Eigenschaft eine nahezu konstante Temperatur aufweisen wird, wohingegen bei abweichenden Medien rechnerisch Temperaturänderungen ermittelt werden, die aus thermodynamischen Gründen nicht zutreffen können.

[0013] Grundsätzlich können bei dem erfindungsgemäßen Verfahren Temperaturänderungen des Fördermediums oder Änderungen der Strömungsgeschwindigkeit vernachlässigt werden, wenn diese so sind, dass sie das Messergebnis nicht merklich beeinflussen. Wenn dies nicht mehr der Fall ist, kann entweder die Temperatur des Fördermediums gesondert erfasst werden, ebenso wie die Strömungsgeschwindigkeit, oder aber, was bevorzugt ist, ein verfeinertes Ermittlungsverfahren eingesetzt werden. Hierzu sieht die Erfindung bevorzugt ein vierstufiges Verfahren vor, wobei innerhalb der ersten Stufe das Heizelement um eine vorbestimmte Temperaturdifferenz aufgeheizt wird. Danach wird das Heizelement für eine vorbestimmte Zeit mit konstanter, aber geringerer Leistung als in der ersten Stufe beheizt. In der dritten Stufe wird das Heizelement für eine vorbestimmte Zeit nicht beheizt, d. h. nur durch das umgebende Medium abgekühlt, und in einer vierten Stufe wird das Heizelement so beheizt, dass ein Tem-

peraturverlauf wie in Stufe 2 entsteht, jedoch mit dazu konstanter Temperaturdifferenz. Die in der vierten Stufe dem Heizelement zugeführte Leistung wird ermittelt und als Vergleichswert zur Ermittlung des Mediums bzw. der zu bestimmenden Stoffeigenschaft des Mediums herangezogen. Dabei dient die Stufe 2 ausschließlich dazu, eine sich möglicherweise ändernde Temperatur des Fördermediums zu erfassen, um damit ohne Temperaturmessung des Mediums eine zuverlässige Bestimmung der Stoffeigenschaft des Mediums oder des Mediums auch dann sicherzustellen, wenn sich die Temperatur während des Messvorgangs ändert. Sollte der Temperatureinfluss erwartungsgemäß gering sein, so können die entsprechenden Verfahrensschritte auch ausgelassen werden, d. h. es kann die Leistung zur Erhitzung des Heizelements um eine vorbestimmte Temperaturdifferenz als Maß für die Auswertung herangezogen werden.

[0014] Das zur Durchführung dieses Verfahrens ausgebildete Pumpenaggregat wird vorzugsweise als Heizelement einen PTC-Widerstand aufweisen, wobei dieser Widerstand sowohl zum Heizen als auch zur Temperaturmessung dienen kann, indem der Spannungs-/Stromverlauf an diesem Widerstand während des Heizens ermittelt wird und dieser Widerstand in der Abkühlphase als Messelement, also ohne spürbare Wärmeeinbringung, geschaltet wird. Es kann auch während der Heizphase zum Zwecke der Messung die Heizphase kurzzeitig unterbrochen werden, wenn dies messtechnisch oder gerätetechnisch günstiger ist. Alternativ kann jedoch neben dem Heizelement ein gesonderter Sensor zur Erfassung des Temperaturverlaufs vorzugsweise im Bereich der Oberfläche des Heizelements vorgesehen sein.

[0015] Die Anordnung des Heizelements bzw. Sensors erfolgt zweckmäßigerweise dort, wo der Trockenlauf zuerst auftritt, also beispielsweise bei stehender Welle im Bereich des oberen Lagers, kann jedoch auch an jeder anderen geeigneten Stelle vorgesehen sein, wo dies zweckmäßig ist. Das Heizelement kann auch an vom Pumpenaggregat entfernter Stelle montiert sein, wenn beispielsweise das Ausbleiben von Fördermedium schon ermittelt werden soll, bevor das Pumpenaggregat trocken gelaufen ist. In einem solchen Fall wird das Heizelement zweckmäßigerweise patronenartig oder modulartig ausgebildet und über eine hermetisch dichte Leitungsverbindung mit dem Pumpenaggregat verbunden sein. Dabei kann die Auswertelektronik entweder im Klemmenkasten des Pumpenaggregats oder als gesondertes Modul zur Anbringung am Pumpenaggregat vorgesehen sein. Zur Auswertung und Steuerung ist dem elektrischen Widerstand zweckmäßigerweise eine analoge Temperaturmesseinrichtung zugeordnet, deren Signalausgang über ein Analog-Digital-Wandler einem Mikroprozessor zugeführt ist, der einen Leistungspulsgenerator zur Beheizung des Widerstandes steuert und dem eine Bedienelektronik zugeordnet ist. Der Mikroprozessor steuert gleich-

zeitig den Motor der Pumpe, so dass darüber die im Falle von Trockenlauf erforderlichen schaltungstechnischen Maßnahmen pumpenseitig vorgenommen werden können.

[0016] Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 zeitliche Temperaturverläufe eines Heizelements eines Pumpenaggregats bei unterschiedlichen Umgebungsmedien,

Fig. 2 den zeitlichen Temperaturverlauf eines Heizelements und die rechnerisch bei zwei unterschiedlichen Medien ermittelten Kurven ohne Beheizung,

Fig. 3 den Temperaturverlauf gemäß Fig. 2 bei einem anderen Medium und die rechnerisch bei zwei unterschiedlichen Medien ermittelten Kurven ohne Beheizung,

Fig. 4 zwei Temperaturverläufe des Heizelements bei einem vierstufigen Verfahren und

Fig. 5 in schematischer Darstellung einen Längsschnitt durch ein Pumpenaggregat mit Heizelement und Auswertelektronik im Klemmenkasten.

[0017] In Fig. 1 sind zwei Kurvenverläufe dargestellt, wobei die obere Kurve 1 den Temperaturverlauf eines Heizelements in einem Pumpenaggregat in Luft darstellt und die untere Kurve 2 den Temperaturverlauf eines solchen Heizelements zunächst in Wasser, dann in Luft und danach wieder in Wasser darstellt. In beiden Fällen wird das Heizelement periodisch beheizt und anschließend durch das umgebende Medium abgekühlt. Es erfolgt jeweils über vier Sekunden zunächst eine elektrische Beheizung des Heizelements mit einer konstanten Leistung, wonach sich eine Phase von vier Sekunden anschließt, in der keine Beheizung erfolgt, also ausschließlich die Abkühlung durch das umgebende Medium. Wie sich anhand des Temperaturverlaufs der Kurve 1 zeigt, benötigt das Heizelement bei Umgebung von Luft ca. sechs Heizzyklen, bis sich ein stationärer Zustand einstellt, d. h. dass am Anfang und am Ende jedes Intervalls sich eine konstante Temperatur einstellt - eine konstante Umgebungstemperatur des umgebenden Mediums vorausgesetzt. Davor tritt zumindest für das Umgebungsmedium Luft ein gewisser thermischer Trägheitseffekt ein, der diesen stufenweisen Anstieg der Temperaturen am Ende jeder Heizperiode sowie am Ende jeder Abkühlphase verglichen mit dem entsprechenden vorherigen Wert ausmacht.

[0018] Ist das Umgebungsmedium Wasser wie am Anfang und am Ende von Kurve 2, so kann dieser thermische Trägheitseffekt praktisch vernachlässigt werden,

wie anhand der ersten fünf Zyklen der unteren Kurve 2 sichtbar ist. Die beiden Kurvenverläufe 1 und 2 verdeutlichen, dass die Unterschiede in den Kurvenverläufen bei der Umgebung des Heizelements von Luft einerseits und Wasser andererseits auch schon bei der ersten Heizperiode (erster Zyklus) so groß sind, dass anhand des Temperaturverlaufs das umgebende Medium ermittelbar ist.

[0019] In der unteren Kurve 2 ist darüber hinaus in einem mittleren Zeitbereich, nämlich dem im Diagramm mit 3 gekennzeichneten Bereich, ein Medienwechsel von Wasser zu Luft dargestellt, wie er beispielsweise beim plötzlichen Trockenlauf einer Pumpe auftritt. Wie die sechste bis zehnte Periode der Kurve 2 im Bereich 3 verdeutlichen, hat die Kurve 2 dort den gleichen Verlauf wie die Kurve 1 in den Perioden 1 bis 5, wohingegen die Kurve 2 unmittelbar nach dem Bereich 3 sehr schnell wieder den für Umgebungsmedium Wasser typischen Verlauf annimmt. Es wird also deutlich, dass insbesondere bei kontinuierlicher Betrachtung der Trockenlauf der Pumpe genügend schnell allein durch Signalauswertung detektierbar ist, wobei auch in Grenzen eine Temperaturänderung des Mediums selbsttätig berücksichtigt werden kann.

[0020] In einfachster Auswertung genügt es also, die Anfangstemperatur 4a und die Endtemperatur 4b (wie dies anhand von Kurve 4 anhand der dritten Heizperiode beispielhaft beziffert ist) zu messen, um zuverlässig feststellen zu können, ob sich das Heizelement in Luft oder in Wasser befindet.

[0021] Fig. 2 zeigt den Temperaturverlauf eines periodisch beheizten Heizelements, das jeweils 4 sec. mit einer konstanten Leistung beheizt wird, wonach eine 4-sekündige Abkühlphase erfolgt. Der dabei ermittelte Temperaturverlauf wird in zwei unterschiedliche Modellrechnungen eingegeben, welche die Temperatur des Heizelements für den Zustand ermitteln, in dem keine Beheizung erfolgt, d. h. das Heizelement sich temperaturmäßig etwa wie das Umgebungsmedium verhalten müsste. Während die Kurve 5 des oberen Diagramms den tatsächlichen Temperaturverlauf am Heizelement darstellt, zeigt die untere Kurve den errechneten Temperaturverlauf, und zwar in Kurve 6 für Wasser und in Kurve 7 für Luft. Dabei wird deutlich, dass die Kurve 6 völlig glatt ist, wohingegen die Kurve 7 etwa phasenverschoben die Kurve 5 repräsentiert. Da die Modellrechnung die Ermittlung des Temperaturverlaufs ohne Beheizung des Heizelements erfassen soll, repräsentiert folglich die Kurve 6 das Medium, in dem sich das Heizelement befindet, nämlich Wasser.

[0022] In Fig. 3 ist im oberen Diagramm analog zu Fig. 2 eine Kurve 8 dargestellt, welche den Temperaturverlauf eines periodisch beheizten Heizelements in Luft darstellt. In dem unteren Diagramm sind entsprechende rechnerisch ermittelte Kurven 9 und 10 dargestellt, wobei die Kurve 9 Ausfluss des Rechenmodells für Umgebung Luft und die Kurve 10 Ausfluss des Rechenmodells für Umgebung Wasser ist. Hier ist die glattere Kur-

ve also die Kurve 9 und somit Luft als Umgebungsmedium ermittelt.

[0023] Anhand von Fig. 4 ist ein vierstufiges Verfahren dargestellt, und zwar im oberen Diagramm bei sich nicht verändernder Mediumtemperatur und im unteren Diagramm bei steigender Mediumtemperatur. Die Stufen sind mit I bis IV gekennzeichnet. Die erste Stufe beginnt mit einer Aufheizphase auf einer gegenüber der Ausgangstemperatur (zu Beginn der Stufe I) vorbestimmten Temperaturdifferenz von $3,5^{\circ}\text{C}$. Nach Abschluss der Stufe I erfolgt in Stufe II eine Beheizung des Heizelements mit konstanter Leistung, wobei die Leistung so gewählt ist, dass sie kleiner ist als die am Ende der Stufe I, damit ein möglichst gleichmäßiger Temperaturverlauf der zweiten Stufe entsteht.

[0024] In der dritten Stufe wird das Heizelement nicht beheizt. Am Ende der dritten Stufe wird die Temperaturdifferenz zum Ende der ersten Stufe ermittelt, um dann in der vierten Stufe das Heizelement so zu beheizen, dass eine konstante Temperaturdifferenz zu dem Temperaturverlauf der Stufe II entsteht. Dabei wird die Heizleistung ermittelt, die einen charakteristischen Wert dafür darstellt, ob das Umgebungsmedium Luft oder Wasser ist. Wenn das umgebende Medium Wasser ist, ist eine signifikant höhere Heizleistung erforderlich als beispielsweise bei Luft. Dieses verfeinerte Verfahren gemäß Fig. 4 kompensiert Temperaturänderungen des Mediums selbst, die nicht auf die Beheizung des Heizelements zurückgehen. Ein solcher Fall ist im unteren Diagramm in Fig. 4 dargestellt, dort steigt die Medientemperatur während des Messverfahrens gemäß den Stufen I bis IV um etwa 3°C an. Wie ein Vergleich der Kurvenverläufe im Bereich der Stufen II und IV zwischen dem oberen und unteren Diagramm zeigt, ist unabhängig von der Medientemperatur die Temperaturdifferenz und damit die einzubringende Heizleistung stets gleich, wenn gleiches Umgebungsmedium vorhanden ist. Es kann also mit diesem Verfahren eine sich ändernde Medientemperatur kompensiert werden, ohne die Zuverlässigkeit des Verfahrens zur Ermittlung des Mediums selbst oder einer Stoffeigenschaft zu beeinflussen.

[0025] Die vorstehend beispielhaft beschriebenen Verfahren stellen nur einen Ausschnitt zahlreicher möglicher nach dem erfindungsgemäßen Prinzip arbeitender Verfahren dar. Sie sind vorstehend beschrieben zur Ermittlung, ob das Heizelement in Luft oder in Wasser befindlich ist, d. h. zur Ermittlung des Mediums selbst. Dieses Verfahren kann durch in der Regel wenige empirische Versuche auch zur Ermittlung anderer Medien oder Stoffeigenschaften eingesetzt werden, was jedoch hier nicht im Einzelnen beschrieben werden soll.

[0026] Das anhand von Fig. 5 schematisch dargestellte Pumpenaggregat 11 weist ein Motorgehäuse 12 auf, in dem ein Nasslaufmotor angeordnet ist, dessen Welle ein Kreiselrad 13 trägt, das innerhalb eines Inline-Pumpengehäuses 14 mit einem saugseitigen Anschluss 15a und einem druckseitigen Anschluss 15b liegt. In Strömungsrichtung gesehen unmittelbar hinter

dem saugseitigen Anschluss 15a ist ein Trockenlaufsensor 16 vorgesehen, der nach dem vorbeschriebenen Verfahren arbeitet und durch ein Heizelement 17 in Form eines PTC-Widerstands gebildet ist, der in einem dünnwandigen Edelstahlzylinder 18 angeordnet ist, der patronenartig ausgebildet ist und in den Strömungsweg des Sauganschlusses 15a ragt. Zwischen dem als Heizelement und Sensor dienenden PTC-Widerstand 17 und dem dünnwandigen Gehäuse 18 ist eine Wärmeleitpaste vorgesehen, um eine möglichst gute Wärmeleitung zwischen dem Widerstand und der Außenseite des Gehäuses 18 sicherzustellen. Das Gehäuse 18 ist endseitig verlötet, die elektrischen Anschlüsse sind zu einer Leitung 19 herausgeführt, die im Klemmenkasten 20 mündet, der am Motorgehäuse 12 angebracht ist und neben dem den Motor steuernden Frequenzumrichter sowie die Anschlussverdrahtung auch die Steuer- und Auswertelektronik für den PTC-Widerstand 17 beinhaltet. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist diese Elektronik in den Klemmenkasten 20 integriert, sie kann jedoch auch als gesondertes Modul oder als Aufsteckmodul vorgesehen sein, so dass das Pumpenaggregat wahlweise mit Trockenlaufsensoren oder ohne ausgestattet werden kann.

[0027] Im dargestellten Ausführungsbeispiel liegt der Trockenlaufsensor 16 eingangsseitig, so dass beim üblichen Strömungsbetrieb ein Trockenlauf der Pumpe detektiert werden kann, bevor die im Spaltrohr befindliche Flüssigkeit entwichen ist und die Pumpe mit erhöhtem Lagerverschleiß trockenläuft. Die Auswertelektronik kann den Motor also rechtzeitig vorher abschalten bzw. wieder anschalten, sobald saugseitig Fördermedium ansteht.

[0028] Mit dem dargestellten Trockenlaufsensor 16 kann nicht nur das diesen umgebende Medium detektiert werden, sondern darüber hinaus auch die Temperatur des Fördermediums. Die Anordnung des eigentlichen Sensors 16 kann auch an anderer geeigneter Stelle erfolgen, da dieser patronenartig ausgebildet und nach Anbringen einer Gehäusebohrung an praktisch beliebiger Stelle angeordnet werden kann. Es versteht sich, dass je nach Anordnung und Ausbildung des Pumpenaggregats der Sensor 16 auch unmittelbar im Spaltrohr oder an anderer geeigneter Stelle vorgesehen sein kann.

[0029] Die innerhalb des Klemmenkastens 20 vorgesehene Auswertelektronik besteht aus einer analogen Temperaturmesseinrichtung, wie sie an sich zur Beschaltung eines PTC-Widerstands bekannt ist. Das Signal dieser Einrichtung ist einem Analog-Digitalwandler zugeführt, dessen dann digitales Ausgangssignal einem Mikroprozessor zugeführt ist, der einen Leistungspulsgenerator für den Widerstand 17 steuert. Der Mikroprozessor ist Teil der Frequenzumrichterelektronik, welche den Elektromotor ansteuert. Über eine digitale Schnittstelle erfolgt die Bedienung / Programmierung des Mikroprozessors, der die zentrale Steuerung des gesamten Pumpenaggregats beinhaltet und überwacht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung mindestens einer Eigenschaft eines im Förderweg eines Pumpenaggregats befindlichen Mediums oder des Mediums, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein im Medium befindliches Heizelement beheizt wird und dass anhand mindestens einer Temperatur des Heizelements während oder nach dem Heizvorgang durch Vergleich mit vorermittelten Werten eine Stoffeigenschaft des Mediums oder das Medium ermittelt wird. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizelement mit einer vorbestimmten vorzugsweise konstante Leistung über eine vorbestimmte Zeit aufgeheizt wird, wobei der Temperaturverlauf des Heizelementes zur Ermittlung einer Stoffeigenschaft oder des Mediums ausgewertet wird. 10
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Temperaturverlauf während der Heizphase ermittelt wird. 15
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte: 20
 - a) Aufheizen des Heizelements
 - b) Erfassung des Temperaturverlaufs des Heizelements während einer vorbestimmten Zeit nach der Aufheizphase und Ermittlung der Eigenschaft des Mediums oder des Mediums 30
5. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** anhand des ermittelten Temperaturverlaufs des Heizelements der Temperaturverlauf von Medien unterschiedlicher Eigenschaften oder unterschiedlicher Medien ohne Wärmezufuhr des Heizelements errechnet wird und dass die zu bestimmende Eigenschaft des Mediums oder das zu bestimmende Medium durch den errechneten Temperaturverlauf des Mediums bestimmt ist, welcher die am glattesten verlaufende Kurve aufweist. 35
6. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte: 40
 - a) Aufheizen des Heizelements um eine vorbestimmte Temperaturdifferenz 45
 - b) Erfassen des Temperaturverlaufs des Heizelements während einer vorbestimmten Zeit nach der Heizphase 50
 - c) Heizen des Heizelements über eine vorbestimmte Zeit so, dass sich eine konstante Temperaturdifferenz zwischen dem erreichten Wert unmittelbar nach Abschluss der Heizphase ergibt. 55
 - d) Ermittlung der Eigenschaft des Mediums oder des Mediums anhand der zugeführten Leistung im Schritt c
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Aufheizen des Heizelements gemäß Schritt a das Heizelement über eine vorbestimmte Zeit mit einer konstanten Leistung beheizt wird (Konstantheizphase), wobei die konstante Leistung kleiner ist als die der Aufheizphase gemäß Schritt a ist, und dass der Temperaturverlauf des Heizelements während dieser Konstantheizphase ermittelt wird und eine Abweichung von einem konstanten Wert als Ausdruck für eine Änderung der Medientemperatur zugrundegelegt wird und dass eine sich dabei gegebenenfalls ergebende Änderung der Mediumstemperatur bei der Auswertung gemäß Schritt d berücksichtigt wird, so dass Einflüsse einer Änderung der Mediumstemperatur während des Verfahrens ausgeschlossen werden. 60
8. Pumpenaggregat mit einer Einrichtung zur Ermittlung mindestens einer Eigenschaft des Fördermediums oder des Fördermediums, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Heizelement und Mittel zur Erfassung der Temperatur des Heizelementes vorgesehen sind, dass das Heizelement zeitweise beheizbar ist und dass eine Auswertelektronik vorgesehen ist, welche anhand der in das Heizelement eingebrachten elektrischen Leistung und des Temperaturverlaufs des Heizelements mindestens eine Eigenschaft des Fördermediums oder das Fördermedium bestimmt. 65
9. Pumpenaggregat nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizelement ein elektrischer Widerstand, vorzugsweise ein PTC-Widerstand ist und dass die Temperaturerfassung des Heizelements durch Auswertung der elektrischen Größen am Heizelement erfolgt. 70
10. Pumpenaggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich zum Heizelement ein Sensor zur Erfassung des Temperaturverlaufs am Heizelement vorgesehen ist. 75
11. Pumpenaggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Sensor zur Erfassung der Temperatur des Fördermediums vorgesehen ist. 80
12. Pumpenaggregat nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem elektrischen Widerstand eine analoge Temperatureinrichtung zugeordnet ist, deren Signalausgang über einen Analog-/Digitalwandler einem Mikroprozessor zugeführt ist, der einen Leistungspulsgenerator für den Widerstand steuert, wobei dem Mikroprozessor eine Bedieneinheit zugeordnet ist.

5

13. Pumpenaggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuer- und Auswertelektronik für den elektrischen Widerstand im Klemmenkasten oder als gesondertes Modul am Pumpenaggregat vorgesehen ist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

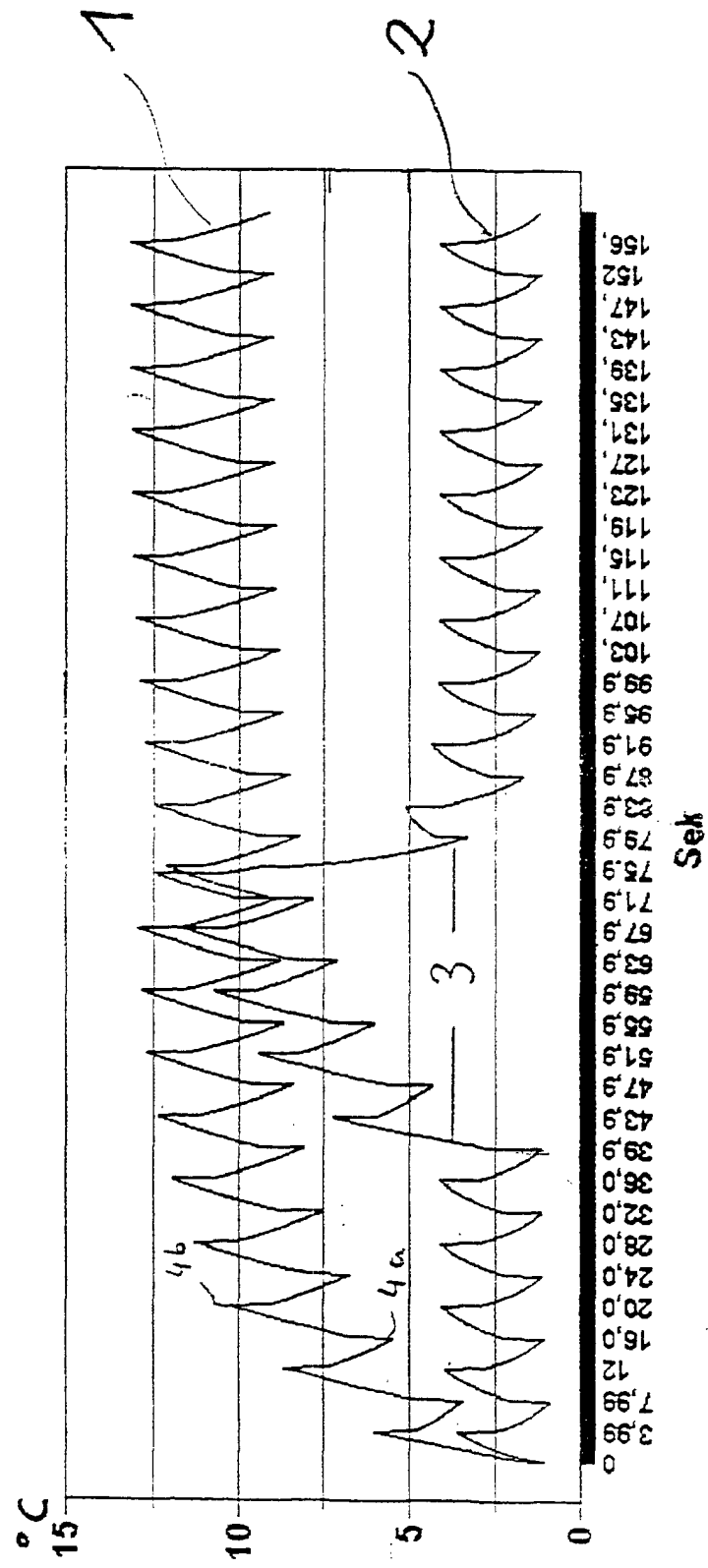


Fig. 2

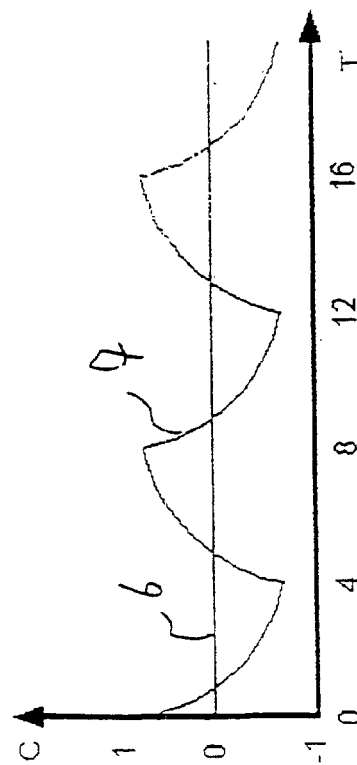
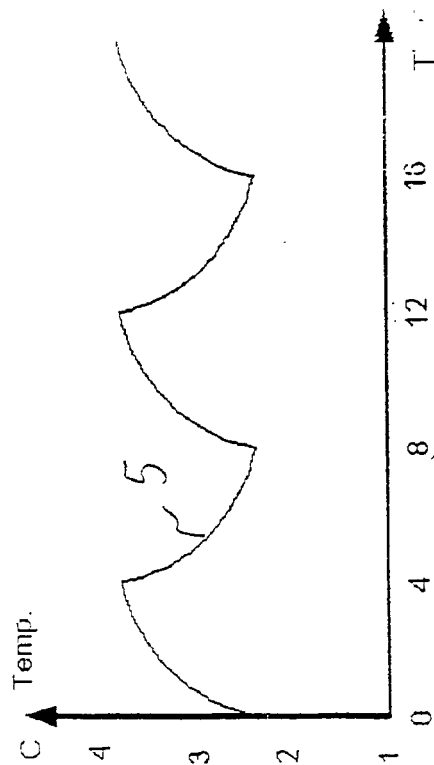


Fig. 3

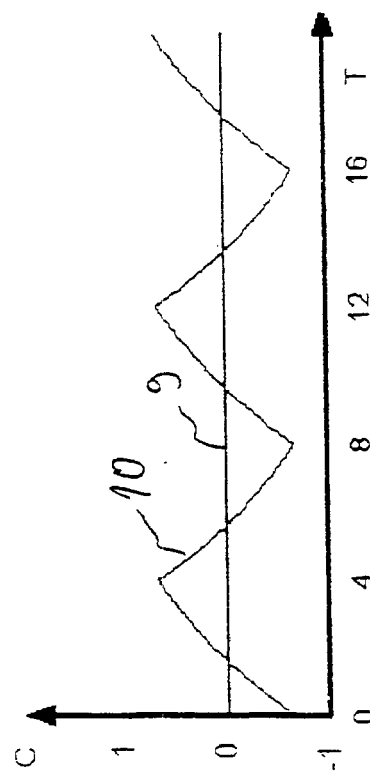
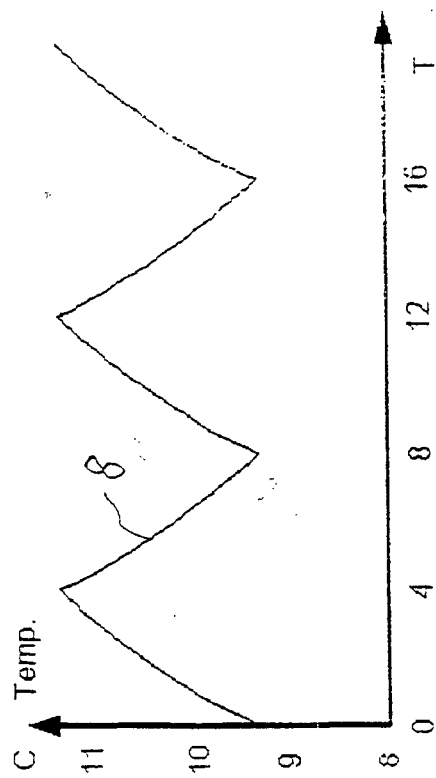


Fig. 4

I II III IV I

