



(10) **DE 10 2010 012 868 A1** 2011.09.29

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 012 868.6**
(22) Anmeldetag: **25.03.2010**
(43) Offenlegungstag: **29.09.2011**

(51) Int Cl.: **H05B 1/02 (2006.01)**
B67D 7/00 (2010.01)
G05D 23/24 (2006.01)
G01K 13/02 (2006.01)

(71) Anmelder:
Kurz, Gerhard, 75382, Althengstett, DE

(74) Vertreter:
Witte, Weller & Partner, 70173, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Schulz, Detlef, 72657, Altenriet, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

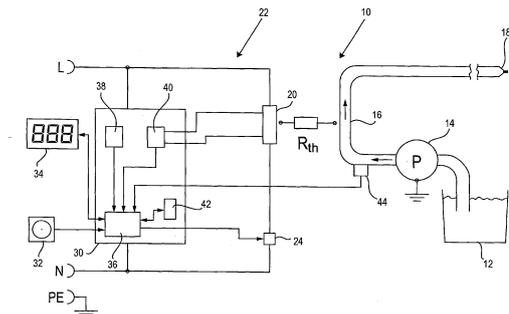
DE 10 2008 056025 B3
DE 10 2006 032698 A1
DE 10 2005 053096 A1
US 60 80 973 A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Ausbringen eines Mediums mit einer einstellbaren Temperatur**

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung zum Ausbringen eines Mediums mit einer einstellbaren Temperatur, mit einer Pumpe (14), einem Schlauch (16), dessen eines Ende mit der Pumpe (14) verbunden ist und dessen anderes Ende zum Ausbringen des Mediums vorgesehen ist, einem Heizelement (20), das entlang eines Abschnitts des Schlauchs (16) vorgesehen ist, derart, dass das durch den Schlauch (16) strömende Medium erhitzt wird, wobei zwischen Heizelement (20) und Medium ein Wärmewiderstand vorhanden ist, und einer Steuerschaltung zur Steuerung der Temperatur des Heizelements. Es ist eine Widerstandserfassungseinrichtung (40) vorgesehen, die mit dem Heizelement (20) verbunden ist und ausgelegt ist, den Widerstand des Heizelements (20) zu erfassen, eine Leistungserfassungseinrichtung (38), die mit dem Heizelement (20) verbunden ist, um die zugeführte elektrische Leistung zu erfassen, und eine Regelungseinrichtung (30), die ausgelegt ist, auf der Basis der von der Widerstandserfassungseinrichtung (40) und der Leistungserfassungseinrichtung (38) ermittelten Werte und unter Berücksichtigung des Wärmewiderstands die Temperatur des Mediums zu ermitteln und abhängig davon die Temperatur des Heizelements (20) einzustellen



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ausbringen eines Mediums mit einer einstellbaren Temperatur, mit einer Pumpe, einem Schlauch, dessen eines Ende mit der Pumpe verbunden ist und dessen anderes Ende zum Ausbringen des Mediums vorgesehen ist, einem Heizelement, das entlang eines Abschnitts eines Schlauchs vorgesehen ist, derart, dass das durch den Schlauch strömende Medium erhitzt wird, wobei zwischen Heizelement und Medium ein Wärmewiderstand vorhanden ist, und einer Steuerschaltung zur Steuerung der Temperatur des Heizelements. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Regelung der Temperatur eines Mediums in einer solchen Vorrichtung und ein Verfahren zur Kalibrierung einer solchen Vorrichtung.

[0002] In vielen Bereichen der Technik ist es erforderlich, ein Medium, insbesondere ein flüssiges Medium, aus einem Vorratsbehälter zu einem entfernt davon liegenden Ort zu transportieren, um es dort benutzen zu können. Sehr häufig muss das Medium während des Transports aus dem Vorratsbehälter zu dem Verwendungsort erhitzt werden oder zumindest auf einer bestimmten Temperatur gehalten werden. Hierfür werden in dem zum Transport des Mediums vorgesehenen Schlauch elektrische Heizelemente eingesetzt, die die erforderliche Wärme erzeugen.

[0003] Problematisch dabei ist die Einstellung der Temperatur des Mediums, da sich die Parameter im Betrieb häufig ändern. Man denke beispielsweise daran, dass der Transport des Mediums für eine kurze Zeit unterbrochen wird. Bleiben die Heizelemente weiterhin an, kann das nicht mehr fließende Medium überhitzen und damit möglicherweise zerstört werden. Werden die Heizelemente ausgeschaltet, kühlt das Medium zu stark ab und hat nach Wiederaufnahme des Transports dann möglicherweise eine zu geringe Temperatur am Verwendungsort.

[0004] Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der Erfindung darin, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass eine Regelung der Temperatur des Mediums mit einfachen, kostengünstigen Mitteln möglich wird.

[0005] Diese Aufgabe wird von der eingangs genannten Vorrichtung dadurch gelöst, dass eine Widerstandserfassungseinrichtung vorgesehen ist, die mit dem Heizelement verbunden ist und ausgelegt ist, den Widerstand des Heizelements zu erfassen, eine Leistungserfassungseinrichtung vorgesehen ist, die mit dem Heizelement verbunden ist, um die zugeführte elektrische Leistung zu erfassen, und eine Regelungseinrichtung vorgesehen ist, die ausgelegt ist, auf der Basis der von der Widerstandserfassungseinrichtung und der Leistungserfassungseinrichtung er-

mittelten Werte und unter Berücksichtigung des Wärmewiderstands die Temperatur des Mediums zu ermitteln und abhängig davon die Temperatur des Heizelements einzustellen.

[0006] Dieser erfindungsgemäßen Lösung liegt der Gedanke zugrunde, bei der Berechnung der Temperatur des Mediums und damit der Temperatur-Regelung den Wärmewiderstand des Systems mit zu berücksichtigen. Der Wärmewiderstand beschreibt sozusagen den Verlust an Temperatur vom Heizelement zum Medium. Durch Ermitteln der Temperatur am Heizelement und der dem Heizelement zugeführten elektrischen Leistung kann unter Berücksichtigung des Wärmewiderstands die Temperatur des Mediums ermittelt werden. Auf der Basis des ermittelten Temperaturwerts des Mediums lässt sich dann die dem Heizelement zugeführte elektrische Leistung einstellen bzw. regeln, um die gewünschte Temperatur des Mediums zu erhalten.

[0007] Der Vorteil dieser Vorrichtung ist unter anderem darin zu sehen, dass die Regelung sehr stabil läuft, auch wenn sich die Parameter, also beispielsweise Transportgeschwindigkeit des Mediums, ändern. Die Regelungseinrichtung kann beispielsweise sehr schnell feststellen, wenn sich das Medium aufgrund einer geringeren Transportgeschwindigkeit stärker erwärmt, um als Reaktion darauf dann die an das Heizelement gelieferte elektrische Leistung zu reduzieren.

[0008] Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist darin zu sehen, dass für die Regelung keine Temperatursensoren erforderlich sind. Das trägt einerseits zur Reduzierung der Kosten bei und vereinfacht zudem beispielsweise den Austausch eines Schlauchs.

[0009] Bei einer bevorzugten Weiterbildung ist das Heizelement aus einem Material hergestellt, das einen Temperaturbeiwert besitzt, der sich von null deutlich unterscheidet.

[0010] Diese Maßnahme wirkt sich insbesondere bei einer Kalibrierung des Systems vorteilhaft aus, da auch mit größeren Toleranzen gearbeitet werden kann, ohne die Genauigkeit der Temperaturregelung nachhaltig zu beeinflussen. Die häufig für Heizelemente eingesetzten Materialien, wie beispielsweise Konstantan, haben einen zu geringen Temperaturbeiwert, der unvorteilhaft wäre.

[0011] In einer bevorzugten Weiterbildung ist eine Kalibrierwert-Speichereinrichtung vorgesehen, in der Kalibrierwerte, insbesondere ein Widerstandswert des Heizelements für eine Referenztemperatur, ein Temperaturbeiwert und ein Wärmewiderstandswert abgelegt sind.

[0012] Es ist weiter bevorzugt, das Heizelement über eine Halbwellen- oder Vollwellensteuerungsschaltung mit einer Versorgungsspannung zu versorgen, wobei die Halbwellen- oder Vollwellensteuerungsschaltung über die Regelungseinrichtung gesteuert ist.

[0013] Diese Maßnahme hat den Vorteil, dass Funkstörungen und große Stromanstiege vermieden werden können, indem dem Heizelement jeweils nur eine Halbwelle einer Versorgungs-Wechselspannung zugeführt wird, wobei das hierfür erforderliche Schaltelement, wie beispielsweise ein Triac, am Spannungsnulldurchgang ein- und ausgeschaltet wird.

[0014] In einer bevorzugten Weiterbildung ist eine Temperaturerfassungseinrichtung vorgesehen, die ausgelegt ist, die Temperatur des Mediums im Bereich des einen Endes zu erfassen. Weiter bevorzugt ist eine Kalibrierungseinrichtung vorgesehen, die ausgelegt ist, vorgegebene spezifische Werte der Vorrichtung, insbesondere Wärmewiderstandswert, Temperaturbeiwert und Widerstandswert des Heizelements für eine Referenztemperatur zu bestimmen.

[0015] Die Temperaturerfassungseinrichtung wird im normalen Betrieb der Vorrichtung nicht eingesetzt sondern dient alleine der Ermittlung von Temperaturen während eines Kalibriervorgangs, der über die Kalibrierungseinrichtung ausgeführt wird. Die Temperaturerfassungseinrichtung kann beispielsweise ein NTC-Element umfassen.

[0016] Mit Hilfe der Kalibrierungseinrichtung ist es möglich, bestimmte vorrichtungsspezifische Werte auf der Grundlage verschiedener Temperaturmessungen und Widerstandsmessungen am Heizelement zu ermitteln. Diese Kalibrierwerte werden dann in der Kalibrierwert-Speichereinrichtung abgelegt.

[0017] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch von einem Verfahren zur Regelung der Temperatur eines Mediums gelöst, das folgende Schritte aufweist:

Erfassen des Widerstandswerts des Heizelements, Ermitteln der diesem Widerstandswert zugehörigen Heizelement-Temperatur, Erfassen der dem Heizelement zugeführten elektrischen Leistung, Berechnen der Temperatur des Mediums im Schlauch auf der Basis der Heizelement-Temperatur, der elektrischen Leistung und eines Wärmewiderstandswerts, und Einstellen der dem Heizelement zugeführten elektrischen Energie abhängig von der berechneten Temperatur des Mediums.

[0018] Die Vorteile dieses erfindungsgemäßen Verfahrens entsprechen den im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung bereits erläuterten

Vorteilen, so dass darauf nicht weiter eingegangen werden muss. Zu erwähnen ist lediglich, dass dieses Verfahren ohne den Einsatz von Temperatureinrichtungen auskommt. Es genügt alleine die Erfassung des Widerstandswerts des Heizelements, um darüber auf die Temperatur des Heizelements zu schließen, und die dem Heizelement zugeführte elektrische Leistung. Mit Hilfe dieser beiden Messgrößen und dem Wärmewiderstandswert, der beispielsweise in einem Kalibrierungsverfahren ermittelt werden kann, lässt sich die Temperatur des Mediums berechnen als Ist-Größe für den Regelungsvorgang.

[0019] In einer bevorzugten Weiterbildung wird der Widerstandswert des Heizelements in Perioden erfasst, in denen das Heizelement nicht mit elektrischer Energie zur Erwärmung versorgt wird.

[0020] Diese Maßnahme hat den Vorteil, dass eine sehr genaue Widerstandsmessung möglich ist. Selbstverständlich wäre es auch denkbar, den Widerstandswert während einer Heizphase zu erfassen oder beispielsweise im Nulldurchgang der dem Heizelement zugeführten elektrischen Spannung.

[0021] Bei einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Widerstandswert des Heizelements über eine Widerstands-Verhältnismessung ermittelt.

[0022] Diese Maßnahme hat den Vorteil, dass sie sehr genau ist.

[0023] Selbstverständlich gibt es auch andere Möglichkeiten, den Widerstandswert des Heizelements zu ermitteln.

[0024] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Kalibrierung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, mit den Schritten:

Pumpen des Mediums durch den Schlauch hindurch und zurück zur Pumpe, wobei währenddessen folgende Schritte ausgeführt werden:

- Erfassen des Widerstandswerts des Heizelements, welches abgeschaltet ist, und der Temperatur des Mediums am einen Ende des Schlauchs nach einer ersten vorgebbaren Zeitdauer,
- Einschalten des Heizelements,
- Erfassen des Widerstandswerts des Heizelements und der Temperatur des Mediums nach einer zweiten vorgebbaren Zeitdauer,
- Abschalten des Heizelements,
- Erfassen des Widerstandswerts des Heizelements und der Temperatur des Mediums nach einer dritten vorgebbaren Zeitdauer, und
- Ermitteln des Widerstandswerts des Heizelements bei einer Referenztemperatur sowie des Temperaturbeiwerts und des Wärmewiderstands auf der Basis der erfassten Widerstandswerte und Temperaturen.

[0025] Das heißt mit anderen Worten, dass zunächst ein Medium, beispielsweise Wasser, im Kreis durch den Schlauch gepumpt wird, wobei das Heizelement die Temperatur des Mediums annimmt, da es selbst nicht mit elektrischer Energie versorgt wird. Nach einer ersten vorgebbaren Zeitdauer wird nun der Widerstandswert des Heizelements erfasst und die Temperatur des durchfließenden Mediums über einen Temperatursensor gemessen. Widerstandswert und Temperaturwert bilden ein erstes Wertepaar.

[0026] Anschließend wird das Heizelement mit vorzugsweise voller Leistung betrieben, so dass sich das fließende Medium langsam erhitzt. Nach einer vorgebbaren Zeitdauer, beispielsweise sieben Minuten, wird der Widerstand des Heizelements erfasst und die Temperatur des Mediums ermittelt. Aufgrund des vorhandenen Wärmewiderstands zwischen Heizelement und Medium kann davon ausgegangen werden, dass die Temperatur des Heizelements größer ist als die Temperatur des Mediums. Der Widerstandswert des Heizelements und die gemessene Temperatur des Mediums bilden ein weiteres Wertepaar.

[0027] Schließlich wird das Heizelement abgeschaltet, so dass sich die Temperatur des Heizelements und die Temperatur des Mediums langsam angleichen. Nach einer vorgebbaren Zeitdauer, beispielsweise eine Minute, wird der Widerstandswert des Heizelements erfasst und die Temperatur des Mediums gemessen. Widerstandswert und Temperatur bilden somit ein weiteres Wertepaar.

[0028] Auf der Basis dieser drei Wertepaare lassen sich verschiedene Größen berechnen, insbesondere der Widerstandswert des Heizelements bei einer Referenztemperatur, beispielsweise 25°C, sowie der Temperaturbeiwert und der Wärmewiderstand.

[0029] Der Wärmewiderstand lässt sich beispielsweise auf der Grundlage der Differenz zwischen der Temperatur des Heizelements und der gemessenen Temperatur des Mediums und der dem Heizelement zugeführten Leistung ermitteln.

[0030] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0031] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung. Die einzige Figur zeigt in schematischer Darstellung eine erfindungsgemäße Vorrichtung.

[0032] In der Figur ist in schematischer Darstellung eine Anlage gezeigt, die dazu geeignet ist, ein flüs-

siges Medium, beispielsweise Farbe oder Lack, auf eine zu behandelnde Fläche aufzutragen. Die Anlage ist allgemein mit dem Bezugszeichen **10** gekennzeichnet.

[0033] Die Anlage **10** umfasst unter anderem einen Vorratsbehälter **12**, in dem das zu verarbeitende Medium, also beispielsweise Farbe oder Lack, aufbewahrt wird.

[0034] Die Anlage **10** umfasst ferner eine Pumpe **14**, deren Einlassseite über eine Rohr- oder Schlauchverbindung mit dem Vorratsbehälter **12** verbunden ist. Die Ausgangsseite der Pumpe **14** ist mit einem Schlauch **16** verbunden, dessen der Pumpe **14** entgegengesetztes Ende **18** beispielsweise über ein Spritzventil verfügt.

[0035] An dieser Stelle sei angemerkt, dass in der Figur nur jene Komponenten der Anlage gezeigt sind, die für das Verständnis der Erfindung erforderlich sind. Es versteht sich, dass weitere Bauteile vorgesehen sind, um eine solche Anlage betreiben zu können.

[0036] Um das aus dem Vorratsbehälter **12** gepumpte Medium zu erwärmen, bzw. dessen Temperatur zu halten, ist der Schlauch **16** mit einem Heizelement versehen, das in der Figur mit dem Bezugszeichen **20** gekennzeichnet ist. Das Heizelement **20** erstreckt sich über einen Großteil der Länge des Schlauchs **16**, so dass ein Wärmeeintrag in das Medium während des nahezu gesamten Durchlaufs durch den Schlauch **16** möglich ist. Bei dem Heizelement **20** kann es sich beispielsweise um einen Heizdraht handeln, der durch Beaufschlagung mit einer Spannung Wärme über dessen gesamte Länge erzeugt.

[0037] Das Heizelement **20** ist Teil einer Steuer- und Regelungseinrichtung, die mit dem Bezugszeichen **22** gekennzeichnet ist.

[0038] Die Steuer- und Regelungseinrichtung **22** dient dazu, dem Heizelement **20** so viel Energie zuzuführen, dass das am Ende des Schlauchs **16** ausgebrachte Medium eine vorgebbare Temperatur besitzt.

[0039] Die Steuer- und Regelungseinrichtung **22** ist an ein Wechselspannungsnetz angeschlossen, das die erforderliche Energie sowohl für das Heizelement **20** als auch für die anderen Komponenten liefert. In Reihe zu dem Heizelement **20** liegt ein Schaltelement **24**, das das Heizelement **20** gesteuert ein- und ausschaltet. Bevorzugt wird das Heizelement **20** nur jeweils für eine Halbwelle eingeschaltet und während der darauffolgenden Halbwelle wieder abgeschaltet, um auf diese Weise Funkstörungen und große Stromanstiege zu vermeiden. Bei dem Schaltelement **24** kann es sich beispielsweise um ein Triac handeln.

[0040] Die Steuer- und Regelungseinrichtung **22** verfügt ferner über eine Regelungsschaltung **30**, die dazu ausgelegt ist, das Schaltelement **24** so anzu-steuern, dass eine vorgebbare Temperatur des Me-diums erhalten wird. Die gewünschte Temperatur des Mediums kann beispielsweise über ein Stellelement **32**, das mit der Regelungsschaltung **30** verbunden ist, eingestellt werden. Zudem kann die Temperatur des Mediums über eine digitale Anzeigeeinrichtung **34**, die ebenfalls mit der Regelungsschaltung **30** ver-bunden ist, dem Benutzer angezeigt werden.

[0041] Die Regelungsschaltung **30** selbst verfügt über einen Regler **36**, der Daten von einer Leistungs-erfassungseinrichtung **38** und einer Widerstandser-fassungseinrichtung **40** erhält. Darüber hinaus hat der Regler **36** Zugriff auf einen Speicher **42**, in dem Kalibrierwerte abgelegt sind.

[0042] Die Leistungserfassungseinrichtung **38** ist dazu ausgelegt, die dem Heizelement **20** zugeführte elektrische Leistung zu erfassen.

[0043] Die Widerstandserfassungseinrichtung **40** ist mit dem Heizelement **20** verbunden und dient da-zu, den Widerstandswert (ohmscher Widerstand) des Heizelements **20** zu erfassen. Hierzu gibt es unter-schiedliche Möglichkeiten, wobei bevorzugt eine Wi-derstands-Verhältnismessung zum Einsatz kommt.

[0044] Die Anlage **10** verfügt noch über ein Tempe-raturmesselement **44**, das am pumpenseitigen Ende des Schlauchs **16** angeordnet ist, um die Temperatur des Mediums zu messen. Das Temperaturmessele-ment **44** ist mit dem Regler **36** elektrisch verbunden. Bei dem Temperaturmesselement **44** kann es sich beispielsweise um ein NTC-Bauelement handeln.

[0045] An dieser Stelle sei angemerkt, dass das Temperaturmesselement **44** nur während einer Ka-librierungsphase der Steuer- und Regelungseinrich-tung zum Einsatz kommt. Während des normalen Be-triebs der Anlage **10** wird die vom Temperaturmese-lement **44** gelieferte Information nicht benötigt.

[0046] Nachfolgend wird nun beschrieben, wie die Temperatur des Mediums geregelt wird. Dem Re-gelungsvorgang liegt dabei die Idee zugrunde, den Wärmewiderstand R_{th} zwischen dem Heizelement **20** und dem im Schlauch **16** befindlichen Medium mit zu berücksichtigen. Dieser Wärmewiderstand ist nicht notwendigerweise konstant, es ist jedoch eine an-lagenspezifische Größe, die im Wege einer Kalibrie-rung, auf die später noch eingegangen wird, berech-net werden kann.

[0047] Im normalen Betrieb der Anlage **10** wird das durch den Schlauch **16** gepumpte Medium über das Heizelement **20** erwärmt. Der Regler **36** steuert hier-für das Schaltelement **24** an. Aufgrund des Wärme-

widerstands ist jedoch davon auszugehen, dass das durch den Schlauch **16** fließende Medium nicht die gleiche Temperatur am Ende haben wird wie das Hei-zelement **20**. Das heißt mit anderen Worten, dass zur Erzielung einer bestimmten Temperatur des Me-diums das Heizelement **20** eine um einen bestimm-ten Vorhalt höheren Wert haben muss.

[0048] Um festzustellen, welche Temperatur das Heizelement **20** besitzt, wird eine Widerstandsmes-sung über die Widerstandserfassungseinrichtung **40** durchgeführt, wobei der gemessene Widerstands-wert auf die Temperatur schließen lässt. Hierfür ist je-doch ein Widerstands-Referenzwert, beispielsweise für die Temperatur 25°C , erforderlich sowie der Tem-peraturbeiwert α des Heizelements **20**. Mit Hilfe der Formel:

$$R(T) = R(T_{ref}) \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

lässt sich die Temperatur ermitteln, die zu einem be-stimmten Widerstandswert $R(T)$ des Heizelements **20** gehört. Notwendig hierfür sind lediglich der Wider-standswert $R(T_{ref})$ und der Temperaturbeiwert, die im Speicher **42** abgelegt sind.

[0049] Ist die Temperatur am Heizelement **20** be-kannt, lässt sich unter Zuhilfenahme des Wärmewi-derstands R_{th} und der dem Heizelement **20** zugeführ-ten elektrischen Leistung, die über die Leistungser-fassungseinrichtung **38** ermittelt wird, die Temperatur des Mediums T_{medium} bestimmen. Die Formel hierfür lautet:

$$T_{medium} = T_h - R_{th} \cdot L,$$

wobei T_h die Temperatur des Heizelements **20** und L die dem Heizelement **20** zugeführte Leistung ist.

[0050] Über diesen Zusammenhang kann die Lei-stung über den Regler **36** und das Schaltelement **24** so gesteuert werden, dass die gewünschte Temperatur T_{medium} erreicht und gehalten wird.

[0051] Die Messung des Widerstands des Heizele-ments **20** kann so oft wie erforderlich durchgeführt werden, wobei allerdings bevorzugt die Messung dann erfolgt, wenn das Schaltelement **24** ausge-schaltet ist.

[0052] Wie zuvor erwähnt, benötigt der Regler **36** mehrere anlagenspezifische Größen, nämlich den Temperaturbeiwert, den Widerstandswert des Hei-zelements **20** bei einer Referenztemperatur und den Wärmewiderstand R_{th} . Diese drei Größen lassen sich mit Hilfe eines Kalibrierungsverfahrens ermitteln.

[0053] Hierfür wird ein Medium, beispielsweise Was-ser, durch den Schlauch **16** gepumpt und das am En-de **18** austretende Medium wieder zur Einlassseite

der Pumpe **14** geführt, so dass ein Kreislauf gebildet wird.

[0054] Während des Kalibrierungsverfahrens ist das Temperaturmesselement **44** aktiviert und misst die Temperatur des Mediums am Beginn des Schlauchs **16**.

[0055] In einer ersten Phase, die beispielsweise etwa eine Minute dauert, wird das Medium durch den Schlauch **16** gepumpt, wobei das Heizelement **20** abgeschaltet ist. Am Ende dieser ersten Phase wird die Temperatur des Mediums über das Temperaturmesselement **44** gemessen sowie der Widerstandswert des Heizelements **20**. Das erhaltene Wertepaar R_1, T_1 wird gespeichert.

[0056] In der darauffolgenden zweiten Phase, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel sieben Minuten dauert, wird das Heizelement **20** mit voller Leistung betrieben. Am Ende dieser Phase wird die Temperatur des Mediums wiederum gemessen, wie auch der Widerstandswert des Heizelements **20**. Das entsprechende Wertepaar R_3, T_3 wird wieder gespeichert. Zusätzlich wird noch die dem Heizelement **20** zugeführte elektrische Leistung erfasst und als Wert L abgespeichert.

[0057] In der sich anschließenden dritten Phase, die beispielsweise eine Minute dauert, wird das Heizelement **20** wieder abgeschaltet. Am Ende dieser Phase wird der Widerstand des Heizelements **20** sowie die Temperatur des Mediums ermittelt. Das sich daraus ergebende Wertepaar R_2, T_2 wird wiederum abgespeichert.

[0058] Der Widerstands-Referenzwert $R(T_{ref})$ wird auf der Grundlage der Wertepaare R_1, T_1 und R_2, T_2 festgelegt, wobei hier angenommen wird, dass das Medium jeweils die gleiche Temperatur wie das Heizelement **20** besitzt.

[0059] Unter der gleichen Annahme kann anschließend der Temperaturbeiwert α berechnet werden, wobei hierfür die beiden Wertepaare R_1, T_1 und R_2, T_2 eingesetzt werden. Unter Zugrundelegung der Formel:

$$R_2 = R_1 \cdot (1 + \alpha \cdot (T_2 - T_1))$$

lässt sich der Temperaturbeiwert α errechnen.

[0060] Anschließend lässt sich mit Hilfe des Wertepaars R_3, T_3 und der erfassten elektrischen Leistung, die dem Heizelement **20** zugeführt wurde, der Wärmewiderstand R_{th} wie folgt berechnen:

$$R_{th} = (T_{h3} - T_3) : L,$$

wobei T_{h3} die Temperatur des Heizelements ist, die sich aus dem Widerstandswert R_3 ergibt. Die Temperatur T_3 ist die vom Temperaturmesselement **44** gemessene Temperatur des Mediums.

[0061] Der errechnete Wärmewiderstand R_{th} wird dann zusammen mit den anderen berechneten Größen im Speicher **42** abgelegt. Im Speicher **42** sind folglich der Widerstandswert für eine Referenztemperatur, der Temperaturbeiwert des Heizelements **20** sowie der Wärmewiderstand abgespeichert. Diese Größen werden für den Regelungsvorgang, wie er zuvor beschrieben wurde, benötigt.

[0062] Insgesamt zeigt sich also, dass die Regelung der Temperatur des Mediums sehr einfach vorgenommen werden kann, ohne dass Temperatursensoren entlang des Schlauchs **16** erforderlich waren. Darüber hinaus lassen sich durch das erfindungsgemäße Kalibrierungsverfahren alle benötigten Größen für den Regelungsvorgang automatisch ermitteln. Selbstverständlich würde die Regelung auch funktionieren, wenn diese Größen nicht automatisch über ein Kalibrierungsverfahren im Speicher **42** abgelegt werden, sondern manuell bestimmt und abgespeichert werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Ausbringen eines Mediums mit einer einstellbaren Temperatur, mit einer Pumpe (**14**), einem Schlauch (**16**), dessen eines Ende mit der Pumpe (**14**) verbunden ist und dessen anderes Ende zum Ausbringen des Mediums vorgesehen ist, einem Heizelement (**20**), das entlang eines Abschnitts des Schlauchs (**16**) vorgesehen ist, derart, dass das durch den Schlauch (**16**) strömende Medium erhitzt wird, wobei zwischen Heizelement (**20**) und Medium ein Wärmewiderstand vorhanden ist, und einer Steuerschaltung zur Steuerung der Temperatur des Heizelements, gekennzeichnet durch eine Widerstandserfassungseinrichtung (**40**), die mit dem Heizelement (**20**) verbunden ist und ausgelegt ist, den Widerstand des Heizelements (**20**) zu erfassen, eine Leistungserfassungseinrichtung (**38**), die mit dem Heizelement (**20**) verbunden ist, um die zugeführte elektrische Leistung zu erfassen, eine Regelungseinrichtung (**30**), die ausgelegt ist, auf der Basis der von der Widerstandserfassungseinrichtung (**40**) und der Leistungserfassungseinrichtung (**38**) ermittelten Werte und unter Berücksichtigung des Wärmewiderstands die Temperatur des Mediums zu ermitteln und abhängig davon die Temperatur des Heizelements (**20**) einzustellen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Heizelement (20) aus einem Material hergestellt ist, das einen Temperaturbeiwert besitzt, der sich von null deutlich unterscheidet.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kalibrierwert-Speichereinrichtung vorgesehen ist, in der Kalibrierwerte, insbesondere ein Widerstandswert des Heizelements (20) für eine Referenztemperatur, ein Temperaturbeiwert und ein Wärmewiderstandswert abgelegt sind.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Heizelement (20) über eine Halbwellen- oder Vollwellensteuerungsschaltung mit einer Versorgungsspannung versorgt ist, wobei die Halbwellen- oder Vollwellensteuerungsschaltung über die Regelungseinrichtung (30) gesteuert ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Temperaturerfassungseinrichtung vorgesehen ist, die ausgelegt ist, die Temperatur des Mediums im Bereich des einen Endes zu erfassen.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kalibrierungseinrichtung vorgesehen ist, die ausgelegt ist, vorgegebene spezifische Werte der Vorrichtung, insbesondere Wärmewiderstandswert, Temperaturbeiwert und Widerstandswert des Heizelements (20) für eine Referenztemperatur zu bestimmen.

7. Verfahren zur Regelung der Temperatur eines Mediums in einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit den Schritten:
Erfassen des Widerstandswerts des Heizelements (20),
Ermitteln der diesem Widerstandswert zugehörigen Heizelement-Temperatur, Erfassen der dem Heizelement (20) zugeführten elektrischen Leistung,
Berechnen der Temperatur des Mediums im Schlauch (16) auf der Basis der Heizelement-Temperatur, der elektrischen Leistung und eines Wärmewiderstandswerts, und
Einstellen der dem Heizelement (20) zugeführten elektrischen Energie abhängig von der berechneten Temperatur des Mediums.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Widerstandswert des Heizelements (20) in Perioden erfolgt, in denen das Heizelement (20) nicht mit elektrischer Energie zur Erwärmung versorgt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Widerstandswert des Heizelements (20) über eine Widerstands-Verhältnismessung ermittelt wird.

10. Verfahren zur Kalibrierung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit Pumpen des Mediums durch den Schlauch (16) hindurch und zurück zur Pumpe (14), wobei währenddessen folgende Schritte ausgeführt werden:

- Erfassen des Widerstandswerts des Heizelements (20) (R1), welches abgeschaltet ist, und der Temperatur (T1) des Mediums am einen Ende des Schlauchs (16) nach einer ersten vorgebbaren Zeitdauer,
- Einschalten des Heizelements (20),
- Erfassen des Widerstandswerts des Heizelements (20) (R3) und der Temperatur (T3) des Mediums nach einer zweiten vorgebbaren Zeitdauer,
- Abschalten des Heizelements (20),
- Erfassen des Widerstandswerts des Heizelements (20) (R2) und der Temperatur (T2) des Mediums nach einer dritten vorgebbaren Zeitdauer, und
- Ermitteln des Widerstandswerts ($R(T_{ref})$) des Heizelements (20) bei einer Referenztemperatur (T_{ref}), beispielsweise 25°C, sowie des Temperaturbeiwerts (α) und des Wärmewiderstands (R_{th}) auf der Basis der erfassten Widerstandswerte und Temperaturen.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmewiderstand (R_{th}) berechnet wird zu

$$R_{th} = \Delta T/L,$$

wobei ΔT die Differenz aus der Temperatur des Heizelements (20) ermittelt aus dessen Widerstand (R3) und der gemessenen Temperatur des Mediums (T3) ist, und L die dem Heizelement (20) zugeführte elektrische Leistung ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

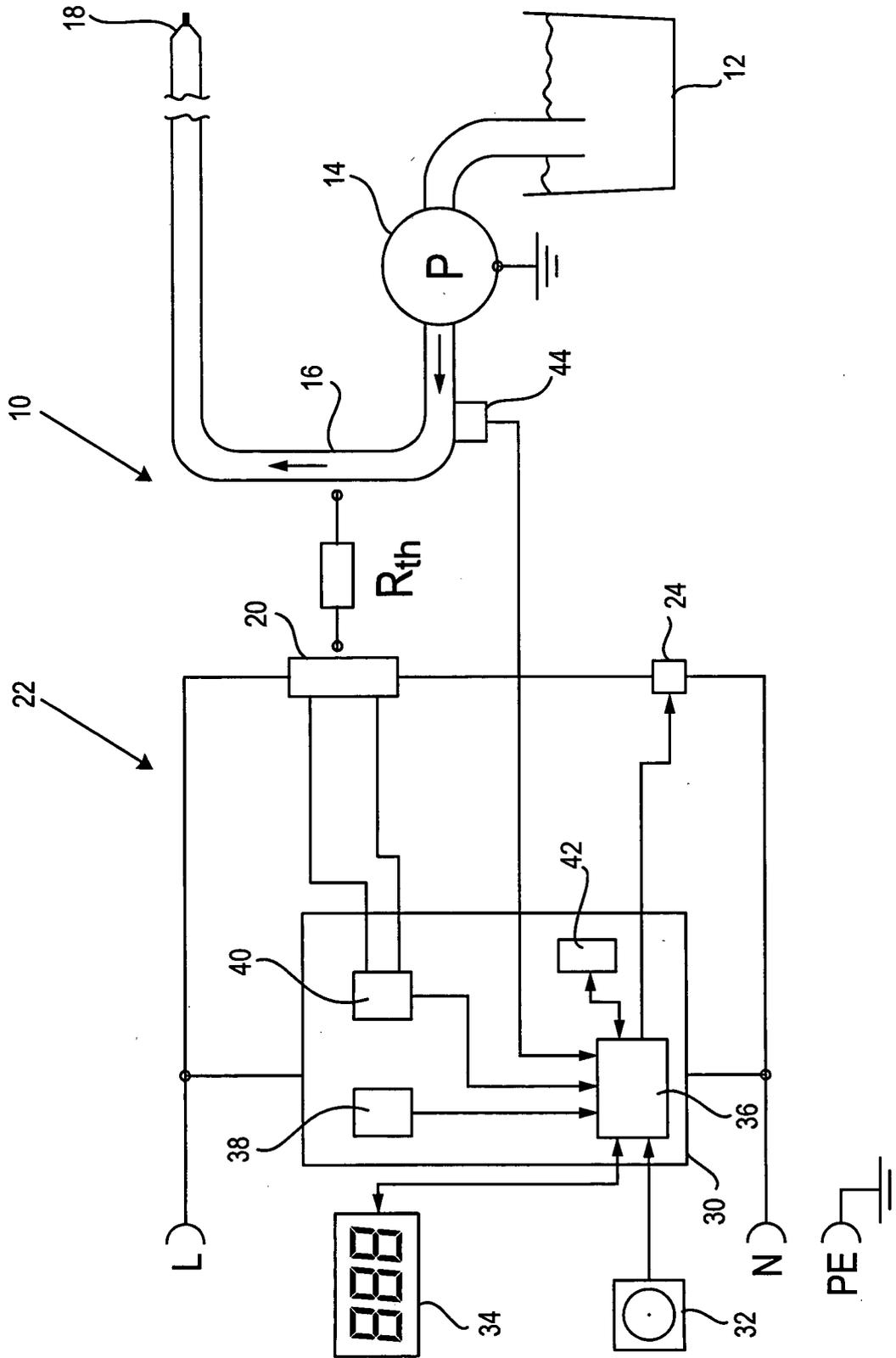


Fig. 1