



①



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 691 988 A5

⑤① Int. Cl.⁷: F 24 H 009/20
H 05 B 001/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 03639/94

㉔ Anmeldungsdatum: 05.12.1994

㉔ Priorität: 13.12.1993 AT A2520/93

㉔ Patent erteilt: 14.12.2001

㉔ Patentschrift veröffentlicht: 14.12.2001

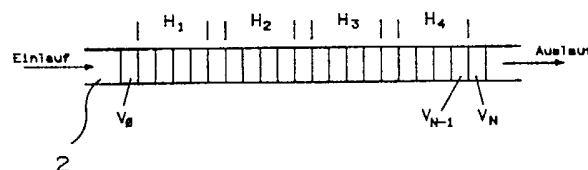
㉔ Inhaber:
Vaillant GmbH, Riedstrasse 8,

㉔ Dietikon (CH)

㉔ Erfinder:
Littek, Jörg, Herne (DE)

㉔ Verfahren zum Steuern eines elektrisch beheizten Warmwasserbereiters.

㉔ Verfahren zum Steuern eines elektrisch beheizten Warmwasserbereiters, der neben mehreren schaltbaren Heizkörpern H_1 , H_2 , H_3 einen am Auslaufende des Wasserbereiters angeordneten stufenlos steuerbaren Steuerheizkörper H_4 aufweist und bei dem zur Einhaltung einer bestimmten Auslauftemperatur in Abhängigkeit von Änderungen bestimmter Parameter die Heizkörper H_1 , H_2 , H_3 geschaltet und der Steuerheizkörper H_4 gesteuert wird. Dabei wird aufgrund der erfassten Einlauftemperatur T_{ein} , dem aktuellen Volumenstrom V durch die Heizkörper H_1 , H_2 , H_3 , H_4 und der gewünschten Auslauftemperatur T_{soll} der Leistungsbedarf errechnet, den schaltbaren Heizkörpern H_1 , H_2 , H_3 eine geringere Leistung zugeführt und die restliche Leistung über einen steuerbaren Steuerheizkörper H_4 zugeführt. Wobei die Temperatur in allen Teilvolumina V_0 bis V_N errechnet und während einer Kompensationsphase die erforderliche Leistung in Abhängigkeit von der Temperatur im letzten Teilvolumen V_{N-1} im Bereich des Steuerheizkörpers H_4 bestimmt wird.



Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Steuern eines elektrisch beheizten Warmwasserbereiters gemäss dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Ein solches Verfahren wurde zum Beispiel durch die DE-PS 3 712 648 vorgeschlagen, bei dem aus einzelnen Störgrössen gesonderte kompensierende Zusatzleistungen ermittelt werden, mit denen einer der abströmseitigen Heizkörper zeitverzögert beaufschlagt wird. Die Wirkung einer jeden Störgrösse wird dabei separat betrachtet und als Kompensationsvorschrift in einer Steuerung abgelegt. Nach dem bekannten Verfahren soll durch Überlagerung aller Kompensationsleistungen ein schwankungsfreier Verlauf der Auslauftemperatur erreicht werden. Allerdings ist bei diesem bekannten Verfahren nicht klar, nach welchem Algorithmus diese Kompensationsvorschriften errechnet werden sollen. Ausserdem ist unklar, wie die Kompensationsleistungen und die Verzögerungszeiten zu ändern sind, wenn sich während der Kompensationsphase eine Eingangsgrösse ändert. Dadurch ist es aber nicht möglich, die Auslauftemperatur bei sich ändernden Eingangsgrössen in ausreichendem Ausmass konstant zu halten.

Ziel der Erfindung ist es, diesen Nachteil zu vermeiden und ein Verfahren der eingangs erwähnten Art vorzuschlagen, bei dem ein hohes Mass an Konstanzhaltung der gewünschten Auslauftemperatur auch bei einer Änderung der Eingangsparameter, wie Wasserdurchfluss und Einlauftemperatur sichergestellt ist.

Erfindungsgemäss wird dies durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 erreicht.

Dem erfindungsgemässen Verfahren liegt die Idee zu Grunde, die aktuellen Temperaturen in den einzelnen Stufen des Heizblockes innerhalb der Leistungssteuerung zu berechnen. Dazu werden die wesentlichen thermischen Eigenschaften des Heizblockes rechnerisch innerhalb einer Leistungssteuerung nachgebildet, um den Verlauf der Ist-Temperaturen im gesamten Heizblock zu erhalten.

Während der Übergangszeit von durch Änderungen der Eingangsgrössen, wie Einlauftemperatur und Durchfluss, bedingten Leistungsänderungen kann dann anhand eines Vergleiches der berechneten Ist-Temperaturen mit dem vorgesehenen Soll-Wert innerhalb der letzten Stufe des Heizblockes die Leistung dieser Stufe so gesteuert werden, dass die gewünschte Temperatur am Auslauf des Warmwasserbereiters möglichst schnell erreicht und konstant gehalten werden kann.

Dies wird durch die ständige Berechnung der Temperaturen aller Teilvolumina ermöglicht, wobei aufgrund der vorgegebenen Soll-Auslauftemperatur und der Temperatur im dem Auslauf unmittelbar vorgeordneten Teilvolumen die dem Steuerheizkörper zuzuführende Leistung errechnet werden kann. Auf diese Weise kann bei Änderungen der Eingangsparameter sehr rasch die Leistung der Steuerstufe angepasst und die Auslauftemperatur auf ihren vorgesehenen Wert gebracht werden, wobei es auch zu einem Umschalten der der Steuerstufe vorgeordneten schaltbaren Heizkörper kommen kann,

ohne dass die Wirksamkeit der Kompensationsmassnahme dadurch vermindert wird.

Durch die Merkmale des Anspruches 2 ist es möglich, die Genauigkeit der Berechnung der Temperaturen der einzelnen Teilvolumina zu erhöhen, wodurch im Falle einer Änderung der Eingangsparameter die vorgesehene Auslauftemperatur rasch wieder erreicht werden kann.

Durch die Merkmale des Anspruches 3 ist ein rasches Reagieren auf eine Verminderung der Durchflussgeschwindigkeit und dem dadurch bedingten verminderten Energiebedarf möglich, wodurch eine stärkere Überschreitung der vorgesehenen Auslauftemperatur vermieden wird.

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 schematisch einen elektrisch beheizten Warmwasserbereiter und

Fig. 2 schematisch die Anordnung der Teilvolumina.

Der Warmwasserbereiter nach der Fig. 1 weist drei schaltbare Heizkörper H_1 , H_2 , H_3 auf, die in einem von Wasser durchströmbaren Rohr 2 angeordnet sind, wobei vor dem Auslauf des Rohres 2 ein Steuerheizkörper H_4 angeordnet ist. Die einzelnen Heizkörper H_1 , H_2 , H_3 , H_4 sind über eine Leistungssteuerung 1 mit Spannung versorgbar. Dabei sind die Heizkörper H_1 , H_2 und H_3 über Ein-Aus-Schalter gesteuert, wogegen der Steuerheizkörper H_4 stufenlos steuerbar ist.

Weiters ist die Leistungssteuerung 1 mit einem der Soll-Auslauftemperatur T_{Soll} entsprechenden Signal und einem dem aktuellen Volumenstrom durch das Rohr 2 entsprechenden Signal $\dot{V}$ versorgt. Die Leistungssteuerung 1 ist an ein Drehstromnetz L_1 , L_2 , L_3 angeschlossen.

Wie aus der Fig. 2 zu ersehen ist, ist das Volumen des Rohres 2 zwischen dem Einlauf und dem Auslauf in eine Reihe von Teilvolumina V_i aufgeteilt, die mit V_0 , in dem die Einlauftemperatur T_{ein} herrscht, bis V_N , in dem die Auslauftemperatur herrscht, bezeichnet sind.

Aus der Einlauftemperatur und der den einzelnen Heizkörpern H_1 , H_2 , H_3 und H_4 zugeführten Leistung wird die Temperatur des Wassers in jedem der Teilvolumina berechnet, wie dies bereits erläutert wurde.

Aufgrund des ermittelten Volumenstromes $\dot{V}$, der Einlauftemperatur T_{ein} und der vorgewählten Soll-Auslauftemperatur T_{Soll} wird der Leistungsbedarf ermittelt, wobei über die schaltbaren Heizkörper H_1 , H_2 und H_3 eine geringere als die errechnete Leistung zugeführt wird und die Leistung P_4 des Steuerheizkörpers H_4 während einer Kompensationsphase nach der Beziehung

$$P_4 = (T_{\text{Soll}} - T_{N-1}) \cdot V_S \cdot c / \tau$$

errechnet wird, wobei T_{N-1} die Temperatur im Teilvolumen V_{N-1} , welches das Letzte im Bereich des Steuerheizkörpers H_4 ist, V_S das Schrittvolumen, das dem Volumen eines jeden Teilvolumens V_i (V_0 bis V_N) entspricht, c die volumenspezifische Wär-

mekapazität des Wassers und t_r die Restzeit bedeuten, die das Teilvolumen T_{N-1} noch innerhalb des Steuerheizkörpers H_4 verbleibt.

Im Fall, dass im Teilvolumen V_{N-1} eine über der Soll-Auslauftemperatur T_{soll} liegende Temperatur errechnet wird, wird die Leistung des Steuerheizkörpers H_4 reduziert.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines elektrisch beheizten Warmwasserbereiters, der neben mehreren schaltbaren Heizkörpern einen am Auslaufende des Wasserbereiters angeordneten stufenlos steuerbaren Steuerheizkörper aufweist und bei dem zur Einhaltung einer bestimmten Auslauftemperatur in Abhängigkeit von Änderungen bestimmter Parameter die Heizkörper geschaltet und der Steuerheizkörper gesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Bereich des gesamten Wasserbereiters in äquidistante Wasserteilvolumina V_i , bzw. V_0 bis V_N aufgeteilt wird, die längs des Strömungsweges hintereinander angeordnet sind und jeweils ein Schrittvolumen V_s aufweisen, wobei das erste Teilvolumen V_0 vor dem ersten Heizkörper vorgesehen und der Einlauftemperatur T_0 zugerechnet ist, das letzte Teilvolumen V_N nach dem Steuerheizkörper vorgesehen und der Auslauftemperatur T_N zugeordnet ist und die Temperaturerhöhung T_i eines jeden Teilvolumens V_i nach der Beziehung

$$T_i = P_i \cdot t_v \cdot (V_s \cdot c)^{-1}$$

berechnet wird, wobei P_i die dem Element i während einer Verweilzeit t_v elektrisch zugeführte Leistung [W] ist, t_v die Verweilzeit [s] innerhalb eines Teilvolumens V_i , das heisst, jene Zeit ist, die bei dem aktuellen Volumenstrom $\dot{V}$ des Wassers benötigt wird, um ein Teilvolumen V_i zu durchströmen, V_s das Schrittvolumen [ml] und c die volumenspezifische Wärmekapazität von Wasser unter Normalbedingungen [$4,176 \text{ Ws} / (\text{K} \cdot \text{ml})^{-1}$] bedeuten, wonach in einem zweiten Schritt alle Teilvolumina V_i um eine Position weitergeschoben und erneut die Temperaturerhöhung T_i aller Teilvolumina V_i für die nächste Verweilzeit t_v berechnet wird, die nach der Beziehung:

$$t_v = V_s \cdot \dot{V}^{-1}$$

errechnet wird, wobei $\dot{V}$ den aktuellen Volumenstrom [l/s] des Wassers bedeutet und die Leistung P_{St} des Steuerheizkörpers nach der Beziehung:

$$P_{St} = (T_{soll} - T_{N-1}) \cdot V_s \cdot c / t_r$$

errechnet wird, wobei T_{soll} die Soll-Auslauftemperatur, T_{N-1} die Temperatur des letzten Teilvolumens der Steuerstufe und t_r die Restzeit [s], die das Teilvolumen V_{N-1} noch innerhalb der Steuerstufe verweilt, bedeuten, wobei im Fall, dass $T_{N-1} > T_{soll}$ ist, die Leistung des Steuerheizkörpers zurückgenommen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Berechnung der Temperatur

der einzelnen Teilvolumina der Wärmeübergang zwischen dem Wasser einzelner Teilvolumina und dem zugehörigen Heizkörper berücksichtigt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur aller Teilvolumina berücksichtigt und bei Überschreiten der Soll-Auslauftemperatur T_{soll} in einem Teilvolumen V_i die Leistung des Steuerheizkörpers vermindert wird.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

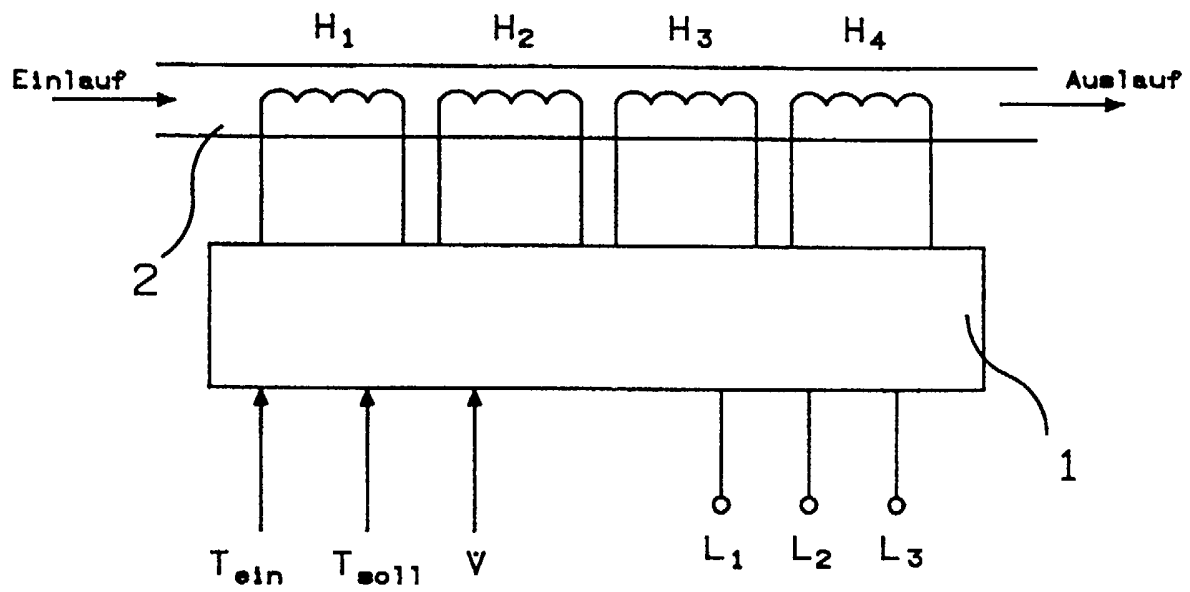


Fig. 1

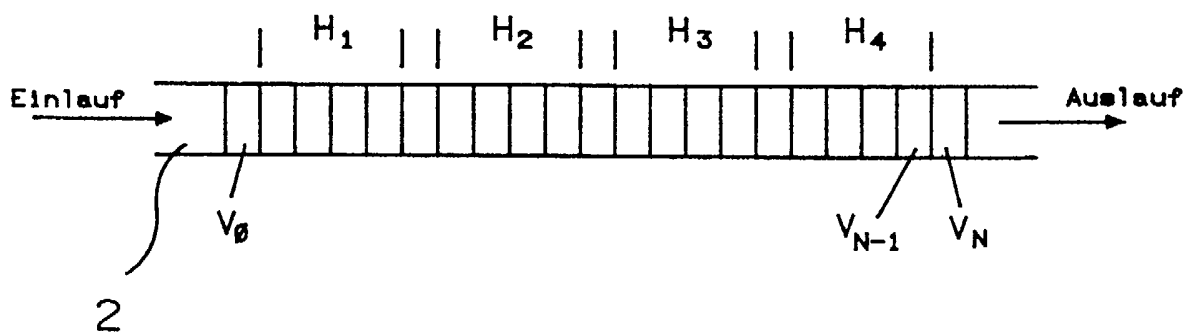


Fig. 2