

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 617 239 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94104268.1**

(51) Int. Cl.⁵: **F24D 19/00**

(22) Anmeldetag: **18.03.94**

(30) Priorität: **23.03.93 DE 4309313**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.09.94 Patentblatt 94/39

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR IT LI NL

(71) Anmelder: **Niederer, Armin**
Rotengasse 361
FL-9491 Ruggell (LI)

(72) Erfinder: **Niederer, Armin**
Rotengasse 361
FL-9491 Ruggell (LI)

(74) Vertreter: **Rau, Manfred, Dr. Dipl.-Ing. et al**
Rau, Schneck & Hübner
Patentanwälte
Königstrasse 2
D-90402 Nürnberg (DE)

(54) **Verfahren zur Überwachung des Verschmutzungs- und/oder Verkalkungszustandes von Wärmetauschern in Heiz- oder Kühlanlagen.**

(57) Bei einem Verfahren zur Überwachung des Verschmutzungs- und/oder Verkalkungszustandes von Wärmetauschern (4) in Heizanlagen werden während deren Betriebs Folge-Betriebsdaten (Temperaturen T_1' bis T_6' , Pumpendrehzahlen n_P' , n_S') turnusmäßig erfaßt und mit den in einem Ausgangszustand, z.B. bei der Erstinbetriebnahme, erfaßten Ursprungs-Betriebsdaten (Temperaturen T_1 bis T_6 , Pumpendrehzahlen n_P , n_S) verglichen. Bei Überschreiten einer zulässigen Abweichung der Folge-Betriebsdaten von den Ursprungs-Betriebsdaten, was in der Regel auf einer Verschmutzung und/oder Verkalkung des Wärmetauschers (4) zurückzuführen ist, wird ein entsprechendes Störsignal ausgegeben.

Entsprechend diesem Verfahren ist eine übliche Heizanlage mit einer Überwachungseinrichtung (28) versehen, mittels der eine Verschmutzung und/oder Verkalkung des Wärmetauschers turnusmäßig automatisch überprüft wird.

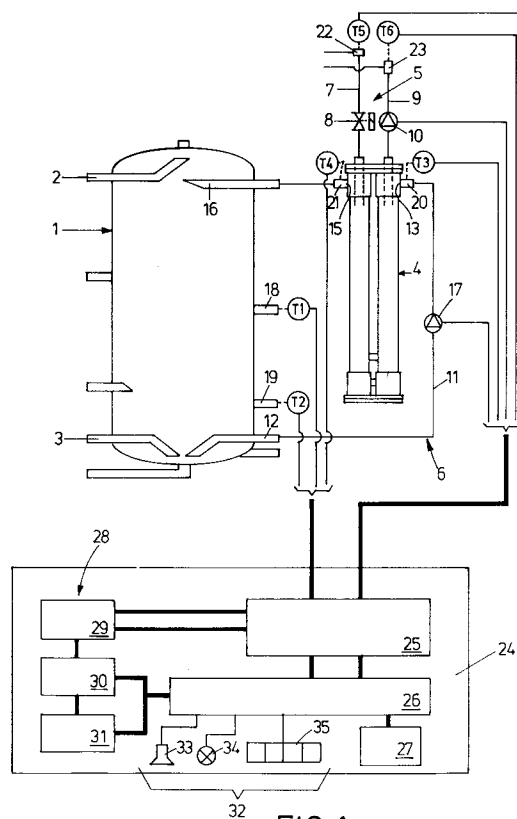


FIG. 1

EP 0 617 239 A2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung des Verschmutzungs- und/oder Verkalkungszustandes von Wärmetauschern in Heizanlagen nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1. Weiterhin betrifft die Erfindung eine solche Heizanlage, die mit einer das erfindungsgemäße Verfahren durchführenden Überwachungseinrichtung versehen ist. Im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der entsprechenden Heizanlage ist vorab nachdrücklich zu betonen, daß die Erfindung gleichermaßen bei Heiz- und Kühlanlagen einsetzbar ist. Obwohl zur Vermeidung einer schwer verständlichen Anspruchsfassung nur auf eine entsprechende Heizanlage abgestellt wurde, versteht es sich, daß ein entsprechendes Überwachungsverfahren im Zusammenhang mit einer Kühlanlage ebenfalls von der Erfindung Gebrauch macht.

Ein grundlegendes Problem bei Heizanlagen mit einem ein Heizmedium, z.B. Heizwasser führenden Primärkreislauf und einem ein aufzuheizendes Medium, also z.B. Brauchwasser, führenden Sekundärkreislauf, liegt darin, daß der die beiden Kreisläufe thermisch koppelnde Wärmetauscher sich während des Anlagenbetriebes aufgrund von Ausflockung, Verschlämzung, Verschmutzung, Verkalkung oder ähnlicher Ablagerungen aufgrund physikalischer oder chemischer Reaktionen während der Temperaturänderung des Heiz- bzw. aufzuheizenden Mediums beim Wärmetauschkvorgang zusetzen kann, da sich die angegebenen Verschmutzungen oder Verkalkungen an den Wärmetauscherflächen und/oder in den Zuführungskanälen zu den Tauscherflächen ablagern können. Dies führt dazu, daß sich die für die Auslegung der Heizanlage zugrundegelegten Parameter, wie Durchflußwiderstände, Durchflußmengen, Druckwerte, Temperaturen, Energieverhältnisse und Leistungen, K-Werte etc., ständig verändern, was das durch die Aufheiz-Regelungsvorrichtung bestimmte Betriebsverhalten negativ beeinflusst. Eine einwandfreie, auslegungskonforme Funktion der Heizanlage ist dadurch in Frage gestellt.

Zur Vermeidung der vorstehenden Probleme ist es notwendig, den Wärmetauscher oder andere von Verschmutzung und/oder Verkalkung betroffene Anlagenteile rechtzeitig auszutauschen oder zumindest zu reinigen. Da die Ablagerungsgeschwindigkeit von Verschmutzungen und/oder Verkalkungen jedoch stark von den Standortbedingungen, wie z.B. der Wasserqualität, abhängt, ist der Zeitpunkt des Eintretens von Störungen nicht vorausbestimmbar. Trotzdem sollten solche Ablagerungen frühzeitig erkannt werden, um Folgeschäden, wie ein Totalausfall, Betriebsunterbrechungen, zu hoher Energieverbrauch, Zerstörung von Anlagenteilen etc., zu verhindern. Darüber hinaus läßt sich z.B. ein Wärmetauscher leichter reinigen, wenn es noch

nicht zu einer totalen Verstopfung der Strömungskanäle darin gekommen ist.

Zur Lösung des vorstehend erörterten Problems existieren bereits Überwachungssysteme, die aktiv den Verschmutzungszustand von Wärmetauschern überwachen. Diese Systeme beruhen z.B. auf der Messung von Differenzdrücken zwischen dem Zu- und Ablauf des Wärmetauschers an der Sekundärseite. Auch eine Überwachung der Durchflußmenge pro Zeiteinheit, die sich mit zunehmender Verschmutzung verringert, wurde bereits praktiziert.

Nachteilig bei derartigen Überwachungssystemen ist, daß die für die Messung zuständigen Anlagenteile wie Druck- oder Durchflußmengen-Messer ebenfalls mit dem aufzuheizenden Medium in Berührung stehen und es auch in ihnen zu einer Verschmutzung oder Zusetzung kommen kann. Damit werden die entsprechenden Meßwerte verfälscht.

Darüber hinaus sind für derartige Überwachungssysteme gesonderte Meßvorrichtungen notwendig, die für die eigentliche Regelung der Heizanlage nicht notwendig wären. Insofern erhöht sich durch solche Überwachungssysteme der konstruktive Aufwand für die Heizanlage erheblich.

Weiterhin können die überwachten Werte aufgrund der unterschiedlichen Auslegungen von Heizanlagen variabel sein, was eine Anpassung der Überwachungseinrichtung an die jeweilige Anlage erforderlich macht.

Ausgehend von der geschilderten Problematik liegt daher der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Überwachung des Verschmutzungs- und/oder Verkalkungszustandes der gattungsgemäßen Art hinsichtlich seiner Zuverlässigkeit zu verbessern und den konstruktiven Aufwand für seine Durchführung zu reduzieren.

Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichnungsteil des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst. Bei der Erfindung wird dabei von der Erkenntnis ausgegangen, daß es nicht notwendig ist, direkt mit der Verschmutzung und/oder Verkalkung der Wärmetauscher zusammenhängende Größen, wie die Differenzdrücke über den Wärmetauscher oder die Durchflußmenge pro Zeiteinheit durch diesen zu überwachen, sondern es genügt, charakteristische Betriebsdaten, die bei der Regelung des Aufheiz-Vorganges in der Heizanlage verwendet werden, zu überwachen. Bestimmte Betriebsdaten, nämlich z.B. die Soll- bzw. Ist-Temperaturen von Heizmedium und aufzuheizendem Medium oder die pumpengesteuerten Fördermengen dieser beiden Heizmedien werden erfasst und deren Veränderung mit zeitlich fortschreitendem Anlagenbetrieb kontrolliert. Diese Betriebsdaten ändern sich nämlich in charakteristischer Weise, wenn sich z.B. der Wärmetauscher sekundärseitig durch Ab-

lagerungen zusetzt. Dies ist im Rahmen des Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Zusammenfassend genügt es also für eine Überwachung des Verschmutzungs- und/oder Verkalkungszustandes von Wärmetauschern in Heizanlagen, in einem Ausgangszustand, insbesondere bei der Erstinbetriebnahme der Heizanlage, die beim Aufheizvorgang auftretenden Betriebsdaten zu erfassen, als Ursprungsbetriebsdaten in einer Speichervorrichtung zu speichern, während des Betriebs der Heizanlage von der Aufheiz-Regelvorrichtung die vorgenannten Betriebsdaten als Folge-Betriebsdaten turnusmäßig erfassen zu lassen, mit den gespeicherten Ursprungs-Betriebsdaten zu vergleichen und das Überschreiten einer definierten Abweichung der Folge-Betriebsdaten von den Ursprungs-Betriebsdaten als Kriterium für eine übermäßige Verkalkung und/oder Verschmutzung des Wärmetauschers zu benützen. Für diesen Fall wird ein Störzustand von der Aufheiz-Regelvorrichtung signalisiert.

In diesem Zusammenhang ist es für die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens von Vorteil, daß moderne Aufheiz-Regelvorrichtungen von Heizanlagen in der Regel als programmierbare Mikroprozessor-Steuerungen ausgestaltet sind, in die problemlos das erfindungsgemäße Überwachungsverfahren unter Abarbeitung der im Kennzeichnungsteil vorgesehenen Verfahrensschritte softwaremäßig inkorporiert werden kann. Dabei ist es von Vorteil, daß nicht alle Betriebsdaten zur Überwachung erfaßt und gespeichert werden müssen. Es genügt, wenn solche bestimmten Betriebsdaten - wie z.B. die Temperaturen des Heizmediums in Vor- und Rücklaufleitung - für die Überwachung zugrundegelegt werden, die sich durch eine signifikante Änderung beim Auftreten der eingangs erwähnten Störzustände auszeichnen.

Zusammenfassend hat das erfindungsgemäße Verfahren mehrere Vorteile. So brauchen keine zusätzlichen Meßelemente etwa für Differenzdrücke zwischen dem Zu- und Ablauf des Wärmetauschers im Sekundärkreislauf oder Meßgeräte für die entsprechenden Durchflußmengen pro Zeiteinheit vorhanden sein. Es wird lediglich auf Betriebsdaten zurückgegriffen, die durch ohnehin in der Aufheiz-Regelvorrichtung vorhandene Meßelemente, wie z.B. Temperaturfühler, geliefert werden, oder zur Regelung an sich, wie z.B. die Drehzahl der drehzahlgesteuerten Umwälzpumpe im Primärkreislauf, eingesetzt werden. Insofern besteht aufgrund des erfindungsgemäßen Verfahrens auch nicht die Gefahr, daß die Überwachung durch Ablagerungen behindert wird.

Die Ansprüche 2 bis 4 und 6 geben vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens an. Näheres dazu ist der Beschreibung der Ausführungsbeispiele zu entnehmen.

Durch die im Anspruch 5 angegebene integrierende Erfassung der Ursprungs- und Folge-Betriebsdaten über eine einstellbare Zeitspanne wird ein fehlerhaftes Ansprechen der Überwachungsvorrichtung vermieden. Durch die zeitliche Integration fällt eine singuläre Fehlmessung z.B. der Temperatur am sekundärseitigen Ablauf des Wärmetauschers - etwa aufgrund einer externen Störung - praktisch nicht ins Gewicht.

Durch die im Anspruch 7 angegebenen Maßnahmen wird die Verlässlichkeit der Folge-Betriebsdaten-Erfassung weiter gesteigert, da die Integralwerte der Ursprungs- und Folge-Betriebsdaten proportional der zugeführten Energie während der Meßzeit sind. Die Betriebsdaten werden also mit einem Normierungsfaktor, in dem die dem Wärmetauscher zugeführte Energie wiedergegeben ist, multipliziert, so daß das Überwachungsergebnis verfälschende Schwankungen in der zugeführten Energie nicht zum Tragen kommen können.

Nach Anspruch 8 findet die turnusmäßige Erfassung der Folge-Betriebsdaten und deren Vergleich mit den Ursprungs-Betriebsdaten bei jedem Anfahren der Heizanlage statt. Damit ist die Häufigkeit der Anwendung des Überwachungsverfahrens automatisch an die Auslastung und Einsatzhäufigkeit der Heizanlage selbst angepaßt.

Anspruch 9 lehrt verschiedene Ansprechverhalten der Heizanlage aufgrund der Ermittlung von Störzuständen.

Nach Anspruch 10 wird das Auftreten eines Störzustandes in einem extern abrufbaren Speicher protokolliert. Diese Maßnahme dient zum Schutz des Installateurs der Heizanlage. Er kann damit nämlich nachweisen, daß bei aufgetretenen Störzuständen der Betreiber der Heizanlage entgegen einschlägigen Wartungsvorschriften z.B. entsprechende optische und/oder akustische Warnsignale mißachtet hat und durch einen vorschriftswidrigen Weiterlauf der Heizanlage z.B. einen Totalausfall verursacht hat.

Die Ansprüche 11 bis 14 betreffen eine Heizanlage zum Aufheizen eines Mediums, insbesondere von Brauchwasser, mittels eines Heizmediums, insbesondere Heizwasser, bei der eine das erfindungsgemäße Überwachungsverfahren durchführende Überwachungseinrichtung vorgesehen ist. Näheres hierzu ist der Beschreibung der Ausführungsbeispiele entnehmbar.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung entnehmbar, in der Ausführungsbeispiele für das erfindungsgemäße Überwachungsverfahren sowie eine entsprechende Heizanlage anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert sind. Es zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Schaubild einer Heizanlage mit Aufheiz-Regelvorrichtung

Fig. 2 tung und
ein Diagramm der Aufheiz-Regelvorrichtung zur Darstellung ihres grundsätzlichen Aufbaus, sowie der Verknüpfung interner funktionaler Gruppen.

Die in den Zeichnungen dargestellte Heizanlage dient zum Aufheizen von Brauchwasser, das mit einer Soll-Temperatur von z.B. 60 °C in dem Kessel 1 gespeichert wird. Letzterer weist einen Warmwasser-Ablauf 2, sowie einen Kaltwasser-Zulauf 3 auf, die mit entsprechenden Warmwasser-Entnahmestellen bzw. einer Kaltwasser-Einspeisung verbunden sind.

Zur Erwärmung des Brauchwassers im Kessel 1 ist ein Wärmetauscher 4 vorgesehen, der einen das Heizwasser führenden Primärkreislauf 5 und einen das Brauchwasser führenden Sekundärkreislauf 6 thermisch miteinander koppelt. Der Primärkreislauf 5 besteht aus einer Vorlaufleitung 7, in der ein elektromagnetisch betätigbares Sperrventil 8 zum Schließen des Primärkreislaufes 5 angeordnet ist. In der Rücklaufleitung 9 ist eine drehzahl-steuerbare Pumpe, nämlich die Primärpumpe 10 zur Umwälzung des Heizwassers im Primärkreislauf 5 angeordnet. Vorlauf- 7 und Rücklaufleitung 9 sind beispielsweise mit einem Heizkessel verbunden, wobei die Temperatur des Heizwassers in der Vorlaufleitung 7 z.B. 75 °C beträgt.

Der Sekundärkreislauf 6 besteht wiederum aus einer Vorlaufleitung 11, die den Kaltwasser-Ablauf 12 am Kessel 1 mit dem sekundärseitigen Eingang 13 des Wärmetauschers 4 verbindet. Eine sekundärseitige Rücklaufleitung 14 verbindet dessen sekundärseitigen Ausgang 15 mit dem Warmwasser-Zulauf 16 des Kessels 1. In der Vorlaufleitung 11 ist eine im Betrieb mit konstanter Drehzahl laufende Pumpe, nämlich die Sekundärpumpe 17 zum Umwälzen des Brauchwassers im Sekundärkreislauf 11 angeordnet.

An verschiedenen Stellen der Heizanlage sitzen Temperaturfühler. So sitzt etwa auf halber Höhe des Kessels der Temperaturfühler 18, der die Temperatur T1 des Brauchwassers erfaßt. Auf deren Basis wird der Heizvorgang gestartet und entsprechend der Heizwasserumlauf im Sekundär- 6 und Primärkreislauf 5 angefahren.

Der Temperaturfühler 19 erfaßt die Brauchwasser-Temperatur T2 im unteren Bereich des Kessels. Erreicht diese Temperatur T2 eine bestimmte Soll-Temperatur von z.B. 60 °C, so wird der Heizvorgang beendet und eine Stillstandsfunktion unter Aufrechterhaltung eines Bereitschaftszustandes der Heizanlage ausgelöst.

Der Temperaturfühler 20 erfaßt die Brauchwasser-Temperatur T3 am sekundärseitigen Eingang 13 des Wärmetauschers 4. Der Temperaturfühler 21 mißt die Brauchwasser-Temperatur T4 am se-

kundärseitigen Ausgang 15 des Wärmetauschers 4, die aufgrund der Regelung der Heizanlage im Betrieb auf einen konstanten Wert von z.B. 60 °C geregelt wird.

Die Temperaturfühler 22 bzw. 23 sind in der primärseitigen Vorlauf- 7 bzw. Rücklaufleitung 9 angeordnet und messen die vorlauf- bzw. rücklaufseitigen Temperaturen T5 bzw. T6 des Heizwassers im Primärkreislauf 5. Die Temperaturen T5 bzw. T6 betragen z.B. 75 °C bzw. 65 °C, wobei letztere Temperatur T6 vom Maß der Energieentnahme und der Durchflußverhältnisse im Wärmetauscher 4 abhängt.

Die Temperaturfühler 18 bis 23 sind mit einer als Ganzem mit 24 bezeichneten Aufheiz-Regelvorrichtung verbunden, die auf der Basis einer programmierbaren Mikroprozessor-Steuerung realisiert ist. Zur Verarbeitung der thermischen Betriebsdaten, nämlich der Temperaturen T1 bis T6 werden die entsprechenden Temperatursignale von den Temperaturfühlern 18 bis 23 in einer Eingangs-/Ausgangs-Einheit in digitale Größen umgewandelt, die von der zentralen Prozessor-Einheit 26 der Aufheiz-Regelvorrichtung 24 verarbeitet werden können. Die Prozessor-Einheit 26 ist nach Art eines Mikroprozessors mit CPU, RAM- und ROM-Speichern ausgebildet. Über die Eingangs-/Ausgangs-Einheit 25 werden auch die Primär- 10 und Sekundärpumpe 17 angesteuert.

Im Normalbetrieb findet die Regelung auf Aufheizvorganges mit Hilfe der Aufheiz-Regelvorrichtung 24 wie folgt statt:

Auf der Basis eines in der Prozessor-Einheit 26 abgespeicherten, beispielsweise über die Eingabe-einheit 27 (Tastatur) eingebbaren Sollwerts für die Temperatur T4 am sekundärseitigen Ausgang 15 des Wärmetauschers 4 wird die Drehzahl n_p der Primärpumpe 10 und damit die im Primärkreislauf 5 zirkulierende Fördermenge an Heizmedium so gesteuert, daß die Temperatur T4 den Sollwert annimmt. Zur Drehzahlregelung dient dabei ein PID-Regler, wie in Fig. 2 angedeutet ist. Im Sekundärkreislauf 6 wird die Sekundärpumpe 17 mit konstanter Drehzahl betrieben. Sie wird also von der Aufheiz-Regelvorrichtung 24 lediglich ein- bzw. ausgeschaltet.

Alternativ zu der beschriebenen Ansteuerung der beiden Pumpen 10,17 können diese auch impuls-gesteuert werden.

Die weiteren Temperaturfühler T1 bis T3, T5 und T6 dienen zur Überprüfung der thermischen Betriebsdaten während der Aufheizregelung bzw. zum Anfahren bzw. Abschalten der Heizanlage. Dies erfolgt in üblicher Weise und bedarf daher keiner näheren Erläuterung.

Die Heizanlage ist ferner mit einer Überwachungseinrichtung 28 versehen, die in der beige-fügten Zeichnung nach Art eines Blockschaltbildes

funktional dargestellt und in die Aufheiz-Regelvorrichtung 24 integriert ist. Die Realisierung der Überwachungseinrichtung 28 in der Praxis erfolgt durch eine entsprechende softwareseitige Auslegung der Programmsteuerung der Aufheiz-Regelvorrichtung.

Die Überwachungseinrichtung 28 ist in funktionaler Hinsicht mit einer Erfassungs-Einrichtung 29 zur Erfassung der thermischen Betriebsdaten T1 bis T6 und der Pumpenbetriebsdaten versehen. Letztere bestehen für den Fall einer drehzahl-gesteuerten Primärpumpe 10 aus der Pumpendrehzahl n_p .

Weiterhin weist die Überwachungs-Einrichtung 28 eine Speichereinrichtung 30 auf, die von der (nicht dargestellten) Speichereinheit der Prozessoreinheit 26 gebildet sein kann. Darüber hinaus ist eine Vergleichseinrichtung 31 vorgesehen, deren Funktion in der Praxis ebenfalls von der Prozessoreinheit 26 wahrgenommen werden kann.

Für die Meldeeinrichtung 32 sind ein Summer 33 als akustische Warnanzeige sowie ein Warnlicht 34 als optische Warnanzeige vorgesehen. Darüber hinaus kommt eine alpha-numerische Anzeigeeinheit in Form einer LCD-Anzeige 35 zum Einsatz. Summer 33, Warnlicht 34 und LCD-Anzeige 35 werden von der Prozessoreinheit 26 im Zusammenhang mit der Überwachungseinrichtung 28 gesteuert. Ebenso ist eine Schnittstelle 42 vorgesehen, über die Warnmeldungen an Peripherie-Einrichtungen in Form entsprechender Daten übermittelt werden können.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Überwachung des Verschmutzungs- und/oder Verkalkungszustandes des Wärmetauschers arbeitet wie folgt: Im Zuge der Erstinbetriebnahme der Heizanlage werden die beim Aufheizvorgang auftretenden Betriebsdaten, nämlich die Temperaturen T1 bis T6 und die für eine Regelung der Temperatur T4 auf einen Sollwert notwendige Pumpendrehzahl n_p der Primärpumpe 10 von der Erfassungseinrichtung 29 erfaßt und als Ursprungs-Betriebsdaten T1 bis T6, n_p in der Speichereinrichtung 30 abgespeichert. Die Abspeicherung der Betriebsdaten erfolgt dabei in Form von Integralwerten, die durch zeitliche Integration der Betriebsdaten über eine Meßzeit von z.B. 3 Minuten ermittelt werden. Weiterhin sind in der Speichereinrichtung 30 die maximal zulässigen Abweichungen der Betriebsdaten im Folgebetrieb von diesen Ursprungs-Betriebsdaten definiert.

Bei jedem Anfahren der Heizanlage nach deren Erstinbetriebnahme werden wiederum von der Erfassungseinrichtung 29 die vorstehend erwähnten Betriebsdaten als Folge-Betriebsdaten T1' bis T6' und n_p' erfaßt und mit den in der Speichereinrichtung 30 abgespeicherten Ursprungs-Betriebsdaten T1 bis T6 und n_p verglichen. Für den Fall, daß der Wärmetauscher 4 im Bereich des Sekundärkreislaufes 6 verstopft ist, wird bei konstanter Drehzahl

n_s der Sekundärpumpe 17 pro Zeiteinheit weniger Brauchwasser durch den Sekundärkreislauf 6 gefördert.

Insofern wird dem Primärkreislauf 5 weniger Energie entzogen, so daß aufgrund der Aufheiz-Regelung die Primärpumpe 10 mit einer niedrigeren Drehzahl n_p' läuft. Sofern dieser Wert z.B. um mehr als 30% vom Ursprungs-Wert n_p nach unten abweicht, wird diese Drehzahl-Änderung Δn_p an der Primärpumpe 10 als Kriterium für das Vorliegen eines Stöorzustandes verwendet, was von der Vergleichseinrichtung 31 detektiert wird. Entsprechend wird von der Meldeeinrichtung 32 über den Summer 33 und das Warnlicht 34 eine entsprechende akustische und optische Warnung ausgegeben. Desgleichen können über die LCD-Anzeige 35 eine entsprechende Störmeldung ausgegeben werden bzw. die Störmeldung nach Art eines Stöorzustandsprotokolls in der extern abrufbaren Speichereinrichtung abgelegt werden.

Im übrigen können die vorstehend genannten Integralwerte der Pumpen-Drehzahl n_p , n_p' bei der Ursprungs- und Folge-Betriebs-Datenerfassung mit einem Korrekturfaktor K multipliziert werden, der proportional ist der Differenz der Temperaturen T5 und T6 des Heizmediums in der Vorlauf- 7 bzw. Rücklaufleitung des Primärkreislaufes 5.

Als weitere Alternative für ein erfindungsgemäßes Überwachungsverfahren bietet es sich an, bei der Folge-Betriebsdaten-Erfassung kurzzeitig mit der bei der Ursprungs-Betriebsdaten-Erfassung verwendeten Pumpendrehzahl n_p das Heizmedium durch den Primärkreislauf 5 zu fördern. Für den Fall, daß der Wärmetauscher nach wie vor unverschmutzt ist, wird sich bei entsprechend übereinstimmenden Temperaturen T3, T5, wieder die gewünschte Temperatur T4 am sekundärseitigen Ausgang 15 des Wärmetauschers einstellen. Falls der Wärmetauscher 4 verstopft ist, wird die Temperatur T4' erheblich von der sich bei der Ursprungs-Betriebsdaten-Erfassung einstellenden und einem Sollwert entsprechenden Temperatur T4 abweichen, was wiederum als Kriterium für das Vorliegen eines Stöorzustandes verwendet werden kann.

In Fig. 2 sind diejenigen Teile und funktionalen Baugruppen, die bereits in Fig. 1 gezeigt sind, mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen. Über Fig. 1 hinaus sind in Fig. 2 noch ein Netzteil 36, eine Echtzeituhr 37, zusätzliche Meldeeinrichtungen in Form von Warnanzeigen 38 bzw. 39 für eine zu hohe bzw. zu niedrige Vorlauftemperatur T5 im Primärkreislauf 5, eine Betriebsdatenausgabe 40 für die Ladezeit und die Anzahl der Betriebstage, sowie ein Steuerzweig 41 für einen Brenner eingezeichnet.

Diese Bauteile dienen dem üblichen Betrieb bekannter Heizanlagen und bedürfen daher keiner

tiefergehenden Erörterung.

Zusammenfassend ist darauf hinzuweisen, daß für die Überwachung des Verschmutzungs- und/oder Verkalkungszustandes alternativ folgende weiteren Betriebsdaten herangezogen werden können:

- T3: Temperatur am sekundärseitigen Wärmetauschereingang 13
- T5: Temperatur am primärseitigen Wärmetauschereingang
- T6: Temperatur am primärseitigen WärmetauscherAusgang
- n_s : Pumpenansteuerungswert für Sekundärpumpe 17 (bei Drehzahl- oder Impulsregelung).

Im folgenden soll ein weiteres Beispiel für eine Überwachung des Verschmutzungs- und/oder Verkalkungszustandes des Wärmetauschers 4 auf der Basis der vorgenannten Temperaturen T3, T5 und T6 erläutert werden:

Im unverschmutzten Neuzustand des Wärmetauschers wird in einem Betriebszustand, wie er beim Start der Anlage häufig zu erwarten ist, die drehzahlgeregelte Primärpumpe 10 gestartet und der Sollwert der Vorlauftemperatur T5 am primärseitigen Wärmetauschereingang erreicht. Anschließend wird die ungeregelte, also mit konstanter Drehzahl laufende Sekundärpumpe 17 in Betrieb gesetzt. Nach dem Abziehen der Stauwärme im Wärmetauscher 4 wird nach einer bestimmten Zeit (etwa 45 Sekunden) die Solltemperatur T4 am sekundärseitigen WärmetauscherAusgang 15 durch eine entsprechende Regelung der Pumpendrehzahl der Primärpumpe 10 erreicht.

In diesem Ursprungszustand wird die sogenannte "Ursprungsmessung" manuell eingeleitet und die Temperatur T3 am sekundärseitigen Wärmetauschereingang gemessen und gespeichert. Gleichzeitig wird der Integralwert der Differenz ($T5 - T6$) der Temperaturen T5 und T6 am primärseitigen Wärmetauschereingang bzw. WärmetauscherAusgang über eine Zeit von t von z.B. 2 Minuten erfaßt und durch diese Zeitspanne t dividiert. Das Ergebnis $(T5 - T6)_m$ wird gespeichert und mit einem Faktor f in der Größenordnung von z.B. 0,3 bis 0,8 multipliziert. Dieser Faktor f wird über eine entsprechende Eingabe an der Aufheiz-Regelvorrichtung 24 definiert und legt das Maß für die maximal zulässige Abweichung der entsprechenden Folge-Betriebsdaten fest.

Während des Betriebs des Wärmetauschers werden Kontrollmessungen entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren bei jedem Startvorgang der Aufheizvorrichtung automatisch initiiert, sofern die Temperaturen T3' und T5' annähernd den Temperaturen T3 und T5 bei der Ursprungsmessung entsprechen.

Es wird wiederum über eine bestimmte Zeitspanne der Integralwert der Differenz ($T5' - T6'$) erfaßt und durch die Zeitspanne t dividiert. Erreicht oder unterschreitet nun der Integralwert $(T5' - T6')_m$ den ursprünglich ermittelten Integralwert $(T5 - T6)_m \times f$, wird eine Alarmfunktion ausgelöst, wie dies vorstehend erörtert wurde.

Die Temperaturen T1, T2 werden in der Regel nur für die Steuerung der Heizanlage, nicht jedoch für die Überwachung von Verschmutzung/Verkalkung herangezogen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung des Verschmutzungs- und/oder Verkalkungszustandes von Wärmetauschern (4) in Heizanlagen mit einem ein Heizmedium, insbesondere Heizwasser, führenden Primärkreislauf (5) und einem ein aufzuheizendes Medium, insbesondere Brauchwasser, führenden Sekundärkreislauf (6), wobei der Aufheizvorgang des aufzuheizenden Mediums auf der Basis von Betriebsdaten, nämlich von Temperaturen (T1 bis T6) von Heizmedium und aufzuheizendem Medium sowie der Ansteuerungsdaten (n_s , n_p) für Pumpen (Primär- 10, Sekundärpumpe 17) zur Förderung des Heizmediums und/oder aufzuheizenden Mediums durch den Wärmetauscher mittels einer Aufheiz-Regelvorrichtung (24) geregelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Ausgangszustand, insbesondere bei der Erstinbetriebnahme der Heizanlage, beim Aufheizvorgang auftretende Betriebsdaten (T1 bis T6, n_p) erfaßt und als Ursprungs-Betriebsdaten (T1 bis T6, n_p) in einer Speichereinrichtung (30) gespeichert werden und daß während des Betriebs der Heizanlage von der Aufheiz-Regelvorrichtung (24) vorgenannte Betriebsdaten als Folge-Betriebsdaten (T1' bis T6', n_p') turnusmäßig erfaßt sowie mit den gespeicherten Ursprungs-Betriebsdaten (T1 bis T6, n_p) verglichen werden und daß durch das Überschreiten einer definierten Abweichung (Δn_p , $\Delta T4$) der erfaßten Folge-Betriebsdaten (T1' bis T6', n_p') von den erfaßten Ursprungs-Betriebsdaten (T1 bis T6, n_p) ein auf Verkalkung und/oder Verschmutzung des Wärmetauschers (4) beruhender Stöorzustand signalisiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während der Ursprungs- und Folge-Betriebsdaten-Erfassung die Temperaturen (T5, T4) in der Heizmedium-Vorlaufleitung (7) im Primärkreislauf (5) sowie am Wärmetauscher-Ausgang (15) im Sekundärkreislauf (6) als thermische Betriebsdaten von der Aufheiz-Regelvorrichtung konstant gehalten werden

- und die Änderung (Δn_p) der Ansteuerungsdaten für die Pumpen (Primär-10, Sekundärpumpe 17) zur Förderung des Heizmediums und/oder aufzuheizenden Mediums zwischen Ursprungs- und Folge-Betriebsdaten-Erfassung als Kriterium für das Vorliegen eines Störzustandes verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei im Sekundärkreislauf (6) das aufzuheizende Medium mit zeitlich konstanter Pumpendrehzahl (n_s) gefördert wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl-Änderung (Δn_p) der drehzahlgesteuerten Pumpe (Primärpumpe 10) im Primärkreislauf (5) zwischen Ursprungs- und Folge-Betriebsdaten-Erfassung als Kriterium für das Vorliegen eines Störzustandes verwendet wird. 10
 4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während der Ursprungs- und Folge-Betriebsdaten-Erfassung die Temperatur (T5) in der Heizmedium-Vorlaufleitung (7) im Primärkreislauf (5) und die Ansteuerungsdaten (n_p , n_s) für die Pumpen (Primär- 10, Sekundärpumpe 17) zur Förderung des Heizmediums und aufzuheizenden Mediums im Primär- (5) und Sekundärkreislauf (6) kurzzeitig konstant gehalten werden und die Änderung der Temperatur (T4) des aufzuheizenden Mediums am Wärmetauscher-Ausgang (15) des Sekundärkreislaufes (6) und/oder der Temperatur (T6) in der Heizmedium-Rücklaufleitung (9) im Primärkreislauf (5) zwischen Ursprungs- und Folge-Betriebsdaten-Erfassung als Kriterium für das Vorliegen eines Störzustandes verwendet wird. 20 25 30 35
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ursprungs- und Folge-Betriebsdaten-Erfassung jeweils integrierend über eine einstellbare Zeitspanne erfolgt. 40
 6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Ursprungs- und Folge-Betriebsdaten-Erfassung jeweils die Temperaturen (T5, T6) des Heizmediums in der Vorlauf- (7) bzw. Rücklaufleitung (9) erfaßt werden und die Änderung des über eine Zeitspanne (Δt) integrierten Differenzwertes (T5 bis T6) der beiden vorgenannten Temperaturen (T5, T6) des Heizmediums als Kriterium für das Vorliegen eines Störzustandes verwendet wird. 45 50
 7. Verfahren nach den Ansprüchen 3 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Integralwerte der Pumpen-Drehzahl (n_p) bei der Ursprungs- und Folge-Betriebsdaten-Erfassung mit einem Korrekturfaktor (K), gebildet aus der Differenz der Temperaturen (T5, T6) des Heizmediums in der Vorlauf- (7) bzw. Rücklaufleitung (9) des Primärkreislaufes (5) multipliziert werden. 5
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Folge-Betriebsdaten-Erfassung und der Vergleich der entsprechenden Folge-Betriebsdaten (T1' bis T6', n_p' , n_s') mit den Ursprungs-Betriebsdaten (T1 bis T6, n_p , n_s) bei jedem Anfahren der Heizanlage durchgeführt werden. 10
 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ermittlung eines Störzustandes ein optisches und/oder akustisches Warnsignal abgegeben und/oder die Heizanlage abgeschaltet wird. 15
 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Auftreten eines Störzustandes in einem extern abrufbaren Speicher protokolliert wird. 20
 11. Heizanlage zum Aufheizen eines Mediums, insbesondere von Brauchwasser, mittels eines Heizmediums, insbesondere Heizwasser, mit
 - einem Primärkreislauf (5) für das Heizmedium,
 - einem Sekundärkreislauf (6) für das aufzuheizende Medium, der vorzugsweise mit einem Speichertank (Kessel 1) für das aufzuheizende Medium verbunden ist,
 - einem Wärmetauscher (4) zur thermischen Kopplung von Primär- (5) und Sekundärkreislauf, (6)
 - einer drehzahl- oder impuls gesteuerten Umwälzpumpe (Primärpumpe 10) im Primärkreislauf (5),
 - einer geregelten oder ungeregelten Umwälzpumpe (Sekundärpumpe 17) im Sekundärkreislauf (6),
 - Temperaturfühlern (18 bis 23) zumindest in der Heizmedium-Vorlauf-(7) und Rücklaufleitung (9) im Primärkreislauf (5) sowie am Wärmetauscher-Eingang (10) und -Ausgang (15) im Sekundärkreislauf (6),
 - einer Aufheiz-Regelvorrichtung (24), die unter Erfassung der von den vorgenannten Temperaturfühlern (18 bis 23) generierten Betriebsdaten (T1 bis T6) entsprechend einstellbarer Sollwerte die Umwälzpumpen (Primärpumpe 10, Sekundärpumpe 16) im Primär- (5) und Sekundärkreislauf (6) mit entsprechenden Pumpen-Betriebsdaten (n_p) steuert, und

- einer Überwachungseinrichtung (28) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10
dadurch gekennzeichnet, daß
die Überwachungseinrichtung (28) auf- 5
weist:
 - eine Erfassungseinrichtung (29) zur Erfassung von Temperatur- und Pumpen-Betriebsdaten (T1 bis T6, n_p , n_s),
 - eine Speichereinrichtung (30) zur Abspei- 10
cherung der in einem Ausgangszustand, insbesondere bei der Erstinbetriebnahme der Heizanlage erfaßten Ursprungs-Betriebsdaten (T1 bis T6, n_p , n_s) und der zulässigen Abweichungen der Folge-Betriebsdaten (T1' bis T6', n_p') von den Ursprungs-Betriebsdaten (T1 bis T6, n_p , n_s), 15
 - eine Vergleichseinrichtung (31) zum jeweiligen Vergleich der abgespeicherten Ursprungs-Betriebsdaten (T1 bis T6, n_p , n_s) mit den jeweils turnusmäßig erfaßten Folge-Betriebsdaten (T1' bis T6', n_p' , n_s') und zur Feststellung eines Störzustandes bei Überschreiten der zulässigen Abwei- 20
chungen der Folge-Betriebsdaten (T1' bis T6', n_p' , n_s') von den Ursprungs-Betriebsdaten (T1 bis T6, n_p , n_s), sowie 25
 - eine Meldeeinrichtung (32) zur Ausgabe einer Störmeldung für den Fall eines festgestellten Störzustandes. 30
- 12.** Heizanlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassungs- (29), Speicher- (30) und Vergleichseinrichtung (31) in die 35
Aufheiz-Regelvorrichtung (24) integriert sind.
- 13.** Heizanlage nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassungs- (29), Speicher- (30) und Vergleichseinrichtung (31) als programmgesteuertes Mikroprozessor-System (Prozessoreinheit (26) ausgebildet 40
sind.
- 14.** Heizanlage nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Meldeeinrichtung (32) als akustische (Summer 33) und/oder optische Warnanzeige (Warnlicht 34) und/oder alpha-numerische Anzeigeeinheit, insbesondere LCD-Anzeige (35) und/oder Da- 45
ten-Schnittstelle (42) zu Peripherieeinrichtungen ausgebildet ist. 50

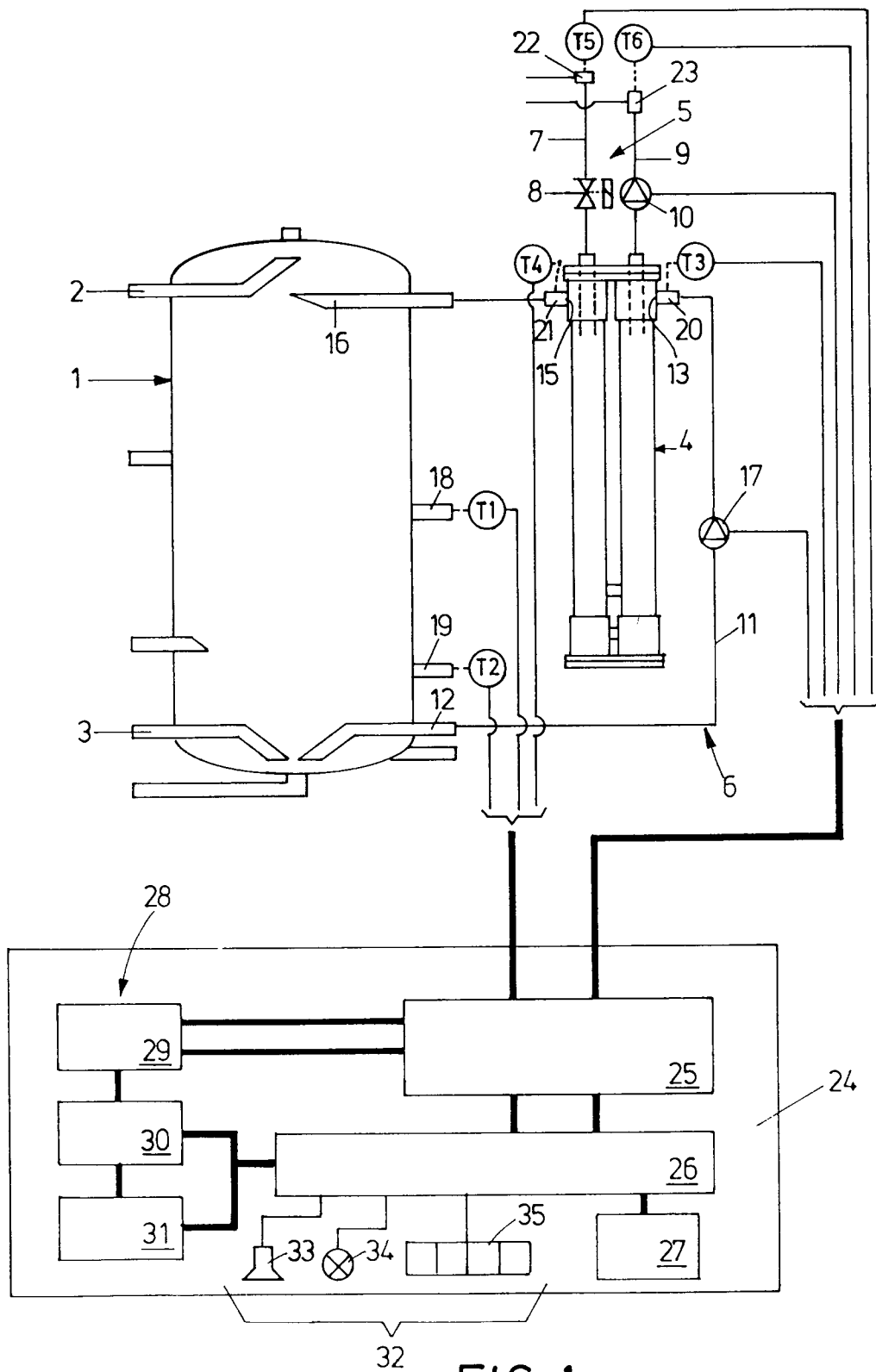


FIG. 1

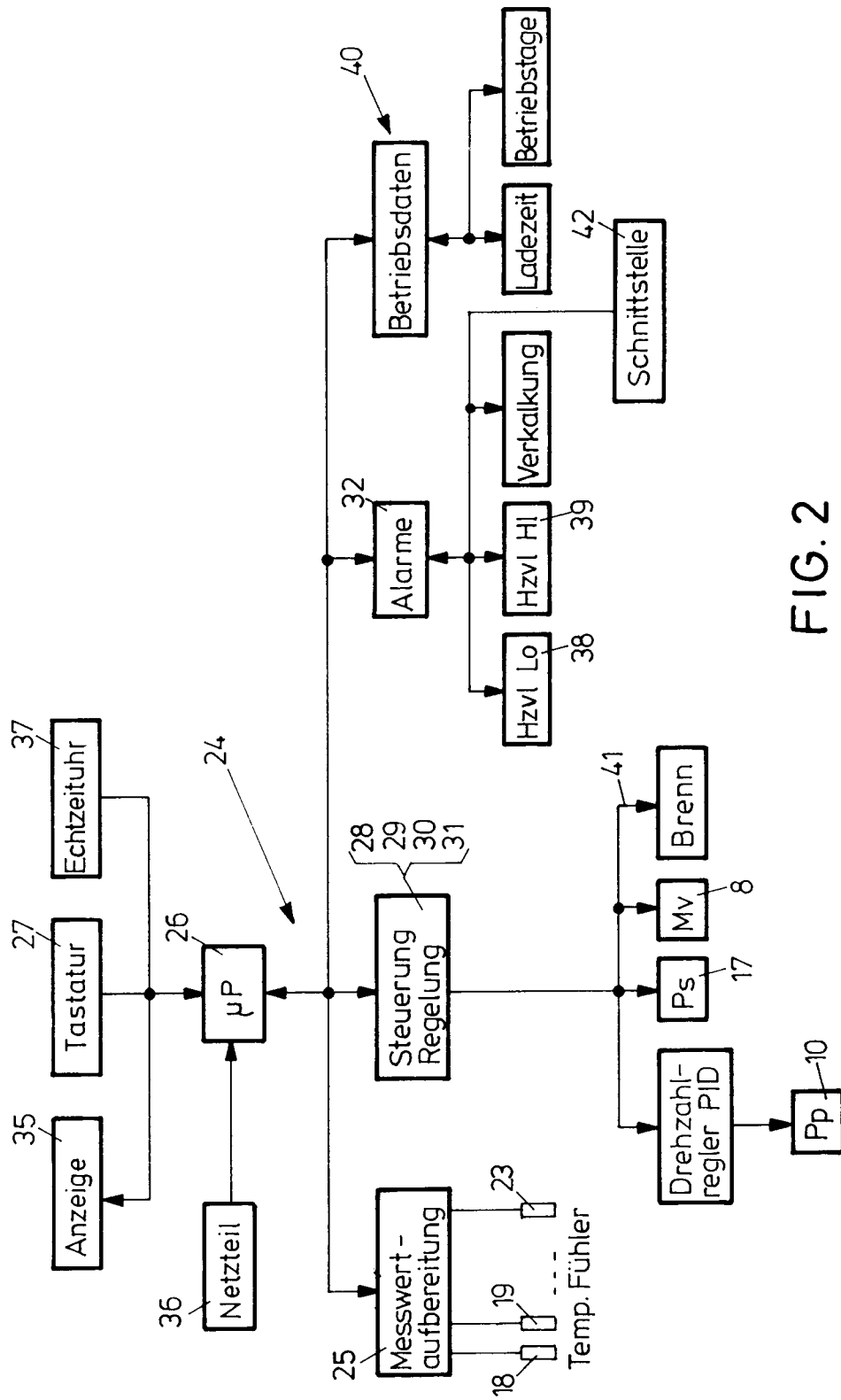


FIG. 2