



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 101 28 444 B4** 2007.04.19

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 28 444.6**  
(22) Anmeldetag: **12.06.2001**  
(43) Offenlegungstag: **19.12.2002**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **19.04.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F24D 19/10** (2006.01)  
**G05B 11/36** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

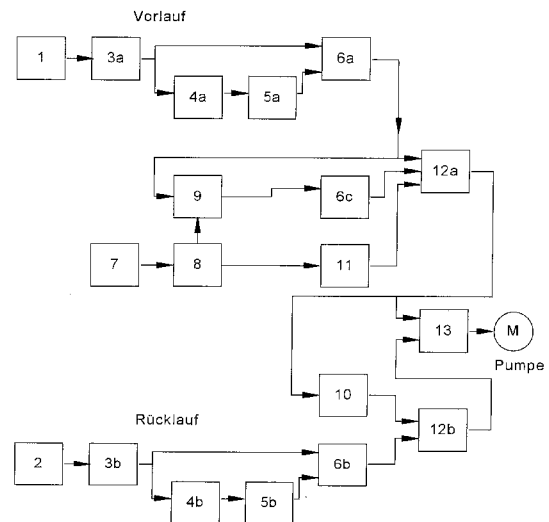
(73) Patentinhaber:  
**Clauß, Ulrich, Dr.-Ing., 08297 Zwönitz, DE**

(72) Erfinder:  
**gleich Patentinhaber**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**DE 197 34 361 A1**  
**DE 35 22 344 A1**

(54) Bezeichnung: **Anordnung und Verfahren zur bedarfsabhängigen automatischen Steuerung von Warmwasser-Zirkulationspumpen**

(57) Hauptanspruch: Anordnung zur bedarfsabhängigen automatischen Steuerung von Warmwasser-Zirkulationspumpen mit wenigstens einem im oder am Leitungssystem angeordneten Sensor, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Größenkomparator vorhanden ist, dessen Signaleingang mit dem Ausgang des Sensors oder eines dem Sensor nachgeschalteten Signalverarbeitungsmoduls direkt verbunden ist, während dessen Referenzeingang mit dem gleichen Ausgangssignal über einen zwischengeschalteten Spitzenwertspeicher verbunden ist und/oder dass das Ausgangssignal des Größenkomparators mit dem akkumulierenden Eingang eines zyklisch umlaufenden Signalspeichers verbunden ist.



**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft das Gebiet der zentralen Warmwasserversorgung in Gebäuden. Um eine ständige Bereitstellung von Warmwasser an allen vorhandenen Zapfstellen eines Versorgungssystems zu gewährleisten, ist es nach dem Stand der Technik üblich, einen Zirkulationskreislauf, bestehend aus einer Vorlauf- oder Steigleitung und einer Rücklauf- oder Zirkulationsleitung, der mit einer elektrischen Umwälzpumpe in ständiger Bewegung gehalten wird, zu installieren. Mit dieser ständigen Zirkulation ist ein kontinuierlicher Energieverlust durch Wärmeabgabe des Rohrsystems und für den Betrieb der Pumpe verbunden.

**[0002]** Um eine Zirkulationspumpe möglichst nur bei Bedarf zu aktivieren und bei längeren Perioden ohne Wasserentnahme abzuschalten, sind folgende technischen Lösungen bekannt:

- 1) Aktivierung der Pumpe durch direktes manuelles Auslösen, beispielsweise durch Schalter, die in der Nähe der Zapfstellen angeordnet sind. Solche Systeme bedingen elektrischen Installationsaufwand und sind unkomfortabel bei der Nutzung.
- 2) Erkennen einer Warmwasserentnahme mittels elektromechanischer Sensoren, beispielsweise Druck- oder Strömungssensoren, im Rohrleitungsnetz und automatisches Aktivieren der Pumpe nach Bedarf. Nachteilig ist bei dieser Lösung der Installationsaufwand zum Einbau der Sensoren, besonders in bereits bestehende Anlagen, sowie der in mechanischen Systemen in der Regel auftretende Verschleiß sich bewegender Elemente.
- 3) Erkennen einer Warmwasserentnahme mittels thermoelektrischer Sensoren, die an der Außenseite der Rohrleitungen angebracht sind, und automatisches Aktivieren der Pumpe nach Bedarf, wie z. B. in der OS DE 35 22 344 beschrieben. Aufgrund unterschiedlicher Bedingungen, die sich aus verschiedenen Rohrwerkstoffen, den Strömungsbedingungen im Zirkulationskreislauf und der Aufheiztemperatur des Warmwasserspeichers ergeben, ist die Festlegung eines allgemeingültigen Schwellenwertes für das Erkennen einer Entnahme schwierig und unzuverlässig. Insbesondere für die Serienproduktion universell einsetzbarer Steuerungen ist dies problematisch.

**[0003]** Allen hier genannten Lösungen haftet zusätzlich der Nachteil an, dass die Aktivierung der Zirkulationspumpe immer erst im Zeitpunkt des akuten Bedarfs erfolgt, so dass stets eine Wartezeit bis zum Eintreffen des warmen Wassers an der Zapfstelle vergeht.

- 4) Festlegen von Aktivierungszeiten der Pumpe mittels programmierbarer Schaltuhr. Da die Ent-

nahmezeiten nur sehr ungenau vorbestimmt werden können, kommt es bei dieser Lösung häufig zu unnötigen Aktivierungen der Zirkulation ohne wirklichen Bedarf einerseits und zu Versorgungslücken bei ungeplanten Bedarfszeiten andererseits. Außerdem sind wiederholte Nutzereingriffe zur Anpassung der Programmierung erforderlich.

**[0004]** Ferner wird in der OS DE 197 34 361 ein selbstlernendes Tagesheizprofil vorgeschlagen, ohne ausreichend die technische Umsetzung zu beschreiben. Die aus der Offenlegung erkennbare technische Lösung geht von einer uhrzeitlichen Zuordnung der erkannten Zapfungen mittels gespeicherter Listen aus und schlägt eine Quarzuhr, bzw. einen Empfänger für ein Funkuhrsignal, das der Zeitzuordnung dient, vor. Die Signalverarbeitung soll jedes einzelne Zapfereignis gemeinsam mit der Uhrzeit, zu der die Zapfung erfolgt, als Liste speichern. Der dafür zu erwartende verfahrens- und gerätetechnische Aufwand in einer denkbaren Realisierung dürfte sehr groß sein, auch hinsichtlich des Wartungsaufwands. Nicht berücksichtigt werden Unschärfen der Entnahmezeiten, wie sie selbst bei Uhrzeit gebundenen Gewohnheiten, z. B. während der täglichen Morgentoilette unvermeidlich sind. Weiterhin werden keine Aussagen über die Behandlung von Veränderungen in den Nutzergewohnheiten getroffen.

## Aufgabenstellung

**[0005]** Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, die Schaltschwellen zur sicheren Erkennung einer Wasserentnahme automatisch an die vorhandenen, aktuellen Gegebenheiten zu adaptieren und die Vorteile einer bedarfsabhängigen Aktivierung der Zirkulationspumpe mit jenen einer Zeitprogrammierung zu kombinieren, ohne dass Programmierarbeiten durch den Nutzer erforderlich sind.

**[0006]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass die Steuerung in zweckmäßiger Weise mit Speicherelementen ausgestattet wird, die veränderliche Schaltschwellen zur Erkennung einer Wasserentnahme, sowie das tages- oder wochenzeitabhängige Entnahmeprofil, speichern. Die gespeicherten adaptiven Schaltschwellen dienen dabei einer höheren Zuverlässigkeit beim Erkennen von Warmwasserentnahmen, somit also dem sicheren Einschalten der Zirkulationspumpe bei Bedarf. Die gespeicherten Entnahmeprofile werden für die prädiktive Aktivierung der Zirkulationspumpe unmittelbar vor regelmäßig wiederkehrenden Entnahmephasen ausgewertet.

**[0007]** Die Schaltschwellen zur dualen Erkennung einer Wasserentnahme aus einem analog vorliegenden, vorverarbeiteten Sensorsignal müssen so gewählt werden, dass einerseits eine möglichst hohe Erkennungsempfindlichkeit, andererseits aber eine

möglichst kleine Fehlauflösungsrate erzielt wird.

**[0008]** Als Kriterium für die Höhe dieser Schwelle wird erfindungsgemäß das über längere Zeiträume auftretende Signalmaximum, das ein Maß für die Signalpegelverhältnisse insgesamt darstellt, gespeichert. Wird ein Signal mit höherer Amplitude als das gespeicherte Maximum erkannt, so wird diese Amplitude als neuer Maximalwert gespeichert. Um das gespeicherte Maximum wieder zurückführen zu können, wenn die Höhe der über längere Zeit auftretenden Signalmaxima sinkt, wird es kontinuierlich als Funktion der Zeit langsam wieder abgebaut. Treten also, beispielsweise bei einem Temperatursensor in Folge einer geringeren Pufferspeichertemperatur, nur noch kleine Maximalpegel auf, so wird der gespeicherte Maximalwert sukzessiv immer weiter gesenkt, bis er von den kleineren Signalspitzen auf einem niedrigeren Pegel gehalten wird.

**[0009]** Als technische Ausführung der beschriebenen Funktion zur Ermittlung des partiellen Maximalwertes kommen beispielsweise analoge Spitzenwertdetektoren bekannter Bauart mit definierter Entladezeitkonstante oder Softwaremodule in Mikrocontrollern in Frage.

**[0010]** Bevor der gespeicherte Maximalwert mit dem momentanen Signal verglichen werden kann, ist er mittels Spannungsteiler oder Softwarefunktion so abzuschwächen, dass der daraus bestimmte Schwellenwert ein definierter Teil davon ist. Die Abschwächer-Funktion kann dabei auch nichtlinear und nach oben und unten begrenzt sein, um große Signalamplituden anders zu behandeln als kleine und um Rauschvorgänge und starke Störampplituden zu unterdrücken.

**[0011]** Das momentane, vom Sensor erzeugte, Signal gelangt zu einem Größenkomparator, wo es mit dem aktuell gültigen Schwellenwert verglichen wird. Übersteigt das Signal den Schwellenwert, so erzeugt der Komparator ein entsprechendes duales Ausgangssignal, um damit eine erkannte Warmwasserentnahme anzuzeigen.

**[0012]** Das Komparator-Ausgangssignal kann entweder direkt zum Einschalten der Zirkulationspumpe dienen oder vorher zusätzlich geprüft werden. So erhöht die Prüfung, ob das Signal innerhalb einer bestimmten Zeit beständig ist, die Erkennungssicherheit.

**[0013]** In ähnlicher Weise kann ein weiterer Signalzweig zur Verarbeitung eines Sensorsignales von der Rücklaufleitung des Zirkulationssystems aufgebaut sein, um Informationen zum Verhalten des Systems nach dem Einschalten der Zirkulationspumpe zu gewinnen und Schlußfolgerungen auf den zweckmäßigen Abschaltzeitpunkt zu treffen.

**[0014]** Zur Ermittlung und Speicherung von Warmwasser-Entnahmeprofilen wird die gesamte Periode eines wiederkehrenden Zyklus in gleiche Zeitsegmente geteilt. Jedem Segment wird ein Signalspeicher mit einer eindeutigen Adresse zugeordnet. Ein Adressenzähler sorgt für die zyklische Adressierung der Signalspeicher zur zugehörigen Zeit. Wird eine Warmwasserentnahme erkannt, so wird dem gerade aktiven Speicherinhalt ein Werte- oder Ladungspaket bestimmter Größe hinzuaddiert. Wiederholen sich solche Ereignisse immer zur gleichen Zeit, so bildet sich an der betreffenden Speicherposition ein deutliches Maximum heraus. Sind Ereignisse eher zufällig, so gehen diese in einem allgemeinen Rauschpegel unter.

**[0015]** Um einerseits zu verhindern, dass sich die Speicherinhalte stetig weiter aufaddieren und eine physikalische Sättigungsgrenze erreichen, andererseits um ältere Ereignisse mit einer kleineren Wichtigkeit zu behandeln als jüngere, erfolgt eine sukzessive Entladung der Speicherinhalte. Hierzu werden die Speicherinhalte regelmäßig, zweckmäßigerweise im Zeitintervall eines Umlaufzyklus, um einen festen Betrag reduziert oder durch einen Koeffizienten geteilt.

**[0016]** Der beschriebene Vorgang ist insgesamt mit einem Lernvorgang vergleichbar, bei dem die Ereignisse um so mehr in Vergessenheit geraten, je weiter sie zurückliegen.

**[0017]** Damit die Abgrenzung zwischen den einzelnen Zeitintervallen nicht unnötig scharf ist, kann die Speicherung neuer Ereignisse nicht nur auf den gerade aktiven Speicher, sondern mit kleinerer Wichtigkeit gemäß einer Verteilungsfunktion auch auf die benachbarten Speicher erfolgen.

**[0018]** Zur Nutzung des gespeicherten Entnahmeprofiles wird vorausschauend um eine bestimmte Anzahl von Zeitsegmenten der Speicherwert mit einem Schwellenwert verglichen. Wird dieser Schwellenwert überschritten, so erfolgt das Starten der Zirkulationspumpe, um bereits vor Beginn der vorausgesagten Entnahme warmes Wasser in das Rohrsystem zu pumpen.

#### Ausführungsbeispiel

**[0019]** Anhand eines Ausführungsbeispiels soll die Erfindung erläutert werden ([Fig. 1](#)).

**[0020]** Ein Temperatursensor **1**, der am Vorlaufrohr der Warmwasserversorgung befestigt ist, ist mit einem Differenzierer **3a** verbunden. Das Ausgangssignal dieses Differenzierers wird gleichzeitig einem Größenkomparator **6a** und einem Spitzenwertdetektor und -speicher **4a** zugeführt. Der gespeicherte Spitzenwert durchläuft einen Abschwächer **5a** und dient dem Größenkomparator als Referenz- oder

Schwellenwert. Eine gleiche Struktur **3b–6b** verarbeitet das Signal eines Temperatursensors **2** am Rücklaufrohr, um eine Information darüber zu erzeugen, wann der Zirkulationskreislauf vollständig erwärmt ist. Der Signalausgang der beiden Komparatoren **6a** und **6b** wird jeweils über eine logische Verknüpfung **12a** und **12b** geführt, deren Ausgänge den Schalter für die Zirkulationspumpe ein- (Vorlaufsignal) oder ausschalten (Rücklaufsignal).

**[0021]** Erkennt der Komparator ein Signal am Ausgang des Differenzierers, das größer ist, als der abgeschwächte, im Spitzenwertspeicher gespeicherte Maximalwert, so heißt das, am Sensor wurde ein signifikanter Temperaturanstieg festgestellt, weshalb die Zirkulationspumpe eingeschaltet wird. Übersteigt das Signal am Eingang des Spitzenwertdetektors den bisher gespeicherten Wert, so wird dieser Wert auf die Größe des neuen Maximums aus dem Eingangssignal erhöht. Ohne Rücksicht auf die Signale am Eingang des Spitzenwertdetektors erfolgt außerdem eine kontinuierliche Entladung des jeweils gespeicherten Wertes mit einer Zeitkonstante, die deutlich über den durchschnittlichen Zeitintervallen zwischen zwei Einschaltzeitpunkten der Zirkulationspumpe liegt. Die dem Zweig des Vorlauf-Sensors nachgeschaltete logische Verknüpfung **12a** überträgt ein Einschaltsignal des Komparators erst dann an den Pumpenschalter, wenn dieses über eine bestimmte Zeit gültig war, um kurzzeitige Störungen zu eliminieren.

**[0022]** Der ähnlich strukturierte Signalzweig des Rücklauf-Sensors **2** funktioniert in der gleichen beschriebenen Weise. Um die Zirkulationspumpe aber erst dann abzuschalten, wenn sich die Temperatur auf einen Endwert stabilisiert hat, erfolgt hier das Auslösen des Pumpenschalters erst dann, wenn erstens der Komparator reagiert hat, also ein Temperaturanstieg registriert wurde, und danach zweitens das Komparatorsignal wieder zurückgesetzt wurde, dieser Anstieg also nicht mehr vorhanden ist, weil die Endtemperatur erreicht wurde.

**[0023]** Zur Speicherung eines tages- oder wochenzeitabhängigen Entnahmeprofiles ist dem Größenkomparator **6a** zusätzlich der Eingang eines zyklischen Speichers **9** mit einem Adressenzähler **8**, der von einem Taktgenerator **7** gesteuert wird, nachgeschaltet. Dieser zyklische Speicher unterteilt beispielsweise ein Intervall von 24 Stunden in 144 Segmente von je 10 Minuten Dauer. Der Adressenzähler generiert also alle 10 Minuten eine nachfolgende Adresse. Sind **24** Stunden erreicht, also 144 Speicherplätze durchgezählt, so beginnt der Zyklus von vorn. Jeder Einschaltvorgang, der vom Vorlauf-Sensor ausgelöst wird, bewirkt das Aufaddieren eines definierten Ladungs- oder Wertepakets auf den Speicherplatz, der zur aktuellen Zeit gerade vom Adressenzähler ausgewählt ist. Gleichzeitig erfolgt auch

eine Addition auf die benachbarten Speicherstellen, jedoch mit geringerer Wichtung, beispielsweise entsprechend einer Glockenkurve. Um die jüngeren Additionen stets stärker zu bewerten als die älteren, erfolgt mit der Zeit eine ständige Reduzierung aller Speicherinhalte. Je länger ein Ereignis also zurückliegt, desto mehr wird es vergessen.

**[0024]** Um anhand des so gespeicherten Entnahmeprofiles die Zirkulationspumpe steuern zu können, ist der Ausgang des zyklischen Speichers **9** mit dem Eingang eines Größenkomparators **6c** verbunden, der bei Überschreiten eines Schwellenwertes den Pumpenschalter **13** über die logische Verknüpfung **12a** einschaltet.

**[0025]** Um zu verhindern, dass beim Ausbleiben der Ausschaltinformation über den Rücklauf-Sensor die Zirkulationspumpe endlos läuft, ist zwischen dem Einschaltsignal des Pumpenschalters **13** und der logischen Verknüpfung **12b** in dessen Ausschaltzweig ein Verzögerungsglied **10** angeordnet, das die maximale Betriebszeit begrenzt.

**[0026]** Ein zusätzlicher Teiler **11**, der eine ständige, langsame Impulsfolge generiert, dient zum Zwangseinschalten der Zirkulationspumpe in größeren zeitlichen Abständen, beispielsweise um das Faulen des Wassers im Rohrsystem bei längeren Stillstandszeiten zu verhindern.

## Patentansprüche

1. Anordnung zur bedarfsabhängigen automatischen Steuerung von Warmwasser-Zirkulationspumpen mit wenigstens einem im oder am Leitungssystem angeordneten Sensor, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Größenkomparator vorhanden ist, dessen Signaleingang mit dem Ausgang des Sensors oder eines dem Sensor nachgeschalteten Signalverarbeitungsmoduls direkt verbunden ist, während dessen Referenzeingang mit dem gleichen Ausgangssignal über einen zwischengeschalteten Spitzenwertspeicher verbunden ist und/oder dass das Ausgangssignal des Größenkomparators mit dem akkumulierenden Eingang eines zyklisch umlaufenden Signalspeichers verbunden ist.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Differenzierer wenigstens ein Differenzbildner ist, dessen zweiter Eingang über ein Verzögerungsglied oder einen Zwischenspeicher mit dessen ersten Eingang verbunden ist.

3. Anordnung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionsblöcke der beschriebenen Anordnung als Software im Zusammenwirken mit programmierbarer Hardware ausgeführt sind.

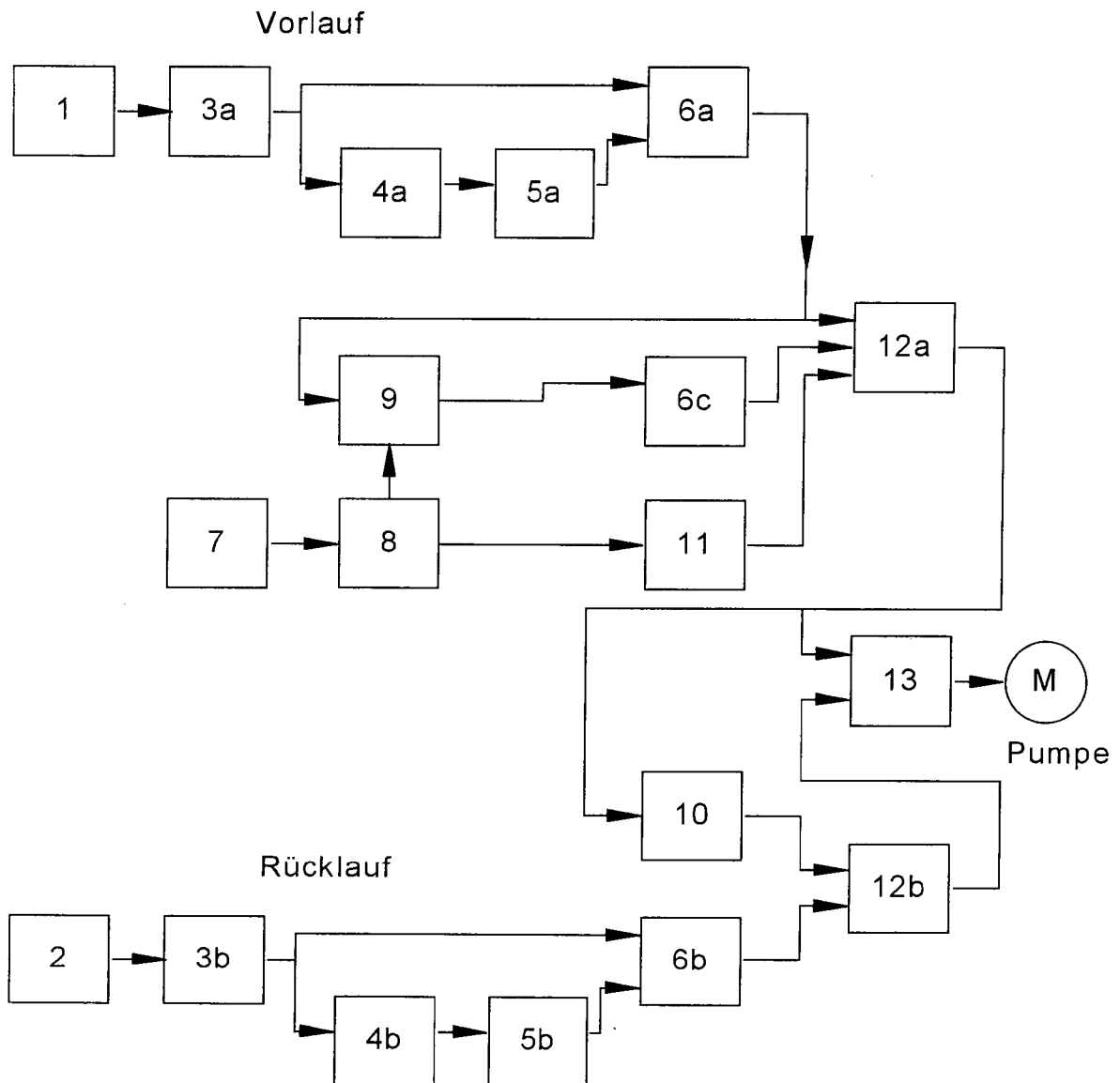
4. Verfahren zur bedarfsabhängigen automatischen Steuerung von Warmwasser-Zirkulationspumpen mit wenigstens einem im oder am Leitungssystem angeordneten Sensor, dadurch gekennzeichnet, dass die maximal im System auftretende, dem Sensorsignal zuzuordnende, Signalamplitude als Spitzenwert gespeichert und als Referenzgröße kontinuierlich mit dem momentanen Sensorsignal verglichen wird, um daraus das Signal zum Ein- und Ausschalten der Zirkulationspumpe zu gewinnen und/oder dass die Aktivierungszustände der Pumpe tages- und wochenzeitkonform auf einen zyklisch adressierten Speicher aufaddiert werden, dessen Inhaltsgrößen in einem bestimmten Zeitvorlauf zur jeweils aktuellen Zeit bei Überschreitung eines Schwellenwertes zum zusätzlichen automatischen Einschalten der Zirkulationspumpe dienen.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Aufaddieren der Aktivierungszustände mit unterschiedlichen Wichtungsfaktoren aus einer Verteilungsfunktion auf den aktuellen und die benachbarten Speicherplätze erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass in die Speicherfunktion des Spitzenwertes und/oder die zyklische Speicherfunktion eine kontinuierliche Entladefunktion integriert ist, die zum sukzessiven Löschen der Speicherinhalte führt, sobald diese nicht von den Eingangsgrößen her ständig erneuert werden.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



- |                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 1 - Vorlauf-Sensor           | 8 - Zähler/Teiler         |
| 2 - Rücklauf-Sensor          | 9 - Zyklischer Speicher   |
| 3 - Differenzierer           | 10 - Verzögerungsglied    |
| 4 - Spitzenwertdetektor      | 11 - Teiler/Taktgeber     |
| 5 - Abschwächer              | 12 - Logische Verknüpfung |
| 6 - Größenkomparator         | 13 - Pumpenschalter       |
| 7 - Zeitnormal/Taktgenerator |                           |

Fig. 1