

(19)



(11)

EP 2 372 259 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

05.10.2011 Patentblatt 2011/40

(51) Int Cl.:

F24D 19/10 ^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **11159306.7**(22) Anmeldetag: **23.03.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH****70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:

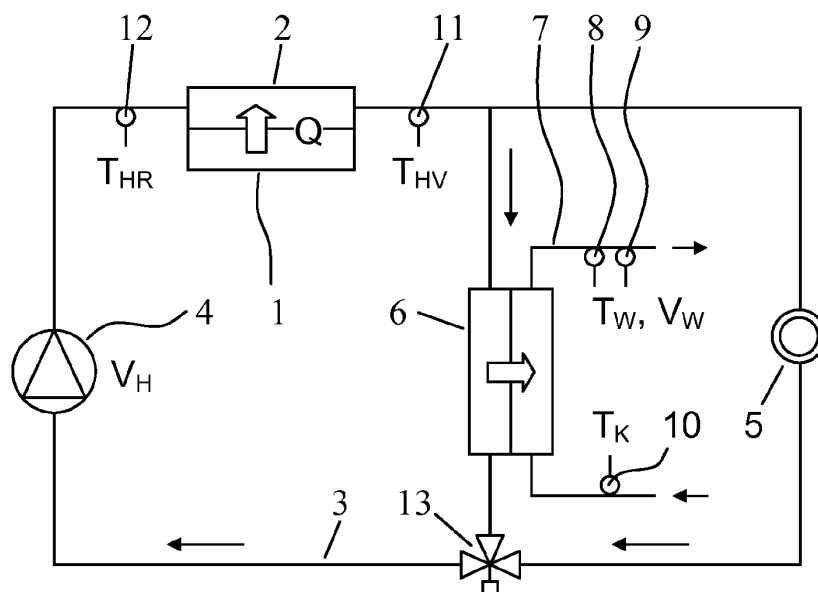
- **Verdaasdonk, Bart**
7545 MA Hengelo (NL)
- **de Bruin, Robbert Cornelis**
71739 Oberriexingen (DE)

(30) Priorität: **27.03.2010 DE 102010013139**

(54) **Verfahren zur Erwärmung von Wasser nach dem Durchlaufprinzip und Wassererwärmungssystem**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erwärmung von Wasser variablen Volumenstroms nach dem Durchlaufprinzip sowie ein Wassererwärmungssystem, bei dem ein Wärmeerzeuger ein von einer Pumpe in einem Kreislauf umgewälztes Heizfluid erwärmt, das Heizfluid ein im Durchlauf geführtes Wasser erwärmt, und mindestens ein in einem Wasserweg angeordneter Messfühler eine Auslauftemperatur T_W und/oder einen Volumenstrom V_W des Wassers misst. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, unter weitgehender Beibehaltung herkömmlicher Komponenten die Taktzeiten bei

geringen Wärmeanforderungen zu verlängern und die Abweichungen von der Solltemperatur bei wechselnden Wärmeanforderungen zu verkleinern und damit einen hohen Warmwasserkomfort und eine verbesserte Betriebsweise hinsichtlich der Komponentenlebensdauer zu bieten. Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass die Modulationsbereiche von Pumpe und Wärmeerzeuger sowie die unterschiedlichen thermischen und strömungsmechanischen Trägheiten des Wassererwärmungssystems gezielt in das Temperaturregelverfahren mit einbezogen werden.

Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Verfahren zur Erwärmung von Wasser variablen Volumenstroms nach dem Durchlaufprinzip nach den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 3, bei denen ein Wärmeerzeuger ein von einer Pumpe in einem Kreislauf gefördertes Heizfluid erwärmt, das Heizfluid ein im Durchlauf geführtes Wasser erwärmt, und mindestens ein in einem Wasserweg angeordneter Messfühler eine Auslauftemperatur T_W und/oder einen Volumenstrom V_W des Wassers misst. Ferner betrifft die Erfindung ein Wassererwärmungssystem nach dem Durchlaufprinzip nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 10 mit einem Wärmeerzeuger, einem vom Wärmeerzeuger beheizten Heizfluidkreislauf, der von einer Pumpe gefördert wird, einem vom Heizfluidkreislauf beheizten Wasserdurchlauf und mindestens einem in einem Wasserweg angeordneten Messfühler zum Erfassen einer Auslauftemperatur T_W und/oder eines Volumenstroms V_W des Wassers.

[0002] Diese Verfahren kommen zum Beispiel in sogenannten Kombinationsheizgeräten zur Anwendung. Kombinationsheizgeräte können zwei Heizaufgaben lösen, beispielsweise eine Warmwasserheizung für die Raumerwärmung sowie eine Trinkwarmwasserbereitung für Anwendungen in Küche und Sanitärbereich. In der Regel erwärmt ein im Heizgerät angeordneter Wärmeerzeuger (Wärmequelle) über einen Primärwärmetauscher ein im Kreislauf fließendes Heizfluid (Heizungswasser), das in einem Raumheizungsmodus von einer Pumpe (Umwälzpumpe) von dem Heizgerät über Vorlauf- und Rücklaufleitungen bis in die zu beheizenden Räume gefördert wird und dort die Wärme beispielsweise über Raumheizkörper (Verbraucher, Wärmesenke) an den Raum abgibt. In einem Modus zur Trinkwarmwasserbereitung lenkt ein Umschaltventil das Heizfluid zu einem oft ebenfalls im Heizgerät angeordneten Sekundärwärmetauscher (zum Beispiel Plattenwärmetauscher), wo es die Wärme an ein durchfließendes Trinkwasser überträgt.

[0003] Der Wärmeerzeuger kann ein mit Heizöl oder Erdgas befeuerter Brenner, aber auch ein mit elektrischer Energie arbeitender Wärmeerzeuger sein. Der Wärmeerzeuger kann seine Wärmeleistung einschalten und ausschalten sowie in der Regel auch zwischen einer von Null verschiedenen Minimalleistung und einer Maximalleistung (Nennleistung) modulieren. Im Trinkwarmwassermodus kann damit Trinkwasser unterschiedlicher Volumenströme erwärmt werden. Für die Trinkwarmwasserbereitung können über einen Thermostaten, ein Regelgerät und/oder andere Komponenten eine Trinkwarmwasser-Solltemperatur sowie minimal und maximal zulässige Auslauftemperaturen vorgegeben werden. Der Betrag einer an den Wärmeerzeuger gestellten Wärmeanforderung zur Erreichung der Trinkwarmwasser-Solltemperatur ergibt sich aus dem Trinkwasservolumenstrom, der Temperatur des in den Sekundärwärmetauscher einlaufenden kalten Trinkwassers (Einlauftem-

peratur), der Solltemperatur des aus dem Sekundärwärmetauscher auslaufenden warmen Trinkwassers (Trinkwarmwasser) und der Wirkungsgradkette für die Wärmeübertragung zwischen Wärmeerzeuger und Trinkwarmwasser.

[0004] Es können nur solche Wärmeanforderungen, die im Bereich zwischen Minimalleistung und Maximalleistung des Wärmeerzeugers liegen, kontinuierlich und zuverlässig erfüllt werden. Ist die Wärmeanforderung größer als die maximale Wärmeleistung, so wird entweder die Solltemperatur oder der Volumenstrom des Trinkwarmwassers nicht erreicht (unterschritten). Ist die Wärmeanforderung kleiner als die minimale Wärmeleistung, so bleiben der Wärmeerzeuger und die Umwälzpumpe entweder dauerhaft ausgeschaltet oder sie müssen takten. Der Wärmeerzeuger geht dann in einen taktenden Betrieb über, wenn bei minimaler Wärmeleistung die gemessene Wasser-Auslauftemperatur die vorgegebene Wasser-Solltemperatur beziehungsweise die vorgegebene maximal zulässige Auslauftemperatur überschreitet. Takten bedeutet, dass der Wärmeerzeuger und/oder die Umwälzpumpe in kurzen Zeitabständen wiederholt einschalten und ausschalten und so im zeitlichen Durchschnitt gemittelte Wärmeleistungen bereitstellen, die kleiner als die minimale Wärmeleistung sind.

[0005] Im Taktbetrieb von Wärmeerzeuger und Umwälzpumpe kann die Auslauftemperatur des Trinkwarmwassers nicht konstant auf Solltemperatur T_{W0} gehalten werden, sondern schwankt synchron und eventuell etwas zeitversetzt mit den Ein- und Austaktungen (Ein- und Ausschaltungen) zwischen einer minimal zulässigen Auslauftemperatur $T_{W0,MIN}$ und einer maximal zulässigen Auslauftemperatur $T_{W0,MAX}$. Diese minimal und maximal zulässigen Auslauftemperaturen bilden ein zulässiges Solltemperaturintervall (Hysterese). Da der Wärmeerzeuger selbst bei Minimalleistung gemessen an der Wärmeanforderung zuviel Wärme erzeugt, steigt die Auslauftemperatur des durch den Sekundärwärmetauscher fließenden Wassers bei eingeschaltetem Wärmeerzeuger und eingeschalteter Umwälzpumpe schnell an und erreicht bald die maximal zulässige Auslauftemperatur. Zu diesem Zeitpunkt werden der Wärmeerzeuger und die Umwälzpumpe durch den Thermostaten oder das Regelgerät ausgeschaltet, um ein Überschreiten der maximal zulässigen Auslauftemperatur und ein eventuelles Verbrühen eines Nutzers zu verhindern. Somit strömt anschließend bei ausgeschaltetem Wärmeerzeuger und ausgeschalteter Umwälzpumpe unerwärmtes, kaltes Wasser aus dem Sekundärwärmetauscher aus, die Auslauftemperatur fällt schnell und erreicht bald die minimal zulässige Auslauftemperatur, woraufhin der Wärmeerzeuger und die Umwälzpumpe schließlich wieder einschalten.

[0006] Besonders von Trinkwarmwasserbereitern wird ein hoher Warmwasserkomfort gefordert, das bedeutet eine möglichst genaue Einhaltung der Trinkwarmwasser-Solltemperatur bei verschiedenen Trinkwarmwasser-Zapfverläufen. Die einschlägigen Normen prü-

fen beispielsweise die Abweichung der Auslauftemperatur von der Solltemperatur bei andauernder Zapfung mit geringen und hohen Volumenströmen, bei unterbrochener Zapfung mit kürzeren und längeren Zapfpausen und anderes mehr. Gerade der Taktbetrieb von Wärmeerzeuger und Umwälzpumpe stellt hinsichtlich der Komfortanforderungen wegen der oben beschriebenen Schwankungen der Auslauftemperatur einen kritischen Betriebspunkt dar.

[0007] Neben den ungünstigen Auswirkungen eines Taktbetriebes auf den Trinkwarmwasserkomfort gibt es auch Aspekte der Lebensdauer und Effizienz, die gegen einen Taktbetrieb sprechen. Ein häufiges Ein- und Ausschalten verringert durch die hohe Anzahl mechanischer und thermischer Belastungszyklen die Lebensdauer und verkürzt die Wartungsintervalle der verwendeten Komponenten. Außerdem wird auch die Wärmeübertragungseffizienz durch häufige und wiederholte Auskühlverluste des Wärmeerzeugers verringert.

[0008] Bei Wärmeanforderungen zur Erwärmung von Wasser, die zwischen einer minimalen und einer maximalen Wärmeerzeugerwärmeleistung liegen, kann die Solltemperatur im Dauerbetrieb und ohne Takten von Wärmeerzeuger und Umwälzpumpe erreicht werden. Bei Änderungen der Wärmeanforderung, wie sie sich beispielsweise aus einer Änderung des Wasservolumenstroms, der Wassereinlauftemperatur oder der Solltemperatur ergeben, muss sich in gleichem Maße auch die Wärmeerzeugerwärmeleistung ändern. Sprunghafte Änderungen der Wärmeanforderung können in aller Regel jedoch nicht sofort, sondern nur zeitverzögert erfüllt werden. Das liegt an der thermischen Trägheit des aus Wärmeerzeuger, primärem Wärmetauscher, Heizfluidkreislauf und sekundärem Wärmetauscher bestehenden Wärmeübertragungssystems. Auch durch die Zeitverzögerung wird der Warmwasserkomfort negativ beeinflusst.

[0009] Der Wärmeerzeuger hat in der Regel eine vorgegebene, nicht überschreitbare Änderungsrate (Geschwindigkeit), mit der die Leistungsmodulation verändert werden kann. Die Wärmetauscher haben aufgrund ihrer Masse sowie der spezifischen Wärmekapazität und der Wärmeleitfähigkeit des Materials eine thermische Trägheit, die wie ein Wärmespeicher wirkt. Auch der Heizfluidkreislauf hat aufgrund seines Wasservolumens sowie der Masse und des Materials der verwendeten Rohrleitungselemente seine thermische Trägheit. Für den Heizfluidkreislauf sind nach heutigem Stand der Technik zur Trinkwarmwasserbereitung nur zwei Strömungszustände bekannt: Umwälzung bei nominellem Umwälzvolumen (Heizfluidvolumen) bzw. nomineller Pumpendrehzahl sowie Null-Umwälzung bei ausgeschalteter Pumpe.

[0010] Ändert sich also die Wärmeanforderung sprunghaft, so wird die an das Wasser übertragene Wärmeleistung nur zeitverzögert angepasst und wird die Solltemperatur nur zeitverzögert erreicht. Beispielsweise wird sich bei einer sprunghaften Erhöhung des Wasser-

volumenstroms die Wärmeerzeugerwärmeleistung mit der vorgegebenen Änderungsrate solange erhöhen und das Wärmeübertragungssystem an die neue Wärmeanforderung anpassen, bis die Auslauftemperatur nach einer anfänglichen Unterschreitung der Solltemperatur und/oder der minimal zulässigen Auslauftemperatur die Solltemperatur wieder erreicht. Bei einer sprunghaften Verringerung des Wasservolumenstroms wird dagegen die Auslauftemperatur die Solltemperatur oder die maximal zulässige Auslauftemperatur anfänglich überschreiten, und zwar solange, bis sich die Wärmeleistung mit seiner Änderungsrate entsprechend verringert und das Wärmeübertragungssystem an die neue Wärmeanforderung angepasst hat. Durch schlecht an die thermische Trägheit des Wärmeübertragungssystems angepasste Parameter eines der Temperaturregelung zugrundeliegenden Regelungsalgorithmus kann es auch zu mehreren Über- und Unterschwingern der Auslauftemperatur gegenüber der Solltemperatur kommen.

[0011] Eine mögliche Lösung zur Gewährleistung eines hohen Trinkwarmwasserkomforts, einer Schonung der Komponenten und einer Effizienzsteigerung ist die Ausweitung des Leistungsmodulationsbereiches des Wärmeerzeugers. Heute weit verbreitete Wärmeerzeuger sind beispielsweise Ölbrenner und Gasbrenner. Sie decken oft einen Leistungsmodulationsbereich von etwa 1 : 4 ab, das bedeutet, dass sie zwischen 25 % und 100 % ihrer Nennwärmeleistung modulieren können. Bei Wärmeanforderungen unterhalb von 25 % gehen sie in den taktenden Betrieb über. Bei einer Ausweitung des Leistungsmodulationsbereiches auf zum Beispiel 1 : 10 können noch deutlich kleinere Wärmeanforderungen ohne Taktbetrieb erfüllt werden. Diese Erweiterung des Modulationsbereiches erfordert jedoch oft den Einsatz teurer Komponenten.

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erwärmung von Wasser nach dem Durchlaufprinzip und ein Wassererwärmungssystem zu schaffen, die unter weitgehender Beibehaltung herkömmlicher Komponenten die genannten Nachteile bei geringen und bei wechselnden Wärmeanforderungen überwinden sowie einen hohen Warmwasserkomfort und eine verbesserte Betriebsweise hinsichtlich der Komponentenlebensdauer bieten.

[0013] Erfindungsgemäß wird dies durch die Gegenstände mit den Merkmalen der Patentansprüche 1, 3 und 10 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0014] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Erwärmung von Wasser variablen Volumenstroms nach dem Durchlaufprinzip, bei dem ein Wärmeerzeuger ein von einer Pumpe in einem Kreislauf umgewälztes Heizfluid erwärmt, das Heizfluid ein im Durchlauf geführtes Wasser erwärmt, und mindestens ein in einem Wasserweg angeordneter Messfühler eine Auslauftemperatur T_W und/oder einen Volumenstrom V_W des Wassers misst, basiert darauf, dass die Auslauftemperatur T_W des Wassers anhand einer modulierbaren und/oder schaltbaren

Wärmeleistung Q des Wärmeerzeugers sowie eines modulierbaren und/oder schaltbaren Volumenstroms V_H des Heizfluides auf eine vorgebbare Solltemperatur T_{W0} geregelt wird.

[0015] Dabei kann zur Regelung der Auslauftemperatur T_W und bei vorhandener Temperaturabweichung ΔT der Auslauftemperatur T_W von der Solltemperatur T_{W0} , wobei $\Delta T = T_W - T_{W0}$, entweder nur die Wärmeerzeugerwärmeleistung Q , oder nur der Heizfluidvolumenstrom V_H , oder sowohl die Wärmeerzeugerwärmeleistung Q als auch der Heizfluidvolumenstrom V_H moduliert und/oder geschaltet werden.

[0016] Damit umfasst dieses Verfahren mit dem Heizfluidvolumenstrom V_H neben dem herkömmlichen variablen Parameter der Wärmeleistung Q noch einen zweiten variablen Parameter, mit dem die Auslauftemperatur T_W beeinflusst und geregelt werden kann. Die Wärmeleistung Q und der Volumenstrom V_H weisen unterschiedliche Trägheiten beziehungsweise Reaktionszeiten beziehungsweise Änderungsraten auf und können damit auf jeweils unterschiedliche Weise das Wärmeübertragungssystem an eine gestellte Wärmeanforderung anpassen. Damit kann mit diesem Verfahren schneller und einer jeweiligen Situation angemessener auf Über- und Unterschwingen der Auslauftemperatur T_W gegenüber der Solltemperatur T_{W0} reagiert werden.

[0017] Erfindungsgemäß wird bei einem taktendem Wärmeerzeugerbetrieb mit abwechselnden Ein- und Aus-Schaltungen des Wärmeerzeugers, wobei eine Wärmeanforderung zur Erwärmung des Wassers kleiner als eine minimale, von Null verschiedene Wärmeerzeugerwärmeleistung Q_{MIN} ist, die Auslauftemperatur T_W in einem zulässigen Solltemperaturintervall geregelt.

[0018] So schaltet ungefähr zum Zeitpunkt des Erreichens einer minimal zulässigen Auslauftemperatur $T_{W0,MIN}$ der Wärmeerzeuger bei einer von Null verschiedenen Wärmeleistung (beispielsweise Q_{MIN}) ein, während die Pumpe auf einen niedrigen, von Null verschiedenen Heizfluidvolumenstrom (beispielsweise $V_{H,MIN}$) umschaltet. Wegen des niedrigen Heizfluidvolumenstroms und der damit verbundenen niedrigen Strömungsgeschwindigkeit ist die Wärmeübertragung vom Wärmeerzeuger über das Heizfluid auf das Wasser nicht optimal, der Temperaturanstieg im Wasser wird dadurch gegenüber den Verfahren nach dem Stand der Technik verlangsamt. Die im Wärmeübertragungssystem, umfassend Wärmeerzeuger, primärer Wärmetauscher, Heizfluid und sekundärer Wärmetauscher, gespeicherte Wärme nimmt zu.

[0019] Ungefähr zum Zeitpunkt des Erreichens einer maximal zulässigen Auslauftemperatur $T_{W0,MAX}$ schaltet der Wärmeerzeuger aus, während die Pumpe auf einen hohen Heizfluidvolumenstrom (beispielsweise $V_{H,MAX}$) umschaltet. Wegen des hohen Heizfluidvolumenstroms und der damit verbundenen hohen Strömungsgeschwindigkeit ist die Wärmeübertragung vom Wärmeerzeuger über das Heizfluid auf das Wasser gegenüber dem vorstehend geschilderten Fall nun deutlich verbessert, der

Temperaturabfall im Wasser wird dadurch gegenüber den Verfahren nach dem Stand der Technik verlangsamt. Die im Wärmeübertragungssystem gespeicherte Wärme nimmt ab. Der langsamere Temperaturanstieg und Temperaturabfall wird durch eine effektivere Ausnutzung des Wärmespeichervermögens im Wärmeübertragungssystem ermöglicht. Damit verlängern sich die Taktfrequenzen des Wärmeerzeugers, wodurch die beteiligten Komponenten weniger beansprucht, also geschont werden.

[0020] In einer Ausgestaltung des Verfahrens erfolgt das Einschalten oder Ausschalten des Wärmeerzeugers jeweils kurz vor oder gleichzeitig mit dem Erreichen der minimal oder der maximal zulässigen Auslauftemperatur, während das Umschalten der Pumpe auf einen niedrigen oder hohen Heizfluidvolumenstrom jeweils gleichzeitig mit oder kurz nach dem Erreichen der minimal oder der maximal zulässigen Auslauftemperatur erfolgt. Die Größe der zeitlichen Abstände "kurz vor" oder "kurz nach" ergeben sich in Abhängigkeit der gegebenen (thermischen oder strömungsmechanischen) Trägheiten beziehungsweise Reaktionszeiten beziehungsweise Änderungsraten der Wärmeerzeugerwärmeleistung und der Pumpenförderleistung, wobei diese Trägheiten, Reaktionszeiten beziehungsweise Änderungsraten im wechselwirkenden Zusammenhang mit den jeweils angeschlossenen Systemen (Übertragung vom Wärmeerzeuger über den Primärwärmetauscher auf den Heizfluidkreislauf (thermisch) beziehungsweise von der Pumpe auf den Heizfluidkreislauf (mechanisch)) gesehen werden müssen.

[0021] Bei einem Wärmeerzeugerdauerbetrieb, wobei eine Wärmeanforderung zur Erwärmung des Wassers größer oder gleich einer minimalen Wärmeerzeugerwärmeleistung Q_{MIN} ist, wird die Auslauftemperatur T_W in einem zulässigen Solltemperaturintervall geregelt. Das zulässige Solltemperaturintervall im Wärmeerzeugerdauerbetrieb kann identisch sein mit dem zulässigen Solltemperaturintervall im taktenden Wärmeerzeugerbetrieb oder hiervon abweichen.

[0022] So heizt bei einer beliebigen ersten Wärmeanforderung der Wärmeerzeuger mit einer der Wärmeanforderung entsprechenden Wärmeleistung, während die Pumpe einen Nenn-Heizfluidvolumenstrom $V_{H,NOM}$ fördert.

[0023] Erfindungsgemäß heizt der Wärmeerzeuger bei einer gegenüber der ersten Wärmeanforderung erhöhten Wärmeanforderung (beispielsweise erhöhter Wasservolumenstrom) mit einer der erhöhten Wärmeanforderung entsprechenden erhöhten Wärmeleistung, während die Pumpe zunächst auf einen erhöhten Heizfluidvolumenstrom umschaltet und anschließend wieder auf den Nenn-Heizfluidvolumenstrom $V_{H,NOM}$ zurückstellt. Die Erhöhung der Wärmeerzeugerwärmeleistung erfolgt allmählich mit einer vorgegebenen, endlichen (nicht sprunghaften) Änderungsrate. Bis sich diese erhöhte Wärmeleistung über die träge Kette des Wärmeübertragungssystems im Wasservolumenstrom bemerkbar macht, wäre nach den Verfahren nach dem Stand

der Technik die Auslauftemperatur T_W bereits abgefallen (Unterschwinger), um sich erst allmählich wieder der Solltemperatur anzunähern. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren sorgt der schnell erhöhte Heizfluidvolumenstrom für eine schnell erhöhte Wärmeübertragung auf das Wasser, wodurch ein Abfallen der Auslauftemperatur T_W verhindert wird. Mit zunehmender Wärmeerzeugerwärmeleistung und Erwärmung auch des Wärmeübertragungssystems wird die Heizfluidförderleistung allmählich wieder auf den Nenn-Heizfluidvolumenstrom $V_{H,NOM}$ zurückgefahren. Die angenommene höchstmögliche Änderungsrate des Heizfluidvolumenstroms (entspricht in etwa der Drehzahländerungsrate der Pumpe) liegt deutlich höher als die angenommene höchstmögliche Änderungsrate der Wärmeerzeugerwärmeleistung. Auch ist die Beeinflussung der Auslauftemperatur T_W durch den vergleichsweise massearmen Sekundärwärmetauscher viel direkter und daher schneller als durch das komplette, vergleichsweise träge Wärmeübertragungssystem. Deshalb lässt sich die Auslauftemperatur T_W mittels des Heizfluidvolumenstroms viel schneller korrigieren als mittels der Wärmeleistung.

[0024] Bei einer gegenüber der ersten und/oder der erhöhten Wärmeanforderung verringerten Wärmeanforderung (beispielsweise verringerter Wasservolumenstrom) heizt der Wärmeerzeuger mit einer der verringerten Wärmeanforderung entsprechenden verringerten Wärmeleistung, während die Pumpe zunächst auf einen erniedrigten Heizfluidvolumenstrom umschaltet und anschließend wieder auf den Nenn-Heizfluidvolumenstrom $V_{H,NOM}$ zurückstellt. Hier sind die Verhältnisse gegenüber dem vorstehend Geschilderten genau vertauscht: Die Verringerung der Wärmeerzeugerwärmeleistung erfolgt allmählich mit einer vorgegebenen, endlichen (nicht sprunghaften) Änderungsrate. Bis sich diese verringerte Wärmeleistung über die träge Kette des Wärmeübertragungssystems im Wasservolumenstrom bemerkbar macht, wäre nach den Verfahren nach dem Stand der Technik die Auslauftemperatur T_W bereits angestiegen (Überschwinger), um sich erst allmählich wieder der Solltemperatur anzunähern. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren sorgt der schnell verringerte Heizfluidvolumenstrom für eine schnell verringerte Wärmeübertragung auf das Wasser, wodurch ein Ansteigen der Auslauftemperatur T_W verhindert wird. Mit abnehmender Wärmeerzeugerwärmeleistung und Abkühlung auch des Wärmeübertragungssystems wird die Heizfluidförderleistung allmählich wieder auf den Nenn-Heizfluidvolumenstrom $V_{H,NOM}$ zurückgefahren.

[0025] Eine Ausgestaltung des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass sich eine erste Zeitspanne vorgegebbarer Dauer zur Beobachtung eines zeitlichen Verlaufs einer aktuellen Temperaturabweichung ΔT der Auslauftemperatur T_W von der Solltemperatur T_{W0} und eine zweite Zeitspanne vorgegebbarer Dauer zur Regelung der Auslauftemperatur T_W auf Solltemperatur T_{W0} abwechselnd wiederholen. Die Dauer der ersten und zweiten Zeitspanne kann als Festwert vorgegeben sein oder sich

in Abhängigkeit der Temperaturabweichung, des Betriebszustandes oder anderer Situationen ändern.

[0026] In einer anderen Ausgestaltung des Verfahrens wird, wenn eine durchschnittliche Temperaturabweichung ΔT_D über der Zeit den Wert Null annimmt, zur Regelung der Auslauftemperatur T_W nur der Heizfluidvolumenstrom moduliert. Die Dauer einer betrachteten Zeitspanne darf dabei nicht zu groß sein. Dieser Fall tritt beispielsweise dann ein, wenn der Wasservolumenstrom leicht um einen Mittelwert schwankt. Die Auslauftemperatur T_W würde bei konstanter Wärmeleistung und konstantem Heizfluidvolumenstrom proportional zur Wasserdurchflussänderung schwanken. Der Wärmeerzeuger stellt dann die im Mittel erforderliche Energie zur Erwärmung des Wassers auf Solltemperatur bereit. Mittels einer angepassten Modulation des Heizfluidvolumenstroms wird erfindungsgemäß immer die dem momentanen Wasserdurchsatz zugeordnete Wärmemenge im Sekundärwärmetauscher zur Verfügung gestellt und so die Auslauftemperatur konstant auf Solltemperatur gehalten.

[0027] In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens wird, wenn eine durchschnittliche Temperaturabweichung ΔT_D über der Zeit einen Wert verschieden von Null annimmt, zur Regelung der Auslauftemperatur T_W mindestens die Wärmeerzeugerwärmeleistung moduliert. Dies entspricht im Wesentlichen der herkömmlichen Leistungsmodulation des Wärmeerzeugers, wenn zusätzlich der zeitliche Verlauf der momentanen Temperaturabweichung ΔT konstant ist. Ist der zeitliche Verlauf jedoch nicht konstant, so kommt zu der Modulation der Wärmeerzeugerwärmeleistung auch noch eine Modulation des Heizfluidvolumenstroms hinzu.

[0028] In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens wird, wenn eine aktuelle Temperaturabweichung ΔT innerhalb einer Zeitspanne vorgegebbarer Dauer mindestens zwei Nulldurchgänge aufweist, zur Regelung der Auslauftemperatur T_W mindestens der Heizfluidvolumenstrom moduliert. Die Auslauftemperatur ist hierbei mal größer, mal kleiner als die Solltemperatur, was als Indiz dafür gelten kann, dass sie im Durchschnitt etwa gleich der Solltemperatur ist. Die Regelung der Auslauftemperatur entspricht ungefähr dem vorstehend geschilderten Fall, bei dem eine durchschnittliche Temperaturabweichung ΔT_D über der Zeit den Wert Null annimmt.

[0029] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird zur Regelung der Auslauftemperatur T_W eine Frequenz F einer Auslauftemperaturschwankung erfasst und mit einer vorgebbaren Grenzfrequenz F_G verglichen. Bei einer Frequenz F größer als die Grenzfrequenz F_G wird mindestens der Heizfluidvolumenstrom moduliert. Dieser Fall entspricht beispielsweise kürzerfristigen Schwankungen der Auslauftemperatur um die Solltemperatur. Zur Ausregelung der Auslauftemperatur muss mindestens der Heizfluidvolumenstrom moduliert werden, da das komplette träge Wärmeübertragungssystem diesen Änderungen gar nicht "hinterher" käme. Bei einer Frequenz F kleiner als die Grenzfrequenz F_G wird

mindestens die Wärmeerzeugerwärmeleistung moduliert. Dieser Fall entspricht beispielsweise längerfristigen Schwankungen der Auslauftemperatur um die Solltemperatur. Zur Ausregelung der Auslauftemperatur reicht dann oft eine Modulation der Wärmeerzeugerwärmeleistung, da das Wärmeübertragungssystem trotz seiner Trägheit schnell genug ist.

[0030] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Wertepaar W aus Betrag und Gradient der Temperaturabweichung ΔT erfasst und mit einem vorgebbaren Grenzwertepaar W_G aus Betrag und Gradient verglichen wird. Liegt ein Wertepaar W mit relativ kleinem Betrag und relativ großem Gradienten vor, so wird mindestens der Heizfluidvolumenstrom moduliert wird. In diesem Fall muss die Wärmeerzeugerwärmeleistung wegen des kleinen Betrages der Abweichung gar nicht groß korrigiert werden, andererseits erfolgt die Abweichung so schnell (großer Gradient), dass eine Modulation der Wärmeleistung gar nicht angemessen schnell reagieren könnte, hier kann also (zunächst) nur mittels einer Modulation des Heizfluidvolumenstromes angemessen reagiert werden. Liegt dagegen ein Wertepaar W mit relativ großem Betrag und relativ kleinem Gradienten vor, so wird mindestens die Wärmeerzeugerwärmeleistung moduliert, die bei derart langsamen Änderungen ausreichend schnell reagieren kann.

[0031] Das erfindungsgemäße Wassererwärmungssystem nach dem Durchlaufprinzip mit einem Wärmeerzeuger, einem vom Wärmeerzeuger beheizten Heizfluidkreislauf, der von einer Pumpe umgewälzt wird, einem vom Heizfluidkreislauf beheizten Wasserdurchlauf und mindestens einem in einem Wasserweg angeordneten Messfühler zum Erfassen einer Auslauftemperatur T_W und/oder eines Volumenstroms V_W des Wassers, ist dadurch gekennzeichnet, dass zur Regelung der Auslauftemperatur T_W auf eine vorgebbare Solltemperatur T_{W0} die Wärmeleistung des Wärmeerzeugers und der Volumenstrom des Heizfluidkreislaufs modulierbar und/oder schaltbar sind.

[0032] Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Wassererwärmungssystems ist gekennzeichnet durch eine mit dem Wärmeerzeuger, der Pumpe und dem mindestens einen Messfühler verbundene Reglereinheit, die eine Eingabevorrichtung zur Einstellung von Sollwerten und/oder Konstanten und/oder Grenzwerten umfasst, die den Betrieb der verbundenen Komponenten beeinflusst und somit die Auslauftemperatur T_W regelt.

[0033] Mit dieser Erfindung ist ein Verfahren zur Erwärmung von Wasser nach dem Durchlaufprinzip und ein Wassererwärmungssystem geschaffen, die auch bei geringen und bei wechselnden Wärmeanforderungen einen hohen Warmwasserkomfort mit geringen Abweichungen der Auslauftemperatur von der Solltemperatur sowie mit den verlängerten Taktzeiten eine verbesserte Betriebsweise hinsichtlich der Komponentenlebensdauer bieten.

[0034] Die Zeichnungen stellen verschiedene Aspekte

von Ausführungsbeispielen der Erfindung dar und zeigen in den Figuren:

- 5 Fig. 1 ein der Erfindung zugrundeliegendes Wassererwärmungssystem,
- Fig. 2 einen Signalfussplan eines Regelkreises zur Trinkwarmwasserbereitung nach dem Stand der Technik,
- 10 Fig. 3 einen Signalfussplan eines Regelkreises zur Trinkwarmwasserbereitung nach der vorliegenden Erfindung,
- 15 Fig. 4 beispielhafte Verläufe von typischen Betriebsdaten bei einer unter der minimalen Wärmeerzeugerwärmeleistung liegenden Wärmeanforderung,
- 20 Fig. 5 beispielhafte Verläufe von typischen Betriebsdaten bei einer über der minimalen Wärmeerzeugerwärmeleistung liegenden Wärmeanforderung.

25 **[0035]** Fig. 1 zeigt schematisch ein Kombinationsheizgerät für die Raumheizung und Trinkwarmwasserbereitung. Das Heizgerät umfasst einen Wärmeerzeuger 1 (Wärmequelle), einen vom Wärmeerzeuger 1 über einen Primärwärmetauscher 2 beheizten Heizfluidkreislauf 3, der von einer Pumpe 4 gefördert (umgewälzt) wird, sowie einen an das Heizgerät angeschlossenen Wärmeverbraucher 5, beispielsweise ein Raumheizkörper 5. Das zirkulierende Heizfluid (Wärmeträgermedium) transportiert die Wärme von der Wärmequelle 1 zum Wärmeverbraucher 5. Für die Trinkwarmwasserbereitung umfasst das Heizgerät ein nach dem Durchlaufprinzip arbeitendes Wassererwärmungssystem mit einem vom Heizfluidkreislauf 3 über einen Sekundärwärmetauscher 6 beheizten Wasserdurchlauf 7, mindestens einem in einem Wasserweg 7 angeordneten Messfühler 8, 9, 10 zum Erfassen einer Auslauftemperatur T_W und/oder einer Einlauftemperatur T_K und/oder eines Volumenstroms V_W des Wassers sowie mindestens einem in einem Heizfluidweg 3 angeordneten Messfühler 11, 12 zum Erfassen einer Vorlauftemperatur T_{HV} und/oder einer Rücklauftemperatur T_{HR} des Heizfluides. Zur Regelung der Auslauftemperatur T_W auf eine vorgebbare Solltemperatur T_{W0} sind die Wärmeleistung Q des Wärmeerzeugers 1 und der Volumenstrom V_H des Heizfluidkreislaufs 3 modulierbar und/oder schaltbar. Die beiden Heizaufgaben Raumheizung und Trinkwarmwasserbereitung werden in der Regel nicht gleichzeitig, sondern jeweils einzeln erfüllt. Dazu wird der Heizfluidkreislauf 3 zwischen den beiden Wärmeverbrauchern Raumheizkörper 5 und Sekundärwärmetauscher 6 mittels eines Umschaltventils 13 umgeschaltet.

[0036] Fig. 2 zeigt den schematischen Signalfussplan eines Regelkreises zur Trinkwarmwasserbereitung nach

dem Stand der Technik mit der Eingangsgröße (Sollwert) T_{W0} , der Ausgangsgröße (Auslauftemperatur) T_W , dem Regler R, dem Stellglied (Wärmeerzeuger 1) und der Stellgröße Q. Mit dem Wärmeerzeuger 1 wird die Auslauftemperatur T_W beeinflusst.

[0037] Fig. 3 zeigt den schematischen Signalfussplan eines Regelkreises zur Trinkwarmwasserbereitung nach der vorliegenden Erfindung mit der Eingangsgröße (Sollwert) T_{W0} , der Ausgangsgröße (Auslauftemperatur) T_W , dem Regler R, den Stellgliedern (Wärmeerzeuger 1 und Pumpe 4) sowie den Stellgrößen Q und V_H . Mit dem Wärmeerzeuger 1 und der Pumpe 4 wird die Auslauftemperatur T_W beeinflusst.

[0038] Fig. 4 zeigt beispielhafte Verläufe von typischen Betriebsdaten bei einer unter der minimalen Wärmeerzeugerwärmeleistung liegenden Wärmeanforderung. Der Wasservolumenstrom V_W und/oder die erforderliche Temperaturerhöhung von der Einlauftemperatur T_K (Kaltwasser) auf die Solltemperatur T_{W0} liegen so niedrig, dass der Wärmeerzeuger takten (ein- und ausschalten) muss. Bei Erreichen oder kurz vor Erreichen der minimal zulässigen Auslauftemperatur $T_{W0,MIN}$ wird der Wärmeerzeuger (Q) bei kleiner Wärmeleistung Q_{MIN} eingeschaltet. Bei Erreichen oder kurz nach Erreichen der minimal zulässigen Auslauftemperatur $T_{W0,MIN}$ wird die Förderleistung der Pumpe auf einen kleinen Heizfluidvolumenstrom $V_{H,MIN}$ heruntergefahren. Bei Erreichen oder kurz vor Erreichen der maximal zulässigen Auslauftemperatur $T_{W0,MAX}$ wird der Wärmeerzeuger ausgeschaltet (Q off). Bei Erreichen oder kurz nach Erreichen der maximal zulässigen Auslauftemperatur $T_{W0,MAX}$ wird die Förderleistung der Pumpe auf einen hohen Heizfluidvolumenstrom $V_{H,MAX}$ heraufgefahren.

[0039] Fig. 5 zeigt beispielhafte Verläufe von typischen Betriebsdaten bei einer über der minimalen Wärmeerzeugerwärmeleistung liegenden Wärmeanforderung. Der Wasservolumenstrom V_W und/oder die erforderliche Temperaturerhöhung von der Einlauftemperatur T_K (Kaltwasser) auf die Solltemperatur T_{W0} liegen so hoch, dass die Auslauftemperatur im Wärmeerzeugerdauerbetrieb die Solltemperatur erreicht. Bei einer plötzlichen Erhöhung der Wärmeanforderung durch eine plötzliche Erhöhung des Wasservolumenstroms V_W erhöht der Wärmeerzeuger seine Wärmeleistung Q. Jedoch ist die Erhöhung der Wärmeleistung Q relativ langsam. Bei einem Verfahren nach dem Stand der Technik ohne Pumpenmodulation ($V_H = \text{konstant}$) würde die Auslauftemperatur T_W stark abfallen (gestrichelte Linie), bis der Wärmeerzeuger und das komplette, träge Wärmeübertragungssystem (...) eine dem neuen Wasservolumenstrom V_W und der Solltemperatur T_{W0} entsprechende Wärmeleistung Q bereitstellt. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erhöht die Pumpe kurzfristig ihre Förderleistung ($V_H \neq \text{konstant}$) und damit den geförderten Heizfluidvolumenstrom V_H von einem Nenn-Volumenstrom $V_{H,NOM}$ auf einen erhöhten Wert. Bald darauf und bei inzwischen gestiegener Wärmeleistung beginnt die Pumpe den Heizfluidvolumenstrom V_H langsam wieder auf den

Nenn-Volumenstrom $V_{H,NOM}$ zu senken. Durch dieses Verfahren ist die auf das Wasser übertragene Wärmeleistung immer dem sich erhöhenden Wasservolumenstrom V_W und der Solltemperatur T_{W0} angepasst, wodurch die Auslauftemperatur T_W bei geringsten Temperaturschwankungen beinahe konstant auf der Solltemperatur T_{W0} liegt. Bei einer plötzlichen Verringerung der Wärmeanforderung, beispielsweise durch eine plötzliche Verringerung des Wasservolumenstroms V_W , moduliert die Pumpe ihre Förderleistung kurzfristig auf einen niedrigen Volumenstrom herunter, um einen ansonsten starken Temperaturanstieg (gestrichelte Linie) zu vermeiden. Gleichzeitig beginnt auch der Wärmeerzeuger seine Wärmeleistung Q zu verringern. Bald darauf und bei inzwischen gefallener Wärmeleistung beginnt die Pumpe den Heizfluidvolumenstrom V_H langsam wieder auf den Nenn-Volumenstrom $V_{H,NOM}$ anzuheben.

[0040] Die Stellsignale für den Wärmeerzeuger 1 und die Pumpe 4 hinsichtlich der Modulation der Wärmeleistung Q und des Heizfluidvolumenstroms V_H werden von einem Regelgerät R gegeben, dessen Regelalgorithmus auf Messwerte der Auslauftemperatur T_W und/oder des Wasservolumenstroms V_W zurückgreift.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erwärmung von Wasser variablen Volumenstroms nach dem Durchlaufprinzip, bei dem ein Wärmeerzeuger ein von einer Pumpe in einem Kreislauf gefördertes Heizfluid erwärmt, das Heizfluid ein im Durchlauf geführtes Wasser erwärmt, und mindestens ein in einem Wasserweg angeordneter Messfühler eine Auslauftemperatur T_W und/oder einen Volumenstrom V_W des Wassers misst, wobei die Auslauftemperatur T_W des Wassers anhand einer modulierbaren und/oder schaltbaren Wärmeleistung Q des Wärmeerzeugers sowie eines modulierbaren und/oder schaltbaren Volumenstroms V_H des Heizfluides auf eine vorgebbare Wasser-Solltemperatur T_{W0} geregelt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass bei einem takten dem Wärmeerzeugerbetrieb mit abwechselnden Ein- und Aus-Schaltungen des Wärmeerzeugers, wobei eine Wärmeanforderung zur Erwärmung des Wassers kleiner als eine minimale, von Null verschiedene Wärmeerzeugerwärmeleistung Q_{MIN} ist, die Auslauftemperatur T_W geregelt wird, indem

- etwa bei Erreichen einer minimal zulässigen Auslauftemperatur $T_{W0,MIN}$ der Wärmeerzeuger bei einer von Null verschiedenen Wärmeleistung einschaltet und die Pumpe auf einen niedrigen, von Null verschiedenen Heizfluidvolumenstrom $V_{H,MIN}$ umschaltet, und
- etwa bei Erreichen einer maximal zulässigen Auslauftemperatur $T_{W0,MAX}$ der Wärmeerzeuger ausschaltet und die Pumpe auf einen hohen

Heizfluidvolumenstrom $V_{H,MAX}$ umschaltet.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass das Einschalten oder Ausschalten des Wärmeerzeugers jeweils kurz vor oder gleichzeitig mit dem Erreichen der minimal oder der maximal zulässigen Auslauftemperatur erfolgt, und das Umschalten der Pumpe auf einen niedrigen oder hohen Heizfluidvolumenstrom jeweils gleichzeitig mit oder kurz nach dem Erreichen der minimal oder der maximal zulässigen Auslauftemperatur erfolgt. 5
3. Verfahren zur Erwärmung von Wasser variablen Volumenstroms nach dem Durchlaufprinzip, bei dem ein Wärmeerzeuger ein von einer Pumpe in einem Kreislauf gefördertes Heizfluid erwärmt, das Heizfluid ein im Durchlauf geführtes Wasser erwärmt, und mindestens ein in einem Wasserweg angeordneter Messfühler eine Auslauftemperatur T_W und/oder einen Volumenstrom V_W des Wassers misst, wobei die Auslauftemperatur T_W des Wassers anhand einer modulierbaren und/oder schaltbaren Wärmeleistung Q des Wärmeerzeugers sowie eines modulierbaren und/oder schaltbaren Volumenstroms V_H des Heizfluides auf eine vorgebbare Wasser-Solltemperatur T_{W0} geregelt wird, 10
dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Wärmeerzeugerdauerbetrieb, wobei eine Wärmeanforderung zur Erwärmung des Wassers größer oder gleich einer minimalen Wärmeerzeugerwärmeleistung Q_{MIN} ist, die Auslauftemperatur T_W geregelt wird, indem 15
 - bei einer ersten Wärmeanforderung der Wärmeerzeuger mit einer der Wärmeanforderung entsprechenden Wärmeleistung heizt und die Pumpe einen Nenn-Heizfluidvolumenstrom $V_{H,NOM}$ fördert, und
 - bei gegenüber der ersten Wärmeanforderung erhöhter Wärmeanforderung der Wärmeerzeuger mit einer der erhöhten Wärmeanforderung entsprechenden erhöhten Wärmeleistung heizt und die Pumpe zunächst auf einen erhöhten Heizfluidvolumenstrom umschaltet und anschließend wieder auf den Nenn-Heizfluidvolumenstrom $V_{H,NOM}$ zurückstellt, und
 - bei gegenüber der ersten und/oder der erhöhten Wärmeanforderung erniedrigten Wärmeanforderung der Wärmeerzeuger mit einer der erniedrigten Wärmeanforderung entsprechenden erniedrigten Wärmeleistung heizt und die Pumpe zunächst auf einen erniedrigten Heizfluidvolumenstrom umschaltet und anschließend wieder auf den Nenn-Heizfluidvolumenstrom $V_{H,NOM}$ zurückstellt. 20 25 30 35 40 45 50 55
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche

che,

dadurch gekennzeichnet, dass sich

- eine erste Zeitspanne vorgebbarer Dauer zur Beobachtung eines zeitlichen Verlaufs einer aktuellen Temperaturabweichung ΔT , die sich aus der Auslauftemperatur T_W und der Solltemperatur T_{W0} ergibt, wobei $\Delta T = T_W - T_{W0}$, und
 - eine zweite Zeitspanne vorgebbarer Dauer zur Regelung der Auslauftemperatur T_W abwechselnd wiederholen, wobei die Dauer der ersten und zweiten Zeitspanne als Festwert vorgegeben ist oder sich in Abhängigkeit einer Temperaturabweichung und/oder eines Betriebszustandes ändert.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zur Regelung der Auslauftemperatur T_W nur der Heizfluidvolumenstrom moduliert wird, wenn eine durchschnittliche Temperaturabweichung ΔT_D der Auslauftemperatur T_W von der Solltemperatur T_{W0} den Wert Null annimmt.
 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zur Regelung der Auslauftemperatur T_W mindestens die Wärmeerzeugerwärmeleistung moduliert wird, wenn eine durchschnittliche Temperaturabweichung ΔT_D einen Wert verschieden von Null annimmt.
 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zur Regelung der Auslauftemperatur T_W mindestens der Heizfluidvolumenstrom moduliert wird, wenn eine Temperaturabweichung ΔT innerhalb einer Zeitspanne vorgebbarer Dauer mindestens zwei Nulldurchgänge aufweist.
 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Frequenz F einer Auslauftemperaturschwankung erfasst und mit einer vorgebbaren Grenzfrequenz F_G verglichen wird, und dass zur Regelung der Auslauftemperatur T_W
 - bei einer Frequenz F größer als die Grenzfrequenz F_G mindestens der Heizfluidvolumenstrom V_H moduliert wird, und
 - bei einer Frequenz F kleiner als die Grenzfrequenz F_G mindestens die Wärmeerzeugerwärmeleistung Q moduliert wird.
 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche

che,

dadurch gekennzeichnet, dass ein Wertepaar W aus Betrag und Gradient der Temperaturabweichung ΔT erfasst und mit einem vorgebbaren Grenzwertepaar W_G aus Betrag und Gradient verglichen wird, und dass zur Regelung der Auslauftemperatur T_W

- bei einem Wertepaar W mit relativ kleinem Betrag und relativ großem Gradienten mindestens der Heizfluidvolumenstrom V_H moduliert wird, und dass 10
- bei einem Wertepaar W mit relativ großem Betrag und relativ kleinem Gradienten mindestens die Wärmeerzeugerwärmeleistung Q moduliert wird. 15

10. Wassererwärmungssystem nach dem Durchlaufprinzip mit

- einem Wärmeerzeuger, 20
- einem vom Wärmeerzeuger beheizten, von einer Pumpe im Kreislauf geförderten Heizfluid,
- einem vom Heizfluid beheizten, im Durchlauf geförderten Wasser und 25
- mindestens einem in einem Wasserweg angeordneten Messfühler zum Erfassen einer Auslauftemperatur T_W und/oder eines Volumensstroms V_W des Wassers, 30

dadurch gekennzeichnet, dass zur Regelung der Auslauftemperatur T_W auf eine vorgebbare Solltemperatur T_{W0} die Wärmeleistung Q des Wärmeerzeugers und der Volumenstrom V_H des Heizfluidkreislaufs modulierbar und/oder schaltbar sind. 35

11. Wassererwärmungssystem nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch eine mit dem Wärmeerzeuger, der Pumpe und dem mindestens einen Messfühler verbundene Reglereinheit, 40

- die eine Eingabevorrichtung zur Einstellung von Sollwerten und/oder Konstanten und/oder Grenzwerten umfasst, 45
- die den Betrieb der verbundenen Komponenten beeinflusst und
- somit die Auslauftemperatur T_W regelt. 50

50

55

Fig. 1

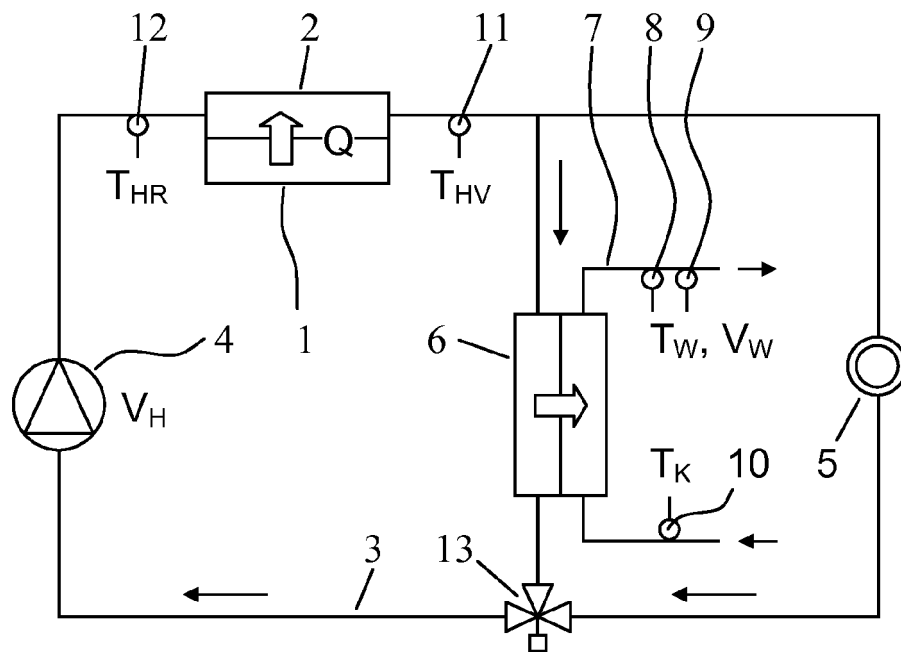


Fig. 2

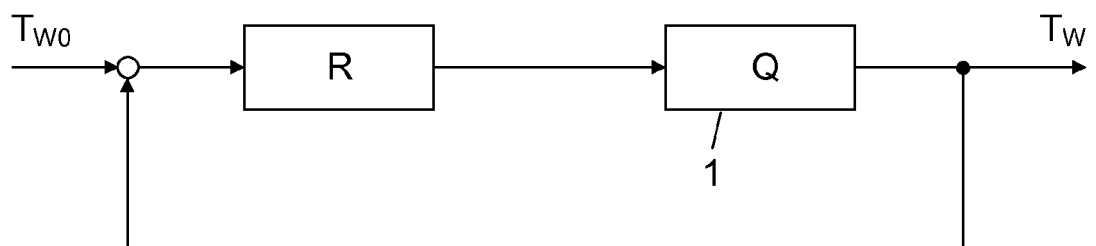


Fig. 3

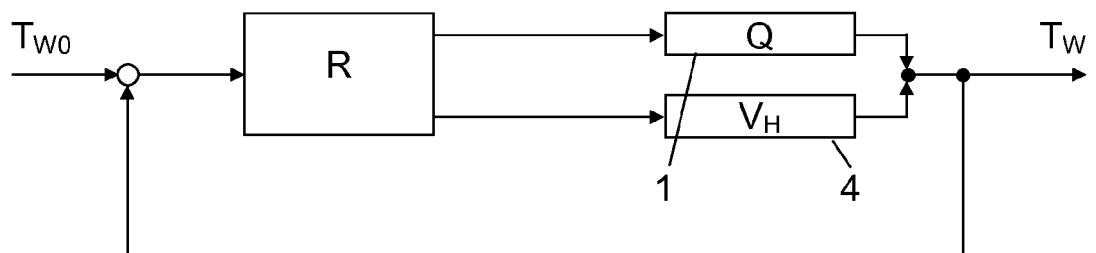


Fig. 4

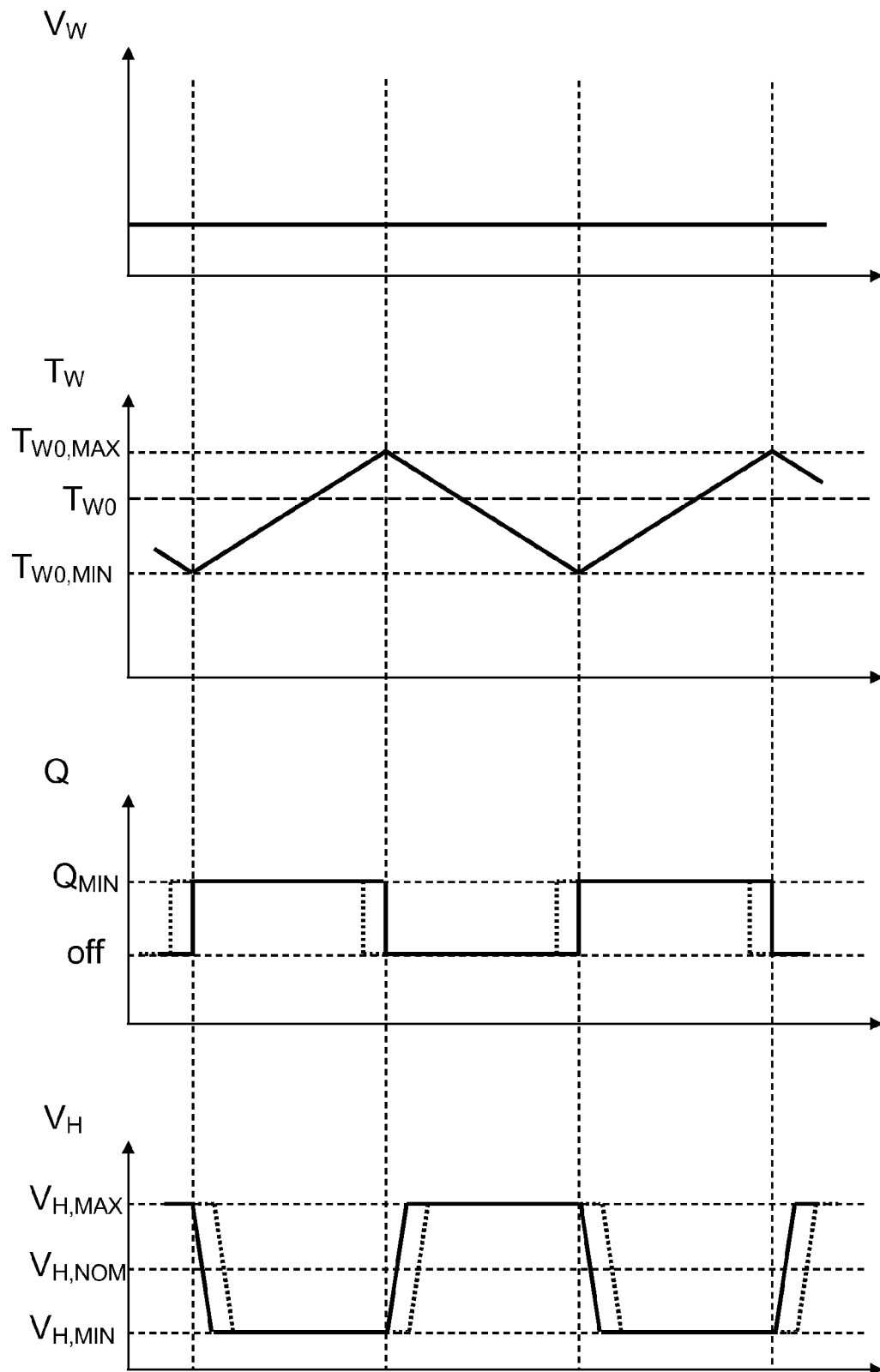


Fig. 5

