



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.05.2003 Patentblatt 2003/20

(51) Int Cl.⁷: **F23N 5/02**

(21) Anmeldenummer: **02023855.6**

(22) Anmeldetag: **24.10.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
 IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:

- **Gerstner, Harry**
76596 Forbach (DE)
- **Pfannstiel, Dieter, Dr.**
35066 Frankenberg (DE)

(30) Priorität: 07.11.2001 DE 10154198

(74) Vertreter: **Berg, Peter, Dipl.-Ing.**
European Patent Attorney,
Siemens AG,
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

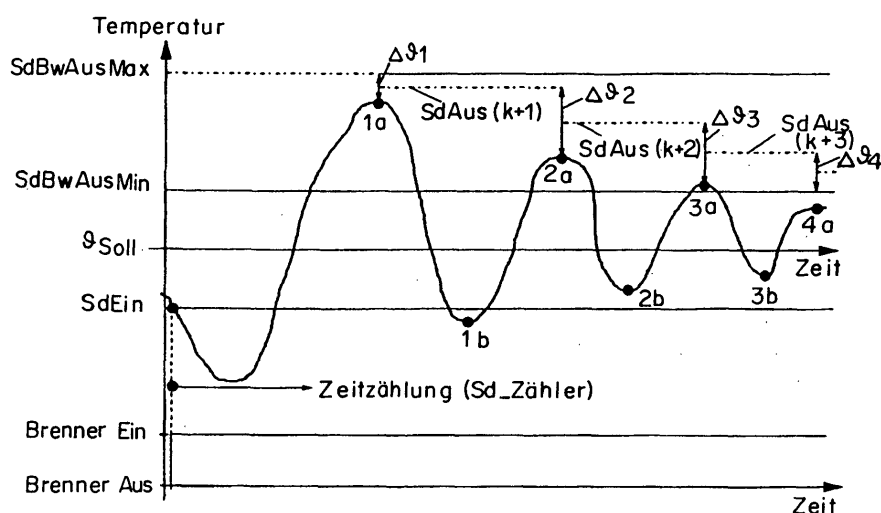
(71) Anmelder: **Siemens Building Technologies AG**
8008 Zürich (CH)

(54) **Regelverfahren und Regler zur Regelung eines Brenners**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Regelverfahren und einen Regler zur Regelung eines Brenners (2) einer Heizvorrichtung, insbesondere zur Regelung des Brenners eines Brauchwasser-Durchlauferhitzers, wobei der Brenner (2) ein Wärmeträgermedium erwärmt, das an einem Einlauf der Heizvorrichtung eine bestimmte Einlauftemperatur (ϑ_{Ein}) und an einem Auslauf der Heizvorrichtung eine bestimmte Auslauftemperatur (ϑ_{Aus}) aufweist, und wobei die Erwärmung des Wärmeträgermediums zumindest in Abhängigkeit einer Solltemperatur (ϑ_{Soll}) und der Auslauftemperatur (ϑ_{Aus})

geregelt wird, wobei das Regelverfahren zunächst ein erstes Maximum (1a) der Auslauftemperatur (ϑ_{Aus}) bei einer vorbestimmbaren Brennerleistung mißt und anschließend als eine nächste Ausschalttemperatur ($\text{SdAus}_{(k+1)}$) einen Wert zwischen einer maximalen Ausschalttemperatur ($\text{SdAus}_{\text{max}}$) und dem ersten Maximum (1a) der Auslauftemperatur (ϑ_{Aus}) verwendet. Hierzu wird mit Vorteil eine erste Differenz ($\Delta\vartheta_1$) zwischen der maximalen Ausschalttemperatur ($\text{SdAus}_{\text{max}}$) und dem ersten Maximum (1a) der Auslauftemperatur (ϑ_{Aus}) berechnet. Es ergibt sich somit eine dynamische Ausschalttdifferenz.

Fig. 3



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Regelverfahren zur Regelung eines Brenners einer Heizvorrichtung, insbesondere zur Regelung des Brenners eines Brauchwasser-Durchlauferhitzers nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, einen Regler zur Regelung eines solchen Brenners nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 14 und eine bevorzugte Verwendung des Verfahrens bzw. des Reglers nach Patentanspruch 16.

[0002] Derartige Regelverfahren und Regler zur Regelung eines Brenners, insbesondere zur Regelung des Brenners eines Brauchwasser-Durchlauferhitzers zur Erwärmung eines Wärmeträgermediums, wie beispielsweise Wasser, sind bereits bekannt, wobei hier grundsätzlich zwei verschiedene Prinzipien angewandt werden. So wird bei einigen Herstellern solcher Heizvorrichtungen das Brauchwasser bzw. das zu erwärmende Wärmeträgermedium im Durchlaufprinzip direkt über einen Wärmetauscher von einem Brenner erwärmt, während bei anderen Herstellern ein zweiter Wärmetauscher, d.h. ein sog. Sekundärwärmetauscher für die Brauchwassererwärmung eingesetzt wird.

[0003] Bei den bekannten Thermen bzw. Durchlauferhitzern wird das Wärmeträgermedium entweder direkt über einen Primärwärmetauscher oder indirekt mittels des erwärmten Wassers der Heizung über einen Sekundärwärmetauscher erwärmt und an geeigneten Zapfstellen, beispielsweise in der Küche oder im Bad, entnommen. Die Regelung des Brenners solcher Thermen erfolgt beim bekannten Stand der Technik durch die Messung der Auslauftemperatur am Auslauf der Heizvorrichtung. Das über einen Einlauf der Heizvorrichtung zugeführte Wärmeträgermedium hat dort eine bestimmte Einlauftemperatur und am Auslauf der Heizvorrichtung eine bestimmte Auslauftemperatur. Die Erwärmung des Wärmeträgermediums wird beispielsweise mittels eines PI-Reglers oder eines PID-Reglers in Abhängigkeit einer Solltemperatur und der Auslauftemperatur geregelt. Dem Regler wird die Regeldifferenz zugeführt, während dieser dann eine geeignete Stellgröße, beispielsweise ein Signal zur Leistungseinstellung des Brenners, abgibt.

[0004] Die Auslauftemperatur ändert sich in Abhängigkeit der Zapfmenge, des Zustands des Brenners und der Brennerleistung. Nach dem Einschalten des Brenners, beispielsweise aufgrund einer Anforderung des Wärmeträgermediums oder weil eine untere Einschalttemperatur des Wärmeträgermediums unterschritten wurde, fällt die Temperatur des Wärmeträgermediums zunächst noch etwas ab, um dann aufgrund der Erwärmung durch den eingeschalteten Brenner anzusteigen. Im Verlaufe der weiteren Zapfung von Wärmeträgermedium wird der Brenner in Abhängigkeit einer oberen Ausschalttemperatur bzw. einer unteren Einschalttemperatur aus- bzw. eingeschaltet. Beim erstmaligen Zapfen von Wärmeträgermedium kommt es systembedingt

zu stärkeren Schwankungen der Temperatur des Wärmeträgermediums. Diese Temperaturschwankungen ergeben sich beispielsweise durch das sich noch in den Rohrleitungen befindliche Wärmeträgermedium, das abgeführt werden muß, bzw. durch die notwendige Erwärmung der Rohrleitung bis hin zur Zapfstelle.

[0005] Grundsätzlich werden zwei wichtige Anforderungen an ein solches Regelverfahren gestellt. Einerseits soll die Auslauftemperatur möglichst konstant gehalten werden, d.h. möglichst nahe an dem vom Benutzer des Wärmeträgermediums eingestellten Sollwert. Andererseits soll ein zu häufiges Ein- und Ausschalten des Brenners vermieden werden, da dies nicht nur den Brenner belastet, sondern auch abgastechnisch und bezüglich des Brennstoffverbrauchs ungünstig ist.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, herkömmliche Regelverfahren zur Regelung solcher Brenner bzw. entsprechende Regler dergestalt zu verbessern, dass einerseits ein häufiges Ein- und Ausschalten des Brenners vermieden und gleichzeitig eine möglichst konstante Auslauftemperatur erzielt wird.

[0007] Die Erfindung löst die ihr zugrunde liegende Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Patentansprüche 1 und 14. Eine vorteilhafte Verwendung des erfindungsgemäßen Regelverfahrens bzw. des erfindungsgemäßen Reglers ist in Patentanspruch 16 beansprucht. Weitere bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben und dort gekennzeichnet.

[0008] Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß zwar beim Einschalten eines Brenners durch die vorerwähnten Unregelmäßigkeiten während der Erwärmung der Rohrleitung bis hin zur Zapfstelle als auch durch das Ausstoßen des sich noch in den Rohrleitungen befindlichen Wärmeträgermediums Schwankungen in der Auslauftemperatur akzeptierbar sind, diese jedoch nach einem kurzen Einschwingvorgang abklingen. Die Erfindung sieht daher eine dynamische veränderliche Ausschalttemperatur vor, die in einem Korridor zwischen einer maximalen Ausschalttemperatur und einer minimalen Ausschalttemperatur liegt.

[0009] Das Regelverfahren mißt bei einer vorbestimmbaren Brennerleistung den Anstieg der Auslauftemperatur, insbesondere nach dem ersten Einschalten des Brenners und detektiert ein erstes Maximum der Auslauftemperatur, d.h. jeden Punkt, an dem die Temperatur des Wärmeträgermediums, nach einem ersten Ansteigen, beispielsweise aufgrund einer gestiegenen Zapfmenge im Vergleich zur eingestellten Brennerleistung, wieder abfällt. Anschließend verwendet das erfindungsgemäße Regelverfahren als nächste Ausschalttemperatur, d.h. als nächste obere Grenze der dynamischen Ausschalttemperatur einen Wert zwischen der vorherig eingestellten maximalen Ausschalttemperatur und dem ersten Maximum der Auslauftemperatur, das zuvor entsprechend gemessen wurde.

[0010] Mit Vorteil wird nach dem Einschalten des Brenners das erste Maximum der Auslauftemperatur

gemessen, um dann eine erste Differenz zwischen der maximalen Ausschalttemperatur und dem ersten Maximum der Auslauftemperatur zu berechnen. Im Anschluß daran wird mittels dieser ersten berechneten Differenz die nächste Ausschalttemperatur ermittelt. Dies kann für jedes darauffolgende, sich ergebende Maximum der Temperatur des Wärmeträgermediums wiederholt werden. Bei den nachfolgenden Berechnungen wird dann die Differenz zwischen der aktuellen Ausschalttemperatur und dem Maximum gebildet.

[0011] Mit Vorteil wird als nächste Ausschalttemperatur die Differenz aus der aktuellen Ausschalttemperatur und der Hälfte der ersten Differenz verwendet. Im Allgemeinen gilt folgende Regel:

[0012] Als nächste Ausschalttemperatur wird die Differenz aus der i-ten Ausschalttemperatur und der Hälfte der i-ten Differenz und dem i-ten Maximum der Auslauftemperatur verwendet. Dies entspricht der vorherigen Ausschalttemperatur abzüglich der Hälfte der i-ten Differenz.

[0013] Das erfindungsgemäße Regelverfahren verwendet mit Vorteil als i-te Differenz die Differenz zwischen der maximalen Ausschalttemperatur bzw. der vorherigen Ausschalttemperatur und einer minimalen Ausschalttemperatur, falls das i-te Maximum der Auslauftemperatur unterhalb der minimalen Ausschalttemperatur liegt. Andererseits wird mit Vorteil als nächste Ausschalttemperatur die maximale Ausschalttemperatur verwendet, falls das i-te Maximum der Auslauftemperatur oberhalb der maximalen Ausschalttemperatur, d.h. oberhalb der ursprünglich eingestellten oberen Grenze der dynamischen Ausschaltendifferenz liegt.

[0014] Weiterhin startet das Regelverfahren nach einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Messung des i-ten Maximums erst nach der Messung eines vorherliegenden (i-1)-ten Minimums, d. h. daß nach der Messung des (i-1)-ten Maximums erst ein weiteres (i-1)-tes Minimum detektiert werden muß, bevor das Regelverfahren mit der Messung des i-ten Maximums beginnt.

[0015] Weiterhin wird mit Vorteil nach dem Einschalten des Brenners gleichzeitig eine Zeitählung gestartet, um nach Ablauf einer vorbestimmbaren Zeit die minimale Ausschalttemperatur als nächste Ausschalttemperatur zu verwenden. Dies dient zur Sicherheit des Regelverfahrens. Falls beispielsweise durch eine sehr hohe Zapfleistung kein Maximum der Temperatur des Wärmeträgermediums detektiert werden kann, d.h. wenn sich die Temperatur nur allmählich der unteren Grenze der dynamischen Ausschaltendifferenz, d.h. der minimalen Ausschalttemperatur nähert, kann nach der vorbestimmbaren Zeitdauer direkt auf die minimale Ausschalttemperatur umgeschaltet werden, um so die minimal mögliche Schaltdifferenz zwischen der Einschalttemperatur und der Ausschalttemperatur zu erhalten.

[0016] Mit Vorteil werden alle Temperatur- und Ausschaltwerte nach dem Ausschalten des Brenners zu-

rückgesetzt und die Berechnung beginnt beim nächsten Brennerstart wieder von vorne. Weiterhin wird die maximale Ausschalttemperatur nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung in Abhängigkeit von der Solltemperatur begrenzt. Bei niedrigeren Sollwerten für die Auslauftemperaturen kann für das erste Überschwingen eine größere Schaltdifferenz zugelassen werden als bei höheren Sollwerten. Ist die Schaltdifferenz bei einem Sollwert von beispielsweise 60°C zu groß eingestellt, so führt dies zu einem kurzfristig großen Überschwingen und damit bei den der Therme geographisch nahegelegenen Zapfstellen evtl. zu einer Verbrühung der zapfenden Person. Die Ausschaltendifferenz kann daher in Abhängigkeit von der einzustellenden Solltemperatur begrenzt werden.

[0017] Falls aufgrund großer Zapfmengen die Temperatur nicht die Solltemperatur bei einer vorbestimmbaren Brennerleistung nach Ablauf einer vorbestimmbaren Zeitdauer erreicht, wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des vorliegenden Regelverfahrens die Brennerleistung modulierend verändert.

[0018] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird bei der Erwärmung des Wärmeträgermediums im Taktbetrieb, d.h. bei sehr geringen Mengen von abgeführtem Wärmeträgermedium, nach einem Starten des Brenners von einer Zündleistung möglichst unmittelbar auf eine vorbestimmbare und abspeicherbare Taktleistung umgeschaltet. Als Taktleistung wird mit Vorteil die letzte Leistung vor der Abschaltung des Brenners oder die minimale einstellbare Leistung des Brenners verwendet. Dies hat den Vorteil, daß ein großes Überschwingen nach dem Wiedereinschalten des Brenners vermieden wird, ohne daß die Schaltdifferenz vergrößert werden muß.

[0019] Bei kleinen abgeführten Mengen von Wärmeträgermedium besteht das Problem, daß nach einer erneuten Einschaltung des Brenners der Modulationsregler die Brennerleistung von einer Zündleistung (Startleistung) herunterregeln muß, wenn die entnommene Menge an Wärmeträgermedium nur sehr gering ist. Wenn dies nicht schnell genug erfolgt, so tritt der Zustand ein, daß die Temperatur im Wärmetauscher, d.h. in der Heizvorrichtung schnell den Brennerausschalt-punkt erreicht und der Brenner wieder abgeschaltet wird. Dies führt zu einer großen Brennerschaltheufigkeit, die unerwünscht ist. Mit Hilfe dieser bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Regelverfahrens wird der Brenner jedoch nicht im Modulationsbetrieb "gestartet", sondern zunächst auf die "gemerkte" Brennerleistung sofort umgeschaltet.

[0020] Während des abgeschalteten Zustands des Brenners im Taktbetrieb wird mit Vorteil das Gebläse des Brenners nicht ausgeschaltet, sondern vorzugsweise mit einer Zündrehzahl weiterhin betrieben. Dadurch ist es möglich, den Brenner schneller zu starten, was ein "Durchsacken" der Auslauftemperatur reduziert.

[0021] Ein erfindungsgemäßer Regler zur Regelung eines Brenners einer Heizvorrichtung weist entspre-

chende Mittel zur Messung eines ersten Maximums der Auslauftemperatur auf, das bei einer vorbestimmbaren Brennerleistung erreicht wird, sowie weitere Mittel zur Berechnung einer nächsten Ausschalttemperatur, die einen Wert zwischen der maximalen Ausschalttemperatur und dem ersten Maximum der Auslauftemperatur einnimmt. Mit Vorteil weist der Regler darüber hinaus Mittel zur Messung von Gradienten von Temperaturverläufen auf, um insbesondere die entsprechenden Maxima und Minima bestimmen zu können.

[0022] Eine vorteilhafte Verwendung des erfindungsgemäßen Regelverfahrens bzw. des erfindungsgemäßen Reglers besteht in der Regelung eines Brauchwasser-Durchlauferhitzers oder zur Kesselregelung oder zur Heizkreisregelung.

[0023] Eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnungen für die zwei Prinzipien der Auslauftemperaturregelung (Figur 1) und der sog. Komforttemperatur-Regelung (Figur 2) näher erläutert. Dabei zeigen:

- Figur 1 die schematische Darstellung eines Durchlauferhitzers mit Primärwärmetauscher (Auslauftemperatur-Regelung);
- Figur 2 die schematische Darstellung eines Durchlauferhitzers mit Sekundärwärmetauscher (optional mit Komforttemperatur-Regelung);
- Figur 3 ein schematisches Diagramm eines ersten Einschwingvorgangs der Temperatur des Wärmeträgermediums;
- Figur 4 ein schematisches Diagramm eines weiteren Einschwingvorgangs der Temperatur des Wärmeträgermediums; und
- Figur 5 die graphische Darstellung des Setzens der Startleistung im Taktbetrieb des Brenners.

[0024] Figur 1 zeigt die schematische Darstellung eines Durchlauferhitzers mit Primärtauscher 7 (Primärwärmetauscher), der von einem Brenner 2 (lediglich schematisch dargestellt) erhitzt wird. Das Kaltwasser KW wird über einen Kaltwassereinlauf 5 dem Primärtauscher 7 zugeführt und dort erhitzt. Das erhitzte Wasser wird an einer Zapfstelle 6 als Warmwasser WW entnommen. Zur Messung der Auslauftemperatur ϑ_{Aus} dient ein Auslauftemperaturfühler B3 (Temperatursensor 9). Über einen Strömungsschalter (flow-switch) FS wird die Zapfung von Warmwasser WW erkannt. Der Brenner 2 dient gleichzeitig auch zur Erwärmung eines Heizmediums, wie beispielsweise Wasser, zur Wärmeversorgung eines Hauses. Lediglich schematisch dargestellt ist ein Kesselwärmetauscher 8 mit Vorlauftemperaturfühler B2, Rücklauftemperaturfühler B7, Vorlaufpumpe oder Heizkreispumpe Q1, Verbraucher 3 (Heizkörper) und Wasserleitung 4.

[0025] Ein Regler 1 regelt bzw. steuert den Brenner 2 zur Erwärmung des Kaltwassers KW im Primärtauscher 7.

[0026] Figur 2 zeigt die schematische Darstellung ei-

nes Durchlauferhitzers mit Sekundärwärmetauscher, wo das Kaltwasser KW nicht direkt vom Brenner 2, sondern über einen Sekundärtauscher 10 (Sekundärwärmetauscher) erwärmt wird. Der Sekundärtauscher 10 wird von dem Heizmedium über ein Drei-Wege-Ventil UV mit Wärme versorgt, die das Kaltwasser erwärmt. Auch hier dient ein Auslauftemperaturfühler B3 zur Messung der Auslauftemperatur ϑ_{Aus} . Ein Einlauftemperaturfühler B5 und ein Puffermediumtemperaturfühler B4 ist ebenfalls schematisch angedeutet. Ein Strömungsschalter FS ist hier ausgangsseitig an der Zapfstelle 6 zur Messung einer Zapfung von Warmwasser WW angeordnet. Die Heizkreispumpe Q1 liegt in diesem Fall auf der Rücklaufseite des Kessels 8 vor dem Rücklauftemperaturfühler B7 und sorgt gleichzeitig zur Umwälzung des Heizmediums im Sekundärtauscher 10.

[0027] Eine zu große Schaltdifferenz zwischen der Einschalttemperatur Sd_{Ein} und der Ausschalttemperatur Sd_{Aus} soll nun an den Zapfstellen 6 in den Figuren 1 und 2 vermieden werden, da der Benutzer sonst große Schwankungen in der Auslauftemperatur ϑ_{Aus} erhält.

[0028] Figur 3 zeigt beispielhaft die schematische Darstellung eines Einschwingvorganges der Temperatur des Wärmeträgermediums, d.h. der Auslauftemperatur ϑ_{Aus} , die beispielsweise am Auslauf der Heizvorrichtung gemessen wird. Figur 3 zeigt eine maximale Ausschalttemperatur $Sd_{\text{Aus}_{\text{max}}}$ und eine minimale Ausschalttemperatur $Sd_{\text{Aus}_{\text{min}}}$, die die oberen und unteren Werte der dynamischen Ausschaltdifferenz darstellen. Die dynamische Ausschaltdifferenz wird beim Einschalten des Brenners 2 bei dem vorliegenden Regelverfahren zunächst auf die maximale Ausschalttemperatur $Sd_{\text{Aus}_{\text{max}}}$ gesetzt. Gleichzeitig wird beim Start des Brenners eine Zeitählung ($Sd_Zähler$) gestartet. Dieser Zähler dient dazu, nach einer einstellbaren Zeit die Ausschaltdifferenz auf die minimale Ausschalttemperatur $Sd_{\text{Aus}_{\text{min}}}$ rückzusetzen. Dabei wird sichergestellt, daß die Schwankungen der Auslauftemperatur ϑ_{Aus} begrenzt werden.

[0029] Im Folgenden wird der in Figur 3 gezeigte Algorithmus beispielhaft als bevorzugte Ausführungsform der Erfindung beschrieben:

1. Aufgrund einer Anforderung des Wärmeträgermediums beispielsweise über das Ansprechen eines Strömungsschalters FS oder weil die Einschalttemperatur Sd_{Ein} unterschritten wurde, wird der Brenner 2 eingeschaltet.
2. Mit Einschalten des Brenners 2 wird der Zeitzähler ($Sd_Zähler$) gestartet. Das Zeitende kann ggf. durch die Bedienperson oder durch den Heizungsinstallateur als Abbruchkriterium veränderlich einstellbar gestaltet werden.
3. Gleichzeitig wird auch die Berechnung des ersten Maximums 1a gestartet. Der Startwert für die Maximumberechnung wird beim Brennerstart auf "0" gesetzt.
4. Die im ersten Maximum 1a der Ausschalttempe-

ratur berechnete Differenz $\Delta\vartheta_1$ zwischen der maximalen Ausschalttemperatur $SdAus_{max}$ und dem ersten Maximum 1a der Auslauftemperatur ϑ_{Aus} bestimmt die Reduzierung der Ausschalttdifferenz für die nächste Schwingung der Auslauftemperatur des Wärmeträgermediums.

5. Nach der Berechnung des Maximums 1a erfolgt das Zurücksetzen der Schaltdifferenz auf den berechneten Wert. Als oberer Wert der dynamischen Ausschalttdifferenz wird daher mit Vorteil genau die Mitte zwischen der maximalen Ausschalttemperatur $SdAus_{max}$ und dem ersten Maximum 1a genommen.

6. Wird das erste Minimum 1b erkannt, so wird hier eine erneute Berechnung des nächsten Maximums gestartet und der Startwert für diese Maximumberechnung auf 0 gesetzt.

7. Wird ein zweites Maximum 2a erkannt, so wird die Differenz $\Delta\vartheta_2$ zwischen der aktuellen oberen Ausschalttemperatur $SdAus(k+1)$ und dem zweiten Maximum 2a bestimmt. Die Reduzierung der Schaltdifferenz für die nächste Schwingung berechnet sich wie oben bereits beschrieben.

[0030] Liegt das berechnete Maximum unterhalb der unteren Ausschalttemperatur $SdAus_{min}$, so wird die Differenz zwischen dem aktuellen oberen Wert der Ausschalttemperatur $SdAus(k+i)$ und der minimalen Ausschalttemperatur $SdAus_{min}$ gebildet. Mit Hilfe dieses Regelverfahrens kann jeder beliebige Einschwingvorgang gehandhabt werden, wie dies beispielsweise auch in Figur 4 gezeigt wird.

[0031] Figur 4 zeigt einen weiteren möglichen Einschwingvorgang der Auslauftemperatur des Wärmeträgermediums, die zu keiner Zeit die minimale Ausschalttemperatur $SdAus_{min}$ der dynamischen Ausschalttdifferenz überschreitet. Auch hier wird bei jedem Erkennen eines Maximums die i-te Differenz zwischen der vorherigen Ausschalttemperatur $SdAus(k+i-1)$ (bzw. beim ersten Mal zwischen der maximalen Ausschalttemperatur $SdAus_{max}$) und der minimalen Ausschalttemperatur $SdAus_{min}$ berechnet, falls das i-te Maximum der Auslauftemperatur ϑ_{Aus} unterhalb der minimalen Ausschalttemperatur $SdAus_{min}$ liegt. Wie in Figur 4 gezeigt, nähert sich die obere Grenze der dynamischen Ausschalttdifferenz, d.h. die obere Ausschalttemperatur $SdAus(k+i)$ iterativ unendlich nah der unteren Ausschalttemperatur, d.h. der minimal möglichen Ausschalttemperatur $SdAus_{min}$ an.

[0032] Hier kann darüber hinaus vorgesehen werden, als Ausschalttemperatur die minimale Ausschalttemperatur $SdAus_{min}$ zu verwenden, falls die Differenz zwischen aktueller oberer Ausschalttemperatur $SdAus(k+i)$ und minimaler Ausschalttemperatur $SdAus_{min}$ einen bestimmten Grenzwert (bsp. 2-5 K) unterschreitet.

[0033] Figur 5 zeigt die schematische Darstellung des Setzens der Startleistung im Taktbetrieb des Brenners 2, d.h. bei kleinen Zapfmengen. Während im oberen Teil

der Figur 5 wie in Fig. 4 die Auslauftemperatur ϑ_{Aus} gegenüber der Zeit aufgetragen wurde, ist im unteren Teil der Figur 5 die Leistung des Brenners 2 gegenüber der Zeit entsprechend der darüber liegenden Auslauftemperatur ϑ_{Aus} dargestellt. Sobald ein Taktbetrieb erkannt wurde, d.h. die Zapfung besonders kleiner Mengen von Warmwasser WW und der Brenner 2 ausschaltet, wird die zuletzt verwandte Leistung des Brenners 2 in einem Speicher des Reglers 1 abgespeichert.

[0034] Während der Brenner 2 ausgeschaltet bleibt, ist es möglich, das Gebläse des Brenners weiterlaufen zu lassen, um beim Wiederanschalten des Brenners möglichst schnell in den geeigneten Drehzahlbereich zu kommen. Sobald die Auslauftemperatur ϑ_{Aus} die untere Grenze der Schaltdifferenz $SdEin$ kreuzt, schaltet der Brenner 2 wieder ein, wobei hier die zuvor "gemerkte", d.h. im Regler 1 abgespeicherte Leistung verwandt wird, die dann auch beispielsweise zur Messung der Anstiegsgeschwindigkeit v_A verwendet werden kann, falls dies zuvor noch nicht erfolgt ist. Nach der Identifikationsphase (Leistung konstant) wird der Modulationsregler freigegeben.

[0035] Während sich das erfindungsgemäße Regelverfahren bzw. der erfindungsgemäße Regler mit Vorteil zur Regelung eines Brauchwasser-Durchlauferhitzers eignen, können diese auch beispielsweise für den Heizbetrieb einer Heizanlage verwendet werden. Es müssen hierbei lediglich die Parameter zwischen Brauchwasserbetrieb und Heizbetrieb unterschieden, d.h. umgeschaltet werden. Der Regler verfügt dabei über geeignete Eingabemittel, um die jeweils minimale und maximale Ausschalttemperatur $SdAus_{min}$ und $SdAus_{max}$ für den Heizbetrieb separat einzustellen.

Patentansprüche

1. Regelverfahren zur Regelung eines Brenners (2) einer Heizvorrichtung, insbesondere zur Regelung des Brenners eines Brauchwasser-Durchlauferhitzers, wobei der Brenner (2) ein Wärmeträgermedium erwärmt, das an einem Einlauf der Heizvorrichtung eine bestimmte Einlauftemperatur (ϑ_{Ein}) und an einem Auslauf der Heizvorrichtung eine bestimmte Auslauftemperatur (ϑ_{Aus}) aufweist, und wobei die Erwärmung des Wärmeträgermediums zumindest in Abhängigkeit einer Solltemperatur (ϑ_{Soll}) und der Auslauftemperatur (ϑ_{Aus}) geregelt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erstes Maximum (1a) der Auslauftemperatur (ϑ_{Aus}) gemessen wird, und dass als eine nächste Ausschalttemperatur ($SdAus(k+1)$) ein Wert zwischen einer maximalen Ausschalttemperatur ($SdAus_{max}$) und dem ersten Maximum (1a) der Auslauftemperatur (ϑ_{Aus}) verwendet wird.
2. Regelverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Einschalten des

- Brenners (2) das erste Maximum (1a) der Auslauftemperatur (ϑ_{Aus}) gemessen wird, dass eine erste Differenz ($\Delta\vartheta_1$) zwischen der maximalen Ausschalttemperatur ($\text{SdAus}_{\text{max}}$) und dem ersten Maximum (1a) der Auslauftemperatur (ϑ_{Aus}) berechnet wird, und dass die nächste Ausschalttemperatur ($\text{SdAus}(k+1)$) mittels dieser ersten Differenz ($\Delta\vartheta_1$) berechnet wird.
3. Regelverfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als nächste Ausschalttemperatur ($\text{SdAus}(k+i)$) die Differenz aus der aktuellen Ausschalttemperatur ($\text{SdAus}(k)$) und aus der Hälfte der i-ten Differenz ($\Delta\vartheta_i$) verwendet wird.
4. Regelverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als i-te Differenz ($\Delta\vartheta_i$) die Differenz zwischen der maximalen Ausschalttemperatur ($\text{SdAus}_{\text{max}}$) bzw. der vorherigen Ausschalttemperatur ($\text{SdAus}(k+i-1)$) und einer minimalen Ausschalttemperatur ($\text{SdAus}_{\text{min}}$) verwendet wird, falls das i-te Maximum (ia) der Auslauftemperatur (ϑ_{Aus}) unterhalb der minimalen Ausschalttemperatur ($\text{SdAus}_{\text{min}}$) liegt.
5. Regelverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als nächste Ausschalttemperatur ($\text{SdAus}(k+i)$) die maximale Ausschalttemperatur ($\text{SdAus}_{\text{max}}$) verwendet wird, falls das i-te Maximum (ia) der Auslauftemperatur (ϑ_{Aus}) oberhalb der maximalen Ausschalttemperatur ($\text{SdAus}_{\text{max}}$) liegt.
6. Regelverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach der Messung des i-ten Maximums (ia) die Messung eines weiteren Maximums ((i+1)a) erst nach der Messung eines i-ten Minimums (ib) gestartet wird.
7. Regelverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Einschalten des Brenners (2) eine Zeitzählung gestartet wird, und dass nach Ablauf einer vorbestimmbaren Zeit die minimale Ausschalttemperatur ($\text{SdAus}_{\text{min}}$) als nächste Ausschalttemperatur ($\text{SdAus}(k+i)$) verwendet wird.
8. Regelverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Ausschalten des Brenners (2) alle Temperatur- und Ausschaltwerte zurückgesetzt werden und die Berechnung beim nächsten Brennerstart wieder neu gestartet wird.
9. Regelverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximale Ausschalttemperatur ($\text{SdAus}_{\text{max}}$) in Abhängigkeit von der Solltemperatur (ϑ_{Soll}) begrenzt wird.
10. Regelverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regler (1) bei der vorbestimmbaren Brennerleistung und bei Nichterreichen der Solltemperatur (ϑ_{Soll}) nach Ablauf einer vorbestimmbaren Zeitdauer die Brennerleistung modulierend verändert.
11. Regelverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach einem Starten des Brenners (2) von einer Zündleistung auf eine vorbestimmbare und abspeicherbare Taktleistung umgeschaltet wird.
12. Regelverfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Taktleistung die letzte Leistung vor der Abschaltung des Brenners (2) oder die minimale einstellbare Leistung des Brenners (2) ist.
13. Regelverfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Gebläse des Brenners (2) im Taktbetrieb, d.h. bei kleinen abgeführten Mengen des Wärmeträgermediums, nicht ausgeschaltet und vorzugsweise mit einer Zündrehzahl betrieben wird.
14. Regler zur Regelung eines Brenners (2) einer Heizvorrichtung, insbesondere zur Regelung des Brenners eines Brauchwasser-Durchlauferhitzers, wobei der Brenner (2) ein Wärmeträgermedium erwärmt, das an einem Einlauf der Heizvorrichtung eine bestimmte Einlauftemperatur (ϑ_{Ein}) und an einem Auslauf der Heizvorrichtung eine bestimmte Auslauftemperatur (ϑ_{Aus}) aufweist, und wobei die Erwärmung des Wärmeträgermediums zumindest in Abhängigkeit einer Solltemperatur (ϑ_{Soll}) und der Auslauftemperatur (ϑ_{Aus}) geregelt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regler Mittel zur Messung eines ersten Maximums (1a) der Auslauftemperatur (ϑ_{Aus}) und dass der Regler Mittel zur Berechnung einer nächsten Ausschalttemperatur ($\text{SdAus}(k+1)$) aufweist, die einen Wert zwischen einer maximalen Ausschalttemperatur ($\text{SdAus}_{\text{max}}$) und dem ersten Maximum (1a) der Auslauftemperatur (ϑ_{Aus}) einnimmt.
15. Regler nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regler Mittel zur Messung von Gradienten von Temperaturverläufen aufweist.
16. Verwendung des Regelverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13 und/oder eines Reglers nach einem der Ansprüche 14 oder 15 zur Regelung eines Brauchwasser-Durchlauferhitzers oder zur Kesselregelung oder zur Heizkreisregelung.

Fig.1

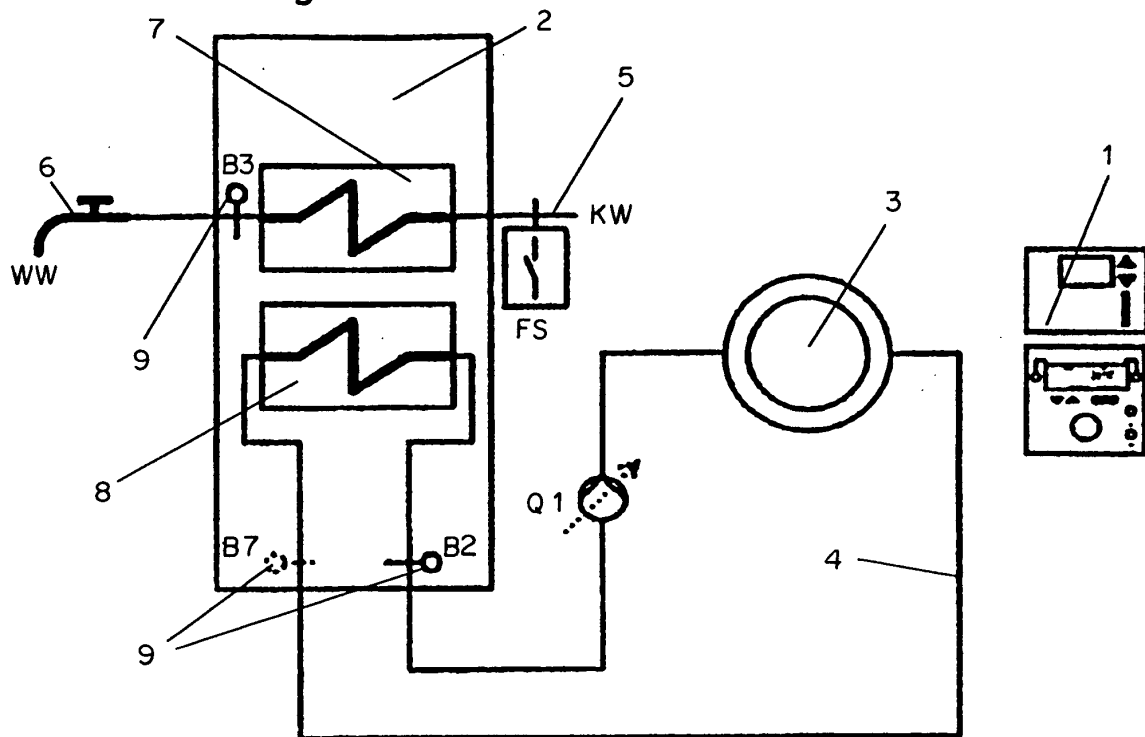


Fig.2

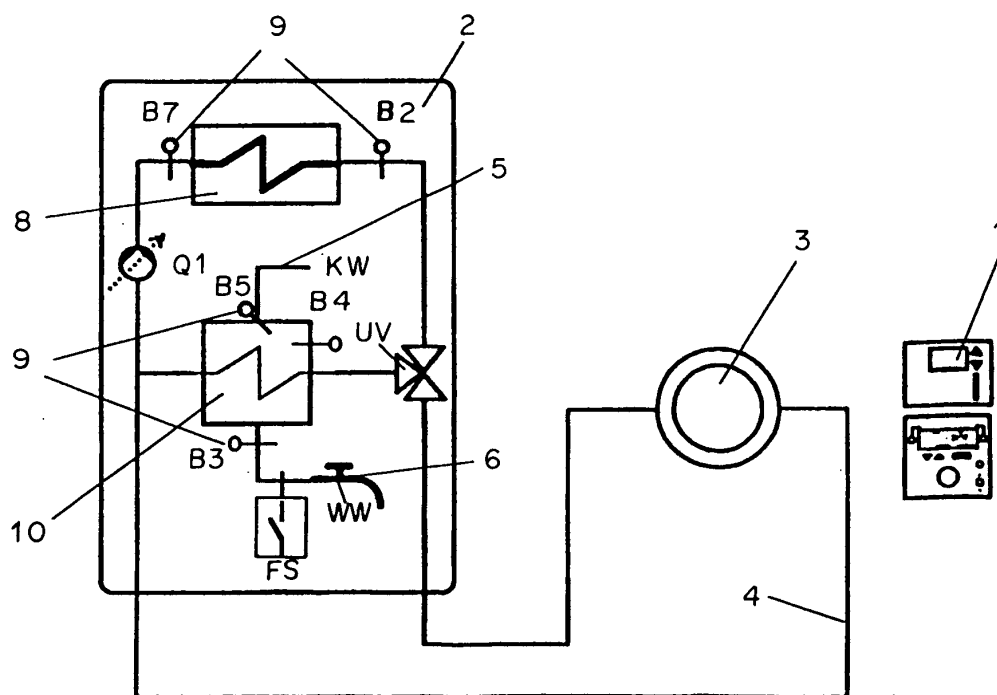


Fig. 3

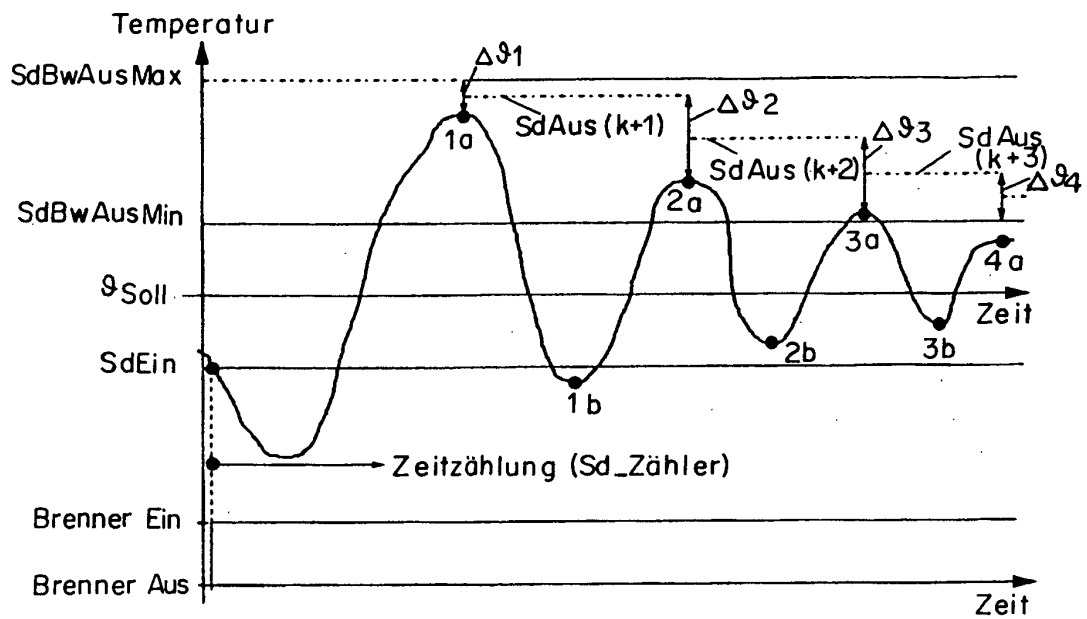


Fig. 4

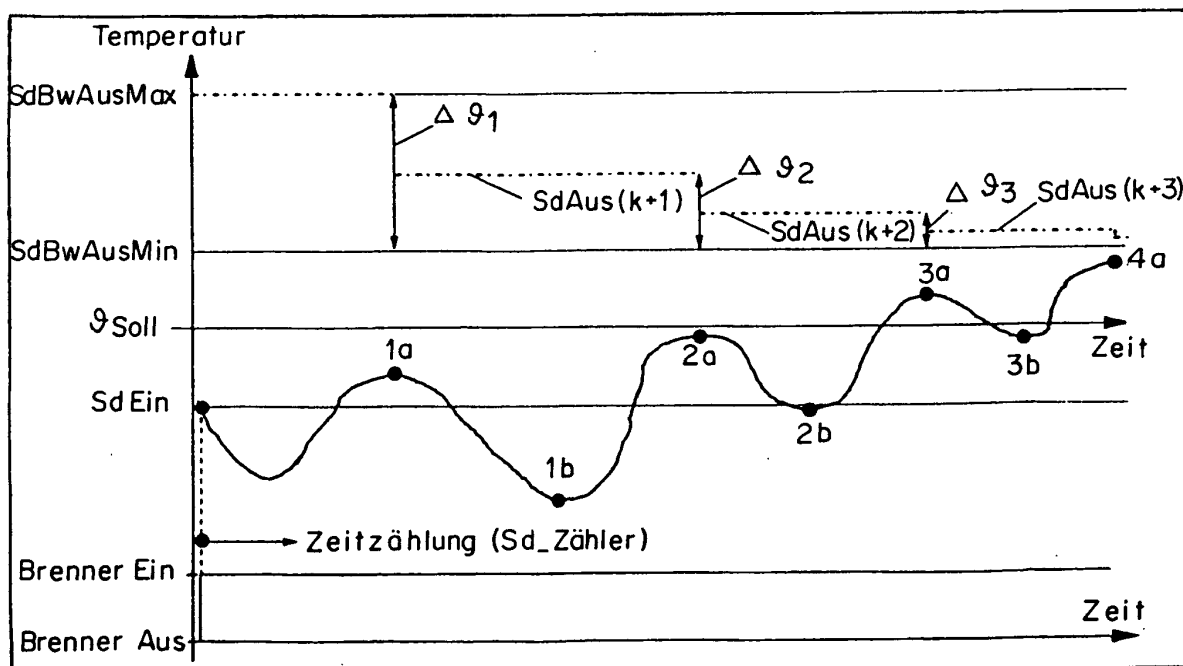


Fig. 5

