



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑪ CH 669 836 A5

⑤① Int. Cl.⁴: F 24 H 9/20
F 25 B 49/00
G 05 D 23/00

⑫ PATENTSCHRIFT A5

②① Gesuchsnummer: 4650/85

②② Anmeldungsdatum: 30.10.1985

③① Priorität(en): 22.11.1984 DE U/8434417

②④ Patent erteilt: 14.04.1989

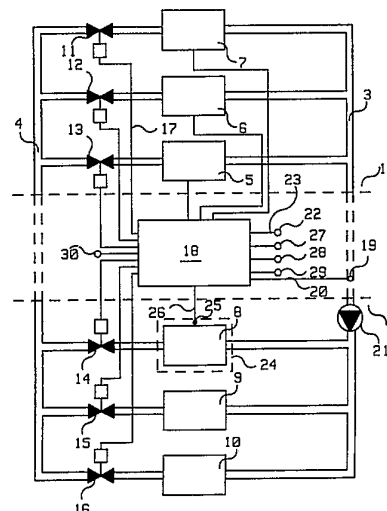
④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 14.04.1989

⑦③ Inhaber:
Vaillant GmbH, Dietikon

⑦② Erfinder:
Stuch, Dieter, Wermelskirchen (DE)
Taag, Jürgen, Remscheid (DE)

⑤④ Verfahren zum Betreiben mehrerer Wärme- oder Kältequellen.

⑤⑦ Verfahren zum Betreiben mehrerer Kessel (5, 6, 7) mit gestufter Leistung an einer Zentralheizungsanlage und mit einer Regelung der Vorlauftemperatur (19) im Kreis zwischen Kessel (5, 6, 7) und Verbraucher (8, 9, 10), wobei bei Vorhandensein von n-Leistungsstufen der Kessel n - 1 Grenzwerte für Stufenumschaltungen gebildet werden und dass die Lage der Grenzwerte selbstadaptierend variiert wird.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Betreiben mehrerer Wärmequellen mit gestufter Leistung an wenigstens einem wärmeaufnehmenden Verbraucher und der Regelung einer Temperatur im Kreis zwischen Wärmequelle und Verbraucher oder einer davon abgeleiteten Temperatur, dadurch gekennzeichnet, dass bei Vorhandensein von $n-1$ Grenzwerten für Stufenumschaltungen gebildet werden und dass die Lage der Grenzwerte selbstadaptierend variiert wird.

2. Verfahren zum Betreiben mehrerer Kältequellen mit gestufter Leistung an wenigstens einem kälteaufnehmenden Verbraucher und der Regelung einer Temperatur im Kreis zwischen Kältequelle und Verbraucher oder einer davon abgeleiteten Temperatur, dadurch gekennzeichnet, dass bei Vorhandensein von $n-1$ Grenzwerten für Stufenumschaltungen gebildet werden und dass die Lage der Grenzwerte selbstadaptierend variiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass unter Vorgabe eines Sollwertes (Heizkurve) eine als zulässig angesehene Regelabweichung festgelegt wird, bei deren Überschreitung eine Variation der gerade an der Wärmeerzeugung beteiligten Leistungsstufenzahl erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass unter Vorgabe eines Sollwertes (Kühlkurve) eine als zulässig angesehene Regelabweichung festgelegt wird, bei deren Überschreitung eine Variation der gerade an der Kälteerzeugung beteiligten Leistungsstufenzahl erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zulässige Regelabweichung bei einer Zweipunktregelung proportional gleichgerichtet zur Hysterese verändert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die zulässige Regelabweichung 10 bis 20 % der Hysterese beträgt und zu dieser addiert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zulässige Regelabweichung 20 % der Hysterese beträgt.

8. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei Überschwingen des Istwertes der Regelgrösse über den Sollwert eine Veränderung der Leistungsstufenzahl dann vorgenommen wird, wenn nach Ablauf einer vorbestimmten Wartezeit die dann sich verkleinernde zulässige Regelabweichung immer noch überschritten wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass nach Ablauf der vorbestimmten Wartezeit einer der beiden Grenzwerte der Hysterese verändert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Grenzwert der Hysterese nach einem Zeitprogramm geändert wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beim Aufheizen der aussentemperaturabhängige Vorlauftemperatursollwert mit den $n-1$ Grenzwerten verglichen wird und nur diejenigen Leistungsstufen zugeschaltet werden, deren zugehörige Grenzwerte von dem Vorlauftemperatursollwert überschritten werden.

BESCHREIBUNGEN

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betreiben mehrerer Wärme- oder Kältequellen gemäss den Oberbegriffen der nebengeordneten Ansprüche.

Unter Wärmequellen sind hier alle Arten von Wärmeerzeugern zu verstehen, seien es Kessel oder Umlaufwasserheizer zur Speisung von Zentralheizungen mit Radiatoren, Konvektoren oder Fussbodenheizungen oder deren Anteile

beziehungsweise Wärmepumpen, unter Verbrauchern sind hier die eben erwähnten Radiatoren, Konvektoren oder Fussbodenheizungen zu sehen, gleichzeitig auch Brauchwasserbereiber, seien es solche im Durchflussverfahren oder im Speicherverfahren arbeitende. Auch die Beheizung der Wärmequellen ist allgemein zu sehen, es kämen Beheizungen mit Öl- oder Gasbrennern oder auch Beheizungen mit elektrischem Strom in Frage. Als Regelverfahren kommt hier nur das Zweipunkt-Regelverfahren in Frage, wobei hier beide Möglichkeiten in Betracht zu ziehen sind, dass bei mehreren Wärmequellen beide im Zweipunkt-Verfahren aus- und eingeschaltet werden oder von einer Mehrzahl auf einen oder mehrere Verbraucher arbeitender Wärmequellen einige fest eingeschaltet sind und nur eine oder einige taktend betrieben werden.

Wurde bislang eine Zentralheizungsanlage mit einer Mehrkesselanlage betrieben, so bestanden nach dem Stand der Technik zwei Möglichkeiten des Betriebsverfahrens, nämlich zunächst einmal mit einem Kessel zu versuchen, die Anlage auf den Temperatur-Sollwert hochzuheizen, und wenn dies nach Ablauf einer bestimmten Zeit nicht geschah, wurden weitere Kessel zugeschaltet. Hierbei ergab sich für die Benutzer des beheizten Gebäudes erhebliche Anlaufzeiten, bis die Behaglichkeitstemperatur erreicht war. Bei dem anderen Verfahren wurden zunächst alle Kessel auf die Zentralheizungsanlage geschaltet, und nach Erreichen des Sollwertes der Temperatur wurden mehr oder weniger Kessel ausser Betrieb genommen, um die Temperatur zu halten. Hierbei resultiert meistens eine zu grosse Energieverschwendung, und damit entstehen zu hohe Kosten.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für einen wärmeaufnehmenden Verbraucher, gleich welcher Art, der von mehreren Wärmequellen, die auch unterschiedlicher Natur sein können, gespeist wird, anzugeben, mit welcher niedrigstmöglichen Zahl von Wärmequellen der Verbraucher auf das gewünschte Temperaturniveau hochgeheizt, gehalten oder von ihm auf ein niedrigeres Temperaturniveau gebracht werden kann.

Diese Aufgabenstellung lässt sich sinngemäss auf Kältequellen übertragen. Die Lösung der Aufgaben liegt erfindungsgemäss in den kennzeichnenden Verfahrensmerkmalen der nebengeordneten Ansprüche.

Weitere Ausgestaltungen und besonders vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemässen Verfahrens gehen aus den abhängigen Patentansprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung hervor, die ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Figuren 1 bis 5 der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Heizungsanlage in einer schematischen Darstellung und die Figuren 2 bis 5 Diagramme.

In allen fünf Figuren bedeuten gleiche Bezugszeichen jeweils die gleichen Einzelheiten.

Die Heizungsanlage in Figur 1 besteht aus einer Wärmequellenseite 1 und einer wärmeaufnehmenden Seite 2, die beide über eine Vorlaufleitung 3 und eine Rücklaufleitung 4 verbunden sind. Die Wärmequellenseite 1 besitzt mehrere Wärmequellen, von denen drei eingezeichnet sind, die Bezugszeichen 5, 6 und 7 aufweisen. Diese Wärmequellen werden im Ein-/Aus-Betrieb betrieben und können gleiche oder auch unterschiedliche Leistungen aufweisen. Die Art der Wärmequellen ist belanglos, es können Kompressions- oder Absorptionswärmepumpen, Kessel oder Umlaufwasserheizer sein, die Wärmequellen können gleich oder gemischt sein. Ferner ist die Art der Beheizung gleichgültig, es kämen hier insbesondere gas- oder ölbeheizte sowie mit elektrischem Strom beheizte in Frage. Diese Wärmequellen 5 bis 7 werden

auf Verbraucher 8, 9 und 10 geschaltet, die Zahl der Verbraucher ist nach oben nicht begrenzt.

Die Verbraucher können entweder aus einzelnen oder einer Vielzahl von Radiatoren oder Konvektoren bestehen, ferner können Fussbodenheizungen oder Heizungsanteile in Frage kommen und Brauchwasserspeicher. Der gesamte Verbraucher kann aus einzelnen oder aus mehreren Sorten zusammengesetzter Verbraucher bestehen. Aus der Zahl und Art der Verbraucher resultiert ein bestimmter momentaner Leistungsbedarf, der, über den Tag gesehen, nicht konstant sein muss.

Die einzelnen Wärmequellen 5 bis 7 sind hydraulisch parallel an die Vorlaufleitung 3 angeschlossen, rücklaufseitig sind sie über Magnetventile 11, 12 und 13 absperbar. Die Absperrung wird dann vorgenommen, wenn eine Wärmequelle nicht in Betrieb geht, um das Zentralheizungswasser nicht über diese Wärmequelle unnütz auszukühlen. Gleichermassen können die Verbraucher in Serie mit innenliegenden Magnetventilen 14, 15 und 16 versehen sein, die dann geöffnet werden, wenn der zugehörige Verbraucher in Betrieb gehen soll. Jedes Magnetventil ist mit einem zugehörigen Betätigungsmagneten versehen, die allesamt über Leitungen 17 mit einer zentralen Steuer- und Regeleinheit 18 verbunden sind. In der Vorlaufleitung 3 ist ein Vorlaufftemperaturfühler 19 vorgesehen, der über eine Leitung 20 mit der Steuer- und Regeleinheit 18 verbunden ist, ferner eine Umwälzpumpe 21. An die Steuer- und Regeleinheit ist ein Aussentemperaturfühler 22 über eine Leitung 23 als Istwertgeber angeschlossen, weiterhin ist vorgesehen, wenigstens einen Gebäuderaum 24 mit einem Raumtemperaturfühler 25 zu versehen, der über eine Messleitung 26 gleichermassen als Istwertgeber mit der Steuer- und Regeleinheit 18 verbunden ist. Es sind drei Sollwertgeber 27, 28 und 29 vorhanden, wobei mit dem Sollwertgeber 27 der Sollwert der Vorlaufftemperatur vorgegeben wird. Dies muss kein fester Sollwert sein, sondern kann ein von der Aussentemperatur abhängig gesteuerter Sollwert sein (Heizkurve). Weiterhin käme hier ein Heizprogramm in Frage, beispielsweise ein Aufladeheizprogramm für einen Brauchwasserspeicher. Die beiden anderen Sollwertgeber 28 und 29 dienen zur Einstellung der Schalthysterese des Zweipunktreglers, der Teil der Steuer- und Regeleinheit 18 ist, beziehungsweise zur Einstellung einer als zulässig angesehenen Regelabweichung, auf die später noch eingegangen werden wird.

Zur Funktion des Verfahrens, das mit der Steuer- und Regeleinheit 18 betrieben wird, wird nunmehr auf die Figur 2 verwiesen. Die Figuren 2 stellt ein Diagramm dar, das in der Abszisse die Aussentemperatur in °C, in der Ordinate den Vorlaufftemperatur-Sollwert gleichermassen in °C darstellt.

Es ist aber gleichermassen möglich, statt der Vorlaufftemperatur die Rücklaufftemperatur oder eine Differenztemperatur oder eine sonstige hiervon abgeleitete Temperatur als Regelgrösse zu betrachten. In Frage käme hierbei insbesondere die Raumtemperatur oder zum Beispiel die Temperatur des im Brauchwasserspeicher gespeicherten Wassers.

Für das Betriebsverfahren sind zunächst einmal drei mögliche Zustände zu unterscheiden. Einmal den Anfahrzustand, der sich dann ergibt, wenn aus einem abgesenkten (Nacht-) Temperaturniveau auf ein Tag-Temperaturniveau hochgefahren werden soll beziehungsweise wenn ein Brauchwasserspeicher aufgeladen werden soll, ferner ein Beharrungszustand, der sich dadurch kennzeichnet, dass ein bestehendes Temperaturniveau etwa gehalten werden soll, und zum dritten ein Übergangszustand, der dann erreicht wird, wenn von einem höheren Temperaturniveau auf ein Absenkttemperaturniveau übergegangen wird. Der Übergangszustand kann sich auch dann einstellen, wenn die Wärmenach-

frage eines Verbrauchers sinkt, beispielsweise nach Beendigung einer Speicheraufheizung, wenn die Zentralheizung selbst noch Wärme anfordert.

In der Figur 2 ist eine Kurve 31 dargestellt, die eine Heizkurve darstellt, also den Sollwert für die Regelgrösse, nämlich die Vorlaufftemperatur. Wird nun davon ausgegangen, dass zu einer bestimmten Zeit von einem abgesenkten Temperaturniveau auf ein höheres Temperaturniveau aufgeheizt werden soll, also der Anfahrzustand herrscht, so werden bei Vorhandensein von zwei Wärmequellen zwei Betriebszustände zu unterscheiden sein, nämlich dass nur eine der beiden Wärmequellen oder beide auf die Verbraucher geschaltet sind. Es müssen zunächst unterhalb dessen beide – oder allgemein gesprochen – alle Wärmequellen auf die Verbraucher geschaltet werden oder oberhalb dessen nur ein Teil der Wärmequellen auf die Anlage geschaltet werden. Dieser Grenzwert wird im Ausführungsbeispiel als Aussentemperaturwert festgelegt, im Ausführungsbeispiel liegt er bei einer Aussentemperatur von +10 °C im Punkt 32. Das bedeutet, dass bei Aussentemperaturwerten unter +10 °C beide Wärmequellen eingeschaltet sind, um die Verbraucher hochzufahren, bei Temperaturwerten darüber wird nur mit einer Wärmequelle hochgeheizt. Es versteht sich, dass bei einer Anzahl von n einschaltbaren Wärmequellen n – 1 Grenzwerte vorgegeben werden. Diese Grenzwerte werden bei der Erstinstallation einer Heizungsanlage empirisch vorgegeben, und die Steuer- und Regeleinheit 18 speichert diese über den Sollwertsteller 30 einstellbaren Grenzwerte und variiert die Grenzwerte aufgrund selbstadaptierenden Verhaltens. Das bedeutet, dass die Grenzwerte von der Steuer- und Regeleinheit, die einen Mikroprozessor zur Durchführung dieser Arbeiten enthält, selbständig variiert werden, um ein Optimum zu erreichen. Das Optimum ist hier so zu definieren, dass versucht wird, mit einer Mindestzahl von Wärmequellen das angestrebte Hochtemperaturniveau zu erreichen.

Zu der vorgegebenen Grenzwertschwelle 32 gehört demgemäss der Punkt 33 auf der Kurve 31, der zu einer bestimmten Soll-Vorlaufftemperatur im Punkt 34 führt.

Nach Ablauf einer gewissen Zeit des Anfahrens der Heizungsanlage wird ein statischer Zustand erreicht, das heisst, der Istwert der Vorlaufftemperatur pendelt aufgrund der Arbeitsweise der Zweipunktregelung um den Sollwert. Herrscht an dem Tag beispielsweise eine Aussentemperatur 8 A Ist von –13 ° im Punkt 35, so führt das zu einem Sollwert für die Vorlaufftemperatur gemäss dem Punkt 36 beziehungsweise im Punkt 37 von 68 °C. Es zeigt sich, dass die Werte gemäss den Punkten 36 und 37 im Hysteresebereich 38 liegen, der von den beiden Schwellenwerten 39 und 40 begrenzt wird. Der Bereich zwischen den Schwellenwerten 39 und 40 entspricht der Schaltdifferenz des Zweipunktreglers. Das bedeutet, dass beim Absinken des Istwertes der Vorlaufftemperatur auf die untere Schwelle 40 entweder eine geregelte Stufe einer mehrstufigen Wärmequelle eingeschaltet wird oder eine ganze Wärmequelle eingeschaltet wird und dass dann, wenn der Vorlaufftemperatur-Istwert die obere Schwelle 39 erreicht, die geregelte Stufe der Wärmequelle abgeschaltet wird. Die Linien 39 und 40 sind Projektionslinien.

Für den Fall, dass die Vorlaufftemperatur unterhalb der niedrigen Schwelle 40 liegen, bedeutet das, dass die Regelabweichung der Vorlaufftemperatur nicht mit dem Sollwert zur Deckung gebracht wird. Das bedeutet, dass die gerade in Betrieb befindlichen Wärmequellen zu klein sind in ihrer Wärmeabgabeleistung. Das bedeutet, dass auf die nächstgrössere Stufe geschaltet werden muss oder dass eine weitere Stufe oder eine gesamte Wärmequelle zugeschaltet werden muss. Es besteht hier die Möglichkeit, dass die Minderlei-

stung der Wärmequelle permanent zu klein ist oder dass nur durch zufällig bedingte Verbraucherabweichungen die normalerweise richtige Wärmequellenleistung momentan zu klein ist. Um hier nicht in jedem Falle eine weitere Stufe der Wärmequellenleistung zuzuschalten, wird eine weitere noch als zulässig angesehene Regelabweichung eingeführt, die auf die Hysterese aufgeschaltet wird. Demgemäss wird um die als noch zulässig angesehene weitere Regelabweichung 41 die untere Schwelle 40 gemäss der neuen Schwelle 42 weiter abgesenkt. Liegt der Istwert der Vorlauftemperatur dann innerhalb der erweiterten Schwelle 40 bis 39, so wird die bestehende Regelabweichung in Kauf genommen und an der arbeitenden Wärmequellen-Stufenzahl nichts geändert. Liegt der Istwert darunter, wird dennoch zugeschaltet. Die Zuschaltung der nächsten Leistungsstufe kann auch dann erfolgen, wenn nach Ablauf einer Verzugszeit, ab dem Unterschreiten von 42, der Istwert unter 42 liegt. Für die Wahl der Grösse der zu der Hysterese 38 zu addierenden zulässigen Regelabweichung gilt, dass diese allgemein proportional gleichgerichtet zur Hysterese verändert wird, wobei der Betrag der als zulässig angesehenen Regelabweichung zwischen 10 und 30%, vorzugsweise bei 20%, liegt. Es ist aber auch möglich, die als zulässig angesehene Grösse der Regelabweichung nicht konstant über die Aussentemperatur berechnen zu lassen, sondern mit einem bestimmten Betrag oberhalb der Vorlauftemperatur festzulegen, beispielsweise 8 Vorlauf und 3 K.

Gleiches ergibt sich, wenn die Zentralheizungsanlage von einem Vorlauftemperatur-Istwert, der oberhalb der Schwelle 39 liegt, der Sollwert heruntergefahren wird. Liegt demgemäss der Vorlauftemperatur-Istwert oberhalb der auf den Wert der Schwelle 39 addierten zulässigen Regelabweichung 43, so wird die Wärmequellen-Stufenzahl vermindert, liegt er hingegen im Zwischenbereich zwischen den Kurven 39 und 43, so wird noch keine Umschaltung vorgenommen, da unterstellt werden muss, dass aufgrund zufällig bedingter Abweichungen die Wärmeabnahme des oder der Verbraucher momentan kleiner ist. Ein Abschalten von Wärmequellenstufen um jeden Preis würde sonst zu einem unerwünschten Schwingen des Reglers führen.

Anhand der Figuren 3 bis 5 ist der Verlauf des Istwertes der Vorlauftemperatur gemäss der Kurve 44 dargestellt, und zwar ist in der Abszisse die Zeit T in Minuten, in der Ordinate die Temperatur ν in °C aufgetragen. Man sieht, dass der Istwert der Vorlauftemperatur um den Sollwert gemäss der

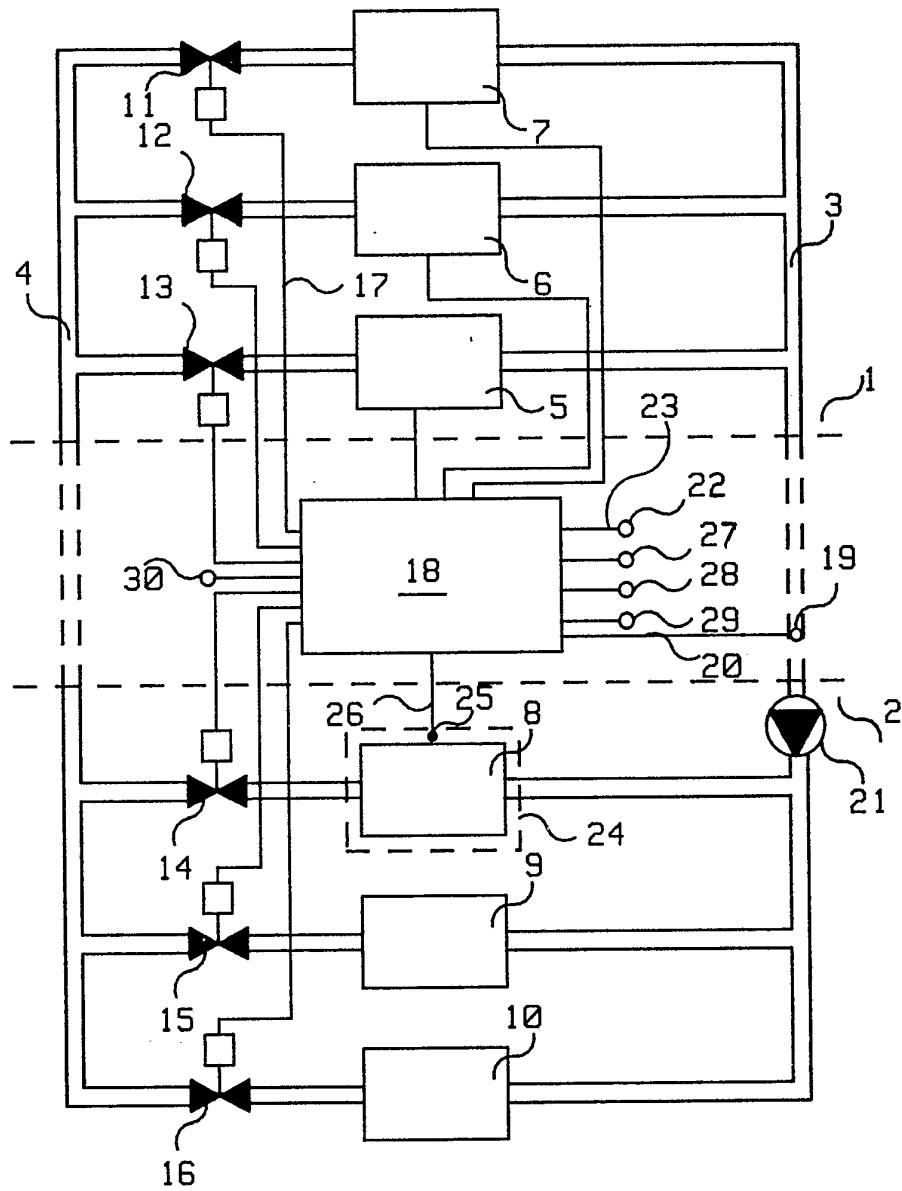
Linie 45 schwankt, und zwar im Bereich der Hysterese, vorgegeben durch die Schwellen 39 und 40. Aus der Figur 4 geht hervor, dass beim Überschwingen des Istwertes der Vorlauftemperatur auf die Schwelle 39 aufgeschlagene zulässige Regelabweichung 49 der Abschaltbefehl für eine Wärmequelle beziehungsweise einer Stufe einer Wärmequelle erfolgt.

In der Figur 5 wird der mögliche Fall behandelt, dass beim Überschwingen des Istwertes gemäss der Kurve 44 über den oberen Schwellwert 39 der Hysterese im Punkt 46 eine Wartezeit gemäss der Pfeillänge 47 vorgegeben und abgewartet wird, um nach deren Ablauf erneut zu prüfen, ob der Istwert der Vorlauftemperatur immer noch oberhalb der oberen Schwelle 43 der Hysterese liegt. Ist das der Fall, so wird hieraus ein Abschaltbefehl für eine Stufe der Wärmequelle erfolgen, und es kann alternativ hierzu der Wert der zulässigen Regelabweichung 49, der auf die obere Schwelle 39 aufgeschlagen wird, zu Null vermindert werden. Hierbei ist es möglich, dieses Vermindern nach einem bestimmten Zeitprogramm vorzugeben und bevorzugt maximal so zu gestalten, dass der Sollwert so abgesenkt wird, dass nach Ablauf der vorgegebenen Zeit der obere Schwellwert der Hysterese ohne zulässige Regelabweichung dem Mittelwert des Sollwertes entspricht. Bei Erreichen der Abschalttemperatur 48 wird die Leistungsstufenzahl vermindert, und die Schwellwerte werden in den Anfangszustand versetzt.

Es soll an dieser Stelle aber noch darauf hingewiesen werden, dass das Verfahren nicht nur für das Aufheizen von Räumen Gültigkeit hat, sondern beispielsweise auch für das Klimatisieren und Kühlen von Räumen. Hier sind dann natürlich die Vorgänge gegenläufig zu betrachten, der Anfahrzustand entspricht dem Herunterkühlen eines Raumes. Die Verfahrensweise ist aber danach angepasst ansonsten die gleiche.

Weiterhin ist es möglich, die Verfahrensschritte, die anhand der Figur fünf für die Wartezeit erläutert wurden, auch dann anzuwenden, wenn offensichtlich der Vorlauftemperatur-Istwert die untere Schwelle des Einschaltwertes, also den unteren Schwellwert 40 zuzüglich der zulässigen Regelabweichung 42 nie erreicht. Auch dann kann nach Ablauf einer gesetzten Wartezeit der Umschaltbefehl resultieren. Um zum Einschaltbefehl zu kommen, wird dann der untere Grenzwert für die Einschaltung spiegelbildlich zu Figur fünf hochgelegt.

Figur 1



Figur 2

