



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>: F 24 D 19/10

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



(12) PATENTSCHRIFT A5

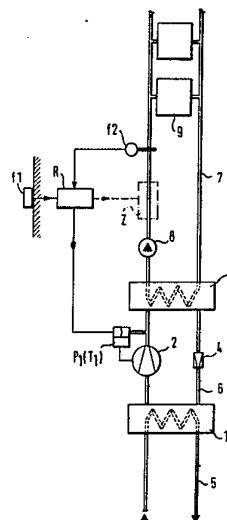
(11)

627 257

|                                    |                       |                 |                                                                         |
|------------------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|
| (21) Gesuchsnummer:                | 608/78                | (73) Inhaber:   | Dipl.-Ing. Heinz Gerbert, Erlenmoos (DE)                                |
| (22) Anmeldungsdatum:              | 20.01.1978            |                 |                                                                         |
| (30) Priorität(en):                | 21.01.1977 DE 2702489 | (72) Erfinder:  | Dipl.-Ing. Heinz Gerbert, Erlenmoos (DE)<br>Adolf Kirn, Reutlingen (DE) |
| (24) Patent erteilt:               | 31.12.1981            |                 |                                                                         |
| (45) Patentschrift veröffentlicht: | 31.12.1981            | (74) Vertreter: | Dipl.-Ing. F.J. Maas, Rüslikon                                          |

**(54) Verfahren und Vorrichtung zur automatischen Optimierung des Betriebspunktes einer Heizvorrichtung, insbesondere einer Wärmepumpe.**

(57) Das Verfahren dient zur automatischen Optimierung des Betriebspunktes einer Heizvorrichtung, insbesondere einer Wärmepumpe, bei der die Wärmeenergie des im Kreislauf durch einen Verbraucher (9) strömenden Heizmediums (7) überwiegend einem natürlichen Primärenergieträger (5) durch Unterkühlen in einem Verdampfer (1) mittels eines im Kreislauf strömenden Zwischenmediums (6) entzogen wird. Das die Verdampfungswärme beinhaltende verdampfte Zwischenmedium (6) wird durch Zufuhr von Hilfsenergie auf einen höheren Wärmeinhalt gebracht und danach die erhöhte Wärmeenergie des Zwischenmediums (6) durch Verflüssigen an das als Sekundärenergieträger dienende Heizmedium (7) abgegeben. Hierbei werden zur Steuerung der Hilfsenergiezufuhr zum Zwischenmedium (6) der maximal zulässige Verflüssigungsdruck bzw. die maximal zulässige Verflüssigungstemperatur eines Verdichters (2) geändert oder der Volumenstrom des Heizmediums durch einen Verflüssiger (3) variiert, und zwar über die Einschaltdauer des Verdichters (2).



## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur automatischen Optimierung des Betriebspunktes einer Heizvorrichtung, insbesondere einer Wärmepumpe, bei der die Wärmeenergie des im Kreislauf durch einen Verbraucher strömenden Heizmediums überwiegend einem Primärenergieträger der Natur durch Unterkühlen in einem Verdampfer mittels eines im Kreislauf strömenden Zwischenmediums entzogen, das die Verdampfungswärme beinhaltende verdampfte Zwischenmedium durch Zufuhr von Hilfsenergie auf einen höheren Wärmeinhalt gebracht und danach die erhöhte Wärmeenergie des Zwischenmediums durch Verflüssigen in einem Verflüssiger an das als Sekundärenergieträger dienende Heizmedium abgegeben wird, wobei die Vorlauftemperatur des Heizmediums in Abhängigkeit von der Aussentemperatur durch entsprechende Wärmeabgabe des Zwischenmediums geändert und die Zufuhr von Hilfsenergie zum Zwischenmedium und/oder die Zufuhr von Primärenergie stufenlos oder stufenweise durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass zur Steuerung der Hilfsenergiezufuhr zum Zwischenmedium über die Einschaltdauer des Verdichters der maximal zulässige Verflüssigungsdruck bzw. die maximal zulässige Verflüssigungstemperatur des Verdichters geändert oder der Volumenstrom des Heizmediums durch den Verflüssiger variiert werden.

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einem Regelgerät, das einen Eingang für einen Fühler zur Messung der Vorlauf-Ist-Temperatur des Heizmediums, einen Eingang für einen Aussentemperaturfühler zur Ermittlung der Vorlauf-Soll-Temperatur des Heizmediums und einen Ausgang zur Beeinflussung der Vorlauftemperatur des Heizmediums entsprechend der festgestellten Temperaturdifferenz aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass zur direkten Änderung der Vorlauftemperatur des Heizmediums (7) entsprechend dem Ausgangssignal des Regelgerätes (R), dessen Ausgang mit dem Verdichter (2) über einen diesen steuernden Verflüssigungsdruckregler ( $P_1$ ,  $P_2$ ) oder Verflüssigungstemperaturregler ( $T_1$ ,  $T_2$ ) verbunden ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Verflüssigungsdruckregler ( $P_1$ ,  $P_2$ ) oder Verflüssigungstemperaturregler ( $T_1$ ,  $T_2$ ) mit stufenweise verstellbaren Schaltpunkten ausgebildet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Verflüssigungsdruckregler ( $P_2$ ) oder Verflüssigungstemperaturregler ( $T_2$ ) in seinen Schaltpunkten hilfsergieelos mittels eines in Abhängigkeit von der Aussentemperatur arbeitenden Temperaturfühlers ( $f_3$ ) veränderbar ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgang des Regelgerätes (R) zur Veränderung des Volumenstroms des Heizmediums (7) durch den Verflüssiger (3) mit einem motorbetätigten Ventil (MV) im Rücklaufstrang des Heizmediums (7) verbunden ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgang des Regelgerätes (R) zur Veränderung des Volumenstroms des Heizmediums (7) durch den Verflüssiger (3) mit einer regelbaren Förderpumpe (8) im Vorlaufstrang des Heizmediums (7) verbunden ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Ausgang des Regelgerätes (R) zur Erhöhung der Vorlauftemperatur des Heizmediums (7) in einem vorgegebenen Aussentemperaturspitzenbereich mit einer Zusatzheizung (Z) verbunden ist, die eine Direktheizung und/oder eine Speicherheizung (11) ist.

Kreislauf durch einen Verbraucher strömenden Heizmediums überwiegend einem Primärenergieträger der Natur durch Unterkühlen in einem Verdampfer mittels eines im Kreislauf strömenden Zwischenmediums entzogen, das die Verdampfungswärme beinhaltende verdampfte Zwischenmedium durch Zufuhr von Hilfsenergie auf einen höheren Wärmeinhalt gebracht und danach die erhöhte Wärmeenergie des Zwischenmediums durch Verflüssigen in einem Verflüssiger an das als Sekundärenergieträger dienende Heizmedium abgegeben wird, wobei die Vorlauftemperatur des Heizmediums in Abhängigkeit von der Aussentemperatur durch entsprechende Wärmeabgabe des Zwischenmediums geändert und die Zufuhr von Hilfsenergie zum Zwischenmedium und/oder die Zufuhr von Primärenergie stufenlos oder stufenweise durchgeführt wird.

Die Erfindung betrifft ausserdem eine zur Durchführung dieses Verfahrens vorgesehene Vorrichtung mit einem Regelgerät, das einen Eingang für einen Fühler zur Messung der Vorlauf-Ist-Temperatur des Heizmediums, einen Eingang für einen Aussentemperaturfühler zur Ermittlung der Vorlauf-Soll-Temperatur des Heizmediums entsprechend der festgestellten Temperaturdifferenz aufweist.

Bei einer bekannten Heizvorrichtung der genannten Art wird die an einen Verbraucher abzugebende Wärmeenergie überwiegend einem Primärenergieträger der Natur, beispielsweise der Sonnenenergie, der Aussenluft, dem Grundwasser oder dem Erdboden, das heisst der Erdwärme, entnommen, indem dem Primärenergieträger durch Unterkühlung in einem Verdampfer Wärme entzogen wird. Die Aufnahme der Verdampfungswärme erfolgt durch ein Zwischenmedium, das anschliessend in einem der Zufuhr von zusätzlicher Hilfsenergie dienenden Verdichter auf ein höheres Druck- und Temperaturniveau gebracht wird. Danach wird dieses Zwischenmedium einem Verflüssiger zugeleitet, der die Kondensationswärme an einen Sekundärenergieträger, nämlich das Heizmedium, abführt. Das Zwischenmedium wird in flüssiger Form über ein Expansionsventil wieder dem Verdampfer zugeleitet und arbeitet so in einem Kreisprozess.

Die dem Sekundärenergieträger, nämlich dem Heizmedium, zugeführte Energie ist die vom Zwischenmedium aufgenommene Verdampfungswärme des Primärenergieträgers zuzüglich dem Wärmeäquivalent der Antriebsleistung des Verdichters. Das Heizmedium fliesst ebenfalls in einem Kreislauf, d. h. es erfährt nach Wärmeabgabe an zu beheizende Räume oder Stoffe eine Abkühlung und wird danach zur Wiedererwärmung wieder dem Verflüssiger zugeleitet.

Bei einer praktisch verwirklichten Ausführungsform einer derartigen bekannten Heizvorrichtung, bei der als Primärenergieträger die Aussenluft zur Anwendung gelangt, saugt ein entsprechend ausgelegter Ventilator über einen Schalldämpfer die Aussenluft mit festgelegter Mindestmenge und Mindesttemperatur an und drückt sie über einen Luftkühler, der als Verdampfer arbeitet, und über einen weiteren Schalldämpfer wieder ins Freie. Das im Luftkühler verdampfte Kältemittel, das als Zwischenmedium Verwendung findet, entzieht der vorbeiströmenden Luft die Verdampfungswärme. Das dadurch unter Aufnahme der Verdampfungswärme verdampfte Kältemittel wird vom motorisch angetriebenen Verdichter auf ein höheres Druck- und Temperaturniveau gebracht. Die Verflüssigung des Kältemittels erfolgt in dem als Durchlauferwärmer ausgebildeten Verflüssiger der Heizvorrichtung. Hierbei entzieht das Heizmedium, das beispielsweise Heizwasser ist, in festgelegter Mindestmenge und Höchsttemperatur dem Kältemittel die Verflüssigungswärme, die sich aus der Verdampfungswärme einschliesslich dem Wärmeäquivalent der motorischen Antriebsleistung des Verdichters und den Verlusten zusammensetzt. Das Heizwasser erfährt beim Durchströmen durch den Durchlauferwärmer eine Temperaturerhöhung, die in den Heizungsverbrauchern durch wärmeverbrauchende Temperaturabsenkungen wieder ausgeglichen wird.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Optimierung des Betriebspunktes einer Heizvorrichtung, insbesondere einer Wärmepumpe, bei der die Wärmeenergie des im

Anstelle von Heizwasser kann als Heizmedium selbstverständlich auch Luft zur Anwendung gelangen, die im Verflüssiger durch das hierin kondensierende Zwischenmedium erwärmt wird. Es kann daher hierbei die durch einen Ventilator umgewälzte Heizungsluft erwärmt und den zu beheizenden Räumen zum Wärmeentzug zugeführt sowie im Kreislauf dem Verflüssiger wieder zur Wiederaufwärmung erneut zugeführt werden.

Im Hinblick auf einen wirtschaftlichen Betrieb derartiger Heizvorrichtungen kommt es darauf an, ein optimales Verhältnis zwischen der jeweiligen Aussentemperatur und der Vorlauftemperatur des Heizmediums einzustellen bzw. die Hilfsenergiekosten, die hauptsächlich durch die Arbeit des Verdichters für das Zwischenmedium verursacht werden, so gering wie möglich zu halten. Die Bewertung des jeweiligen Betriebspunktes der Heizvorrichtung kann mit der Leistungsziffer  $\varepsilon$  erfolgen, die entsprechend ihrer nachstehend aufgeführten Definition möglichst hoch sein soll:

$$\varepsilon = \frac{\text{aufgenommene Primärenergie} + \text{Hilfsenergie}}{\text{Hilfsenergie}}$$

Hieraus ergibt sich, dass die aufzuwendenden Heizkosten um so geringer sind, je grösser die Leistungsziffer wird, wobei die aufzuwendende Hilfsenergie um so kleiner ist, je kleiner auch die Temperaturdifferenz zwischen Primärmedium und Sekundärmedium ist.

Bei den bisher bekannten Verfahren zum Betrieb der genannten Heizvorrichtungen wird die Vorlauftemperatur des Sekundärmediums, d. h. des Heizmediums, konstant gehalten und die Leistungsregelung durch Beimischen von abgekühltem und aus dem Rücklaufstrang entnommenen Heizmedium in das auf konstante Temperatur erwärmte Heizmedium vorgenommen. Die Steuerung der Mischung erfolgt hier meist durch eine Regeleinrichtung, die z. B. bei einer Raumheizung aufgrund der jeweils herrschenden Aussentemperatur, die dazugehörige Mischtemperatur herbeiführt.

Bei diesem Verfahren wird die Verflüssigungstemperatur des Zwischenmediums während der gesamten Dauer der Beimischung unnötig hoch gehalten und dadurch auch die Leistungsziffer erniedrigt. Eine anhaltend hohe Verflüssigungstemperatur ist jedoch gleichbedeutend mit hohem Verschleiss und geringer Lebensdauer des Verdichters. Ausserdem muss für den Regelmotor und zur Überwindung des Strömungswiderstandes im Mischer Hilfsenergie aufgebracht werden, welche die Gesamtleistungsziffer weiter vermindert.

Da bei dem bekannten Verfahren die Heizvorrichtung mit einer konstanten Vorlauftemperatur betrieben und diese über aussentemperaturabhängige motorbetriebene Mischvorrichtungen im Wege der Rücklaufbeimischung heruntergemischt wird, wird zwar eine aussentemperaturabhängige Regelanpassung der Heizvorrichtung erreicht, die Leistungsziffer jedoch nicht optimiert, da, wie erwähnt, zusätzliche Hilfsenergien erforderlich sind. Da ausserdem die Vorlauftemperatur des Heizmediums auf die maximale Heizleistung ausgelegt sein muss, bedeutet das maximale Kompressorarbeit und hohen Verschleiss des Verdichters mit geringerer Lebensdauer.

Zur Vermeidung dieser Nachteile liegt daher der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Betrieb der genannten Heizvorrichtung zu schaffen, mittels denen automatisch der Betriebspunkt der Heizvorrichtung direkt optimiert wird und gleichzeitig ausser den erforderlichen Hilfsenergiekosten auch die Anlagekosten reduziert sind.

Die Merkmale der zur Lösung dieser Aufgabe geschaffenen Erfindungen ergeben sich aus den unabhängigen Ansprüchen 1 und 2.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, die Heizvorrichtung derart zu betreiben, dass anstelle der Leistungsregelung mittels grundsätzlich verlustreicher Beimischung direkt der

Betriebspunkt der Heizvorrichtung stetig oder intermittierend optimiert wird, d. h. dass beispielsweise bei einer Raumheizung die Vorlauftemperatur des Heizmediums jeweils nur auf einen solchen Wert gebracht wird, wie er bei der jeweils herrschenden Aussentemperatur die Vorlauftemperatur des Heizmediums entsprechend dem jeweiligen Bedarf verändert, so dass auch eine der notwendigen Heizleistung entsprechend optimale Leistungsziffer erzielt wird.

Praktisch erfolgt dies dadurch, dass ein Regelgerät mit angeschlossenen Fühlern für Aussentemperatur und Vorlauftemperatur des Heizmediums bei Abweichen der Vorlauftemperatur vom jeweils zugeordneten Sollwert ein stetiges oder stufiges Signal liefert, das den Betrieb der Heizvorrichtung beeinflusst. Diese Beeinflussung kann – einzeln oder in wahlweiser Kombination miteinander – entweder direkt auf die Einschaltdauer des Verdichters ausgeübt werden und/oder eine Veränderung des maximal zulässigen Verflüssigungsdrucks bzw. der maximal zulässigen Verflüssigungstemperatur des Zwischenmediums bewirken und/oder zur Änderung des Volumenstroms des Heizmediums durch den Verflüssiger herangezogen werden. Gleichzeitig ist es möglich, durch das Signal des Regelgerätes ein im Kreislauf des Primärenergieträgers vorgesehenes Förderaggregat zu beeinflussen, um dadurch die jeweils benötigte Menge der Primärenergie in Abhängigkeit von der Aussentemperatur durch gegenläufige Leistungsregelung des Förderaggregates optimal anzupassen. Das vom Regelgerät gelieferte Ausgangssignal kann auch zur Steuerung von Zusatzheizungen bei bestimmten Aussentemperaturspitzenwerten verwendet werden.

Bei bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung wird im einzelnen die Vorlauftemperatur des Heizmediums aussentemperaturabhängig zwischen einer höchsten und einer niedrigsten Vorlauftemperatur durch stufenlose oder stufige Umschaltung über einen Aussentemperaturfühler mittels eines Temperaturregelgerätes geändert, indem dieses auf einen durch einen mit Hilfskraft angetriebenen, stufenlos oder stufig arbeitenden Temperatur- oder Druckregler wirkt, so dass dadurch mittels des entsprechend gesteuerten Verdichters der Verflüssigungsdruck bzw. die Verflüssigungstemperatur des Zwischenmediums optimal an die Vorlauftemperatur des Heizmediums angepasst werden. Mit steigender Aussentemperatur wird die Vorlauftemperatur des Heizmediums herabgesetzt und dementsprechend die jeweils erforderliche Verdichterarbeit bzw. der geförderte Primärenergiestrom sowie die gesamte Hilfsenergiezufuhr verringert, was eine Erhöhung der Leistungsziffer, eine Vergrösserung der Wartungszeiträume und eine Verlängerung der Lebensdauer des Verdichters zur Folge hat. Die Heizkosten erreichen durch dieses Verfahren einen minimalen Wert.

Die Anwendung eines in seinen Schaltepunkten stufig fest eingestellten Temperatur- oder Druckreglers für den Verdichter kann im übrigen gegenüber der Verwendung eines motorisch angetriebenen Druckreglers Preis- und Wartungsvorteile haben.

Da die erfindungsgemässe Heizvorrichtung ihre Leistung in Abhängigkeit von der Aussentemperatur verändert und die mengenmässig geringste Leistung bei den niedrigsten Aussentemperaturen abgeben wird, kann die Heizvorrichtung entweder mit einer regelbaren Fördereinrichtung für die Primärenergie ausgestattet sein und/oder es von Vorteil sein, die Heizvorrichtung nicht für die volle Heizleistung auszulegen, sondern nur für eine bestimmte Teilheizleistung. In den wenigen Zeiträumen, in denen höhere Heizleistungen gefordert werden und die in Mitteleuropa etwa 2 bis 8 % der Jahresheizzeit betragen, kann die Heizvorrichtung mit Zusatzheizungen ausgerüstet werden, die so ausgelegt sind, dass der Gesamtwärmebedarf gedeckt werden kann. Diese Zusatzheizungen können als Direktheizung oder als Speicherheizung, vorzugsweise in Kombination miteinander, arbeiten. Hierdurch werden mit Sicherheit ein Minimum an Anlagekosten und eine volle Ausnützung der Heizleistung erreicht.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert. Diese zeigt in:

Fig. 1 schematisch die automatische Optimierung einer Heizvorrichtung mittels Regelung der Einschaltdauer des Verdichters und/oder mittels Leistungsregulierung des Primärenergieförderaggregates;

Fig. 2 die Heizvorrichtung mit einem vom Regelgerät beeinflussten Verflüssigungsdruck- oder -temperaturregler für den Verdichter;

Fig. 3 eine gegenüber Fig. 2 abgewandelte Ausführungsform, bei welcher der Verflüssigungsdruck- oder -temperaturregler in Abhängigkeit von der Aussentemperatur verstellbar ist;

Fig. 4 schematisch die Optimierung der Heizvorrichtung mittels Änderung des Volumenstroms des Heizmediums;

Fig. 5 im Diagramm die Leistungsziffer in Abhängigkeit von der Aussentemperatur bei stufenloser Regelung der erfindungsgemässen Heizvorrichtung im Vergleich zur Leistungsziffer der üblichen Heizvorrichtung;

Fig. 6 eine Gegenüberstellung der Heizkosten einer bei konstanter Leistungsziffer arbeitenden bekannten Heizvorrichtung und der bei optimierter Leistungsziffer arbeitenden erfindungsgemässen Heizvorrichtung, und

Fig. 7 im Diagramm die Leistungsziffer sowie der Jahreswärmebedarf in Abhängigkeit von der Aussentemperatur bei stufiger Regelung.

Wie aus Fig. 1 bis 4 ersichtlich, weist die jeweils dargestellte Heizvorrichtung als Baubestandteile einen Verdampfer 1, einen Verdichter 2, einen Verflüssiger 3 sowie ein Expansionsventil 4 auf. Die einzelnen Wärmeträger sind der Primärenergieträger 5, ein Zwischenmedium 6 sowie das Heizmedium 7, das mittels eines Förderaggregates 8, beispielsweise einer Pumpe oder eines Ventilators, im Kreislauf vom Verflüssiger 3 über als Wärmetauscher 9 ausgebildete Verbraucher transportiert wird. Das Zwischenmedium 6 wird ebenfalls im Kreislauf mittels des Verdichters 2 vom Verdampfer 1 über den Verflüssiger 3 und das Expansionsventil 4 geleitet.

Ein Regelgerät R vergleicht die von einem Temperaturfühler  $f_2$  mit Vorlaufstrang des Heizmediums 7 gemessene Vorlauf-Ist-Temperatur mit einer Vorlauf-Soll-Temperatur, die im Regelgerät R entsprechend der mittels einem Temperaturfühler  $f_1$  gemessenen Aussentemperatur ermittelt bzw. vorgegeben wird. Bei Abweichung des Vorlauf-Ist-Temperaturwertes vom Sollwert über eine gewünschte Toleranz hinaus liefert das Regelgerät R ein Signal an den Verdichter 2 im Sinne dessen Ein- und Ausschaltens, so dass dadurch die Einschaltdauer des Verdichters 2 gesteuert und damit auch unmittelbar über die hierdurch dem Zwischenmedium 6 zusätzlich zugeführte Wärmeenergie die Vorlauftemperatur des Heizmediums 7 beeinflusst wird.

Bei sämtlichen beschriebenen Ausführungsformen – jedoch lediglich dargestellt in Fig. 1 – wird im übrigen der Primärenergieträger 5 durch ein Förderaggregat 10, beispielsweise eine Pumpe oder einen Ventilator, dem Verdampfer 1 zugeleitet, wobei dieses Förderaggregat 10 in seiner Leistung verstellbar ausgestaltet und, wie in Fig. 1 angedeutet, ebenfalls durch das Ausgangssignal des Regelgerätes R derart beeinflusst werden kann, dass in Abhängigkeit von der Aussentemperatur der Volumenstrom des jeweils dem Verdampfer 1 zugeführten Primärenergieträgers 5 geändert, d. h. bei sich absenkender Aussentemperatur gesteigert und bei ansteigender Aussentemperatur verringert wird.

Ein weiteres Ausgangssignal des Regelgerätes R kann bei Auftreten von vorgegebenen Aussentemperaturspitzenwerten eine Zusatzheizung Z stetig oder stufig beeinflussen. Hierbei ist es von Vorteil, diese Zusatzheizung Z innerhalb eines Speichers 11 vorzusehen, der den Zweck erfüllt, die Gesamtmenge, beispielsweise Gesamtwassermenge, des Heizmediums 7 zu erhöhen, um dadurch beispielsweise beim Aufbringen der erforderlichen Hilfsenergie den billigeren Nachtstrom ausnutzen zu können,

den, die Einschalthäufigkeit des Verdichters 2 oder des Förderaggregates 10 verringern zu können und den Tagesenergiespitzenverbrauch bzw. die zu den betreffenden Tageszeiten gegebenenfalls stattfindenden Abschaltungen vermeiden zu können.

Bei der Ausführungsform gemäss Fig. 2 wird die Einschaltdauer des Verdichters 2 durch einen Verflüssigungsdruckregler  $P_1$  bestimmt, auf dessen stufenlos oder stufig einstellbaren Schalterpunkt das Regelgerät R einwirkt. Statt dessen kann mit Vorteil auch ein Verflüssigungstemperaturregler  $T_1$  zur Anwendung gelangen, der nicht nur billiger als ein Verflüssigungsdruckregler ist, sondern auch in seiner Ansprechgenauigkeit – wie erwünscht – eine grössere Bandbreite aufweist, so dass in Heizungsübergangsperioden das Einschalten des Verdichters 2 nicht allzu häufig erfolgt. Im übrigen kann bei einem solchen Verflüssigungstemperaturregler  $T_1$  die jeweilige Schwankungsbreite der Ansprechgenauigkeit einfacher als bei einem Verflüssigungsdruckregler vorgewählt werden, unabhängig davon, ob die Schwankungsbreite der Temperaturdifferenz, innerhalb der kein Ansprechen erfolgen soll,  $6^\circ$  oder  $1^\circ\text{C}$  betragen soll. Im übrigen kann aus Sicherheitsgründen einem derartigen Regelungssystem ein Druckwächter übergeordnet sein.

Bei der Ausführungsform gemäss Fig. 3 ist ebenfalls wie bei der Ausführungsform gemäss Fig. 2 eine Regelung über den Verflüssigungsdruck- bzw. -temperaturregler vorgesehen, jedoch wird hier die Veränderung des jeweils vorzusehenden Schalterpunktes des vorgesehenen Verflüssigungsdruckreglers  $P_2$  oder des vorgesehenen Verflüssigungstemperaturreglers  $T_2$  ohne Hilfskraft mittels eines in Abhängigkeit von der Aussentemperatur arbeitenden Dehnstofffühlers  $f_3$  bewirkt.

Bei der Ausführungsform gemäss Fig. 4 wird das Ausgangssignal des Regelgerätes R zur Veränderung des Volumenstroms des Heizmediums 7 verwendet. Zu diesem Zweck ist der Ausgang des Regelgerätes R mit dem regelbar ausgestalteten Förderaggregat 8 für das Heizmedium 7 oder, wie gestrichelt angedeutet, mit einem motorbetätigten Drosselventil MV für das Heizmedium 7 verbunden.

Aus dem Diagramm gemäss Fig. 5, bei dem die Leistungsziffer  $\epsilon_{\text{normal}}$  einer bekannten Heizvorrichtung sowie die Leistungsziffer  $\epsilon_{\text{opt.}}$  einer der beschriebenen Heizvorrichtungen gemäss Fig. 1 bis 4 in Abhängigkeit von der Aussentemperatur aufgetragen sind, ergibt sich deutlich, welches Ausmass an Optimierung erreicht werden kann und welcher wirtschaftliche Erfolg hiermit verbunden ist. Hierbei entspricht die zwischen der Kurve  $\epsilon_{\text{opt.}}$  und der Kurve  $\epsilon_{\text{normal}}$  senkrecht gestrichelte Fläche der durch die optimierte Heizvorrichtung zusätzlich aufgebrauchten Heizenergie, wobei die Kurve  $\epsilon_{\text{opt.}}$  einer stufenlosen oder stetigen Optimierung entspricht, die hier beispielsweise mit der Heizvorrichtung gemäss Fig. 1 oder 4 erreicht wird.

Anhand der Heizkostengegenüberstellung gemäss Fig. 6, bei der die Heizkosten einer mit  $\epsilon = \text{konstant}$  betriebenen bekannten Heizvorrichtung mit 100 % angesetzt sind, ergibt sich weiterhin, dass mittels der durch das beschriebene Verfahren optimierten Heizvorrichtung 23, 75 % Heizkosten, bezogen auf die langjährigen Jahresmitteltemperaturen, eingespart werden können.

Anhand von Fig. 7 ergibt sich weiterhin deutlich der Verlauf der optimierten Leistungsziffer in Abhängigkeit von der Aussentemperatur bei stufig arbeitenden Reglern. Diese Darstellung zeigt in besonderem Mass, dass sich gerade in demjenigen Bereich der Aussentemperaturen, die überwiegend in Mitteleuropa herrschen, eine besonders günstige Wirtschaftlichkeit aufgrund der jeweils optimierten Leistungsziffer in Verbindung mit der langen Laufzeit der einzelnen Bauteile der Heizvorrichtung ergibt. Das bedeutet, anders ausgedrückt, dass die im Bereich von  $-15$  bis  $-5^\circ\text{C}$  Aussentemperatur auftretende niedrige Leistungsziffer nur etwa 3,2 % des Jahresheizungswärmebedarfs ausmacht, während, wie anhand der gestrichelten Jahreswärmebedarfskurve ersichtlich, die stufig optimierte Leistungsziffer  $\epsilon_{\text{opt.}}$

im grössten Bereich des Jahreswärmebedarfs auftritt. Hieraus erklärt sich, dass aufgrund der Optimierung der Leistungsziffer bei Verwendung gleicher Grundgeräte ausserordentlich grosse Heizkosteneinsparungen erzielt werden können. Anhand der Darstellung von Fig. 7 kann auch gefolgert werden, dass mit dem beschriebenen Optimierungsverfahren aufgrund der erzielten höheren Leistungsziffern auch eine höhere Wärmeleistung der Heizvorrichtung erreicht wird, so dass diese in ihrer maximalen

Bemessung kleiner dimensioniert und installiert werden kann als eine bekannte Heizvorrichtung, die nach dem gleichen Prinzip, jedoch ohne die beschriebene Optimierung arbeitet.

5 Im übrigen ist es auch selbstverständlich möglich, sämtliche der beschriebenen Ausführungsformen – sei es nun Verfahren oder Vorrichtung – wahlweise einzeln oder insgesamt miteinander zu kombinieren.

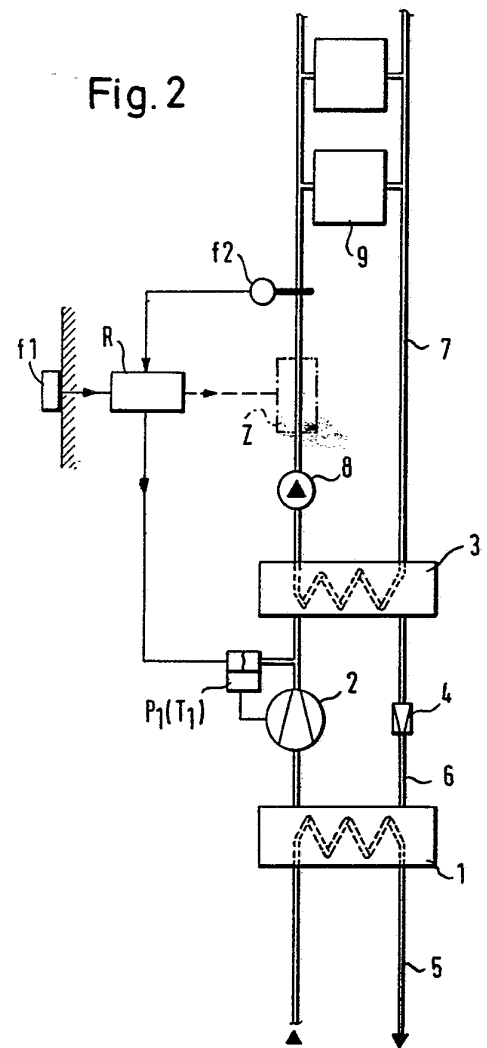
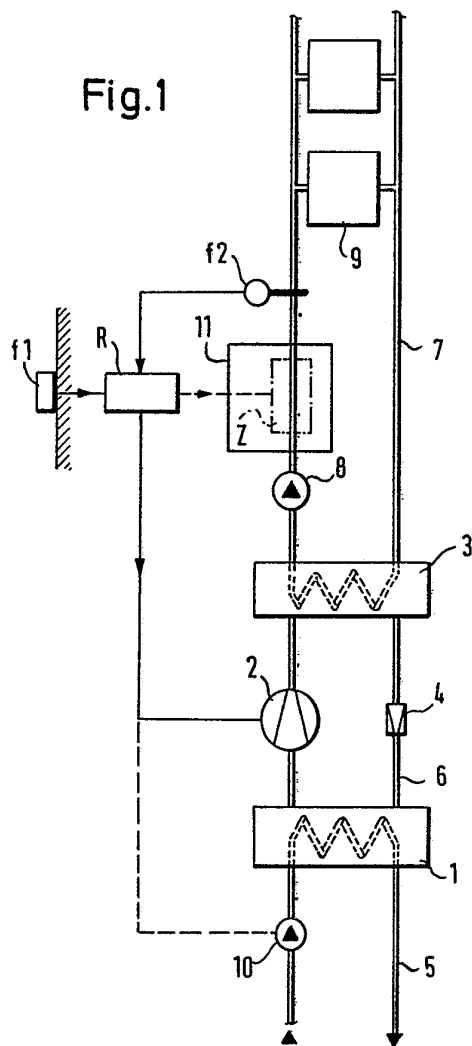


Fig.3

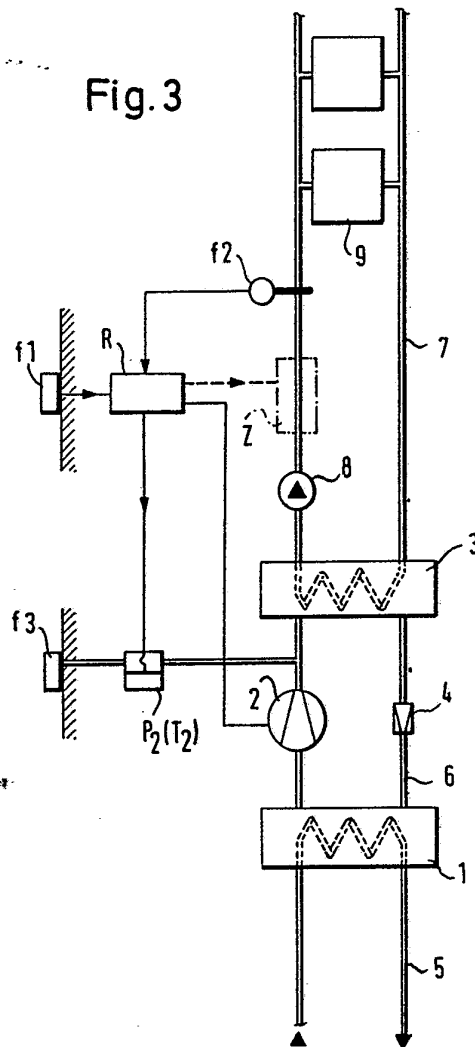


Fig.4

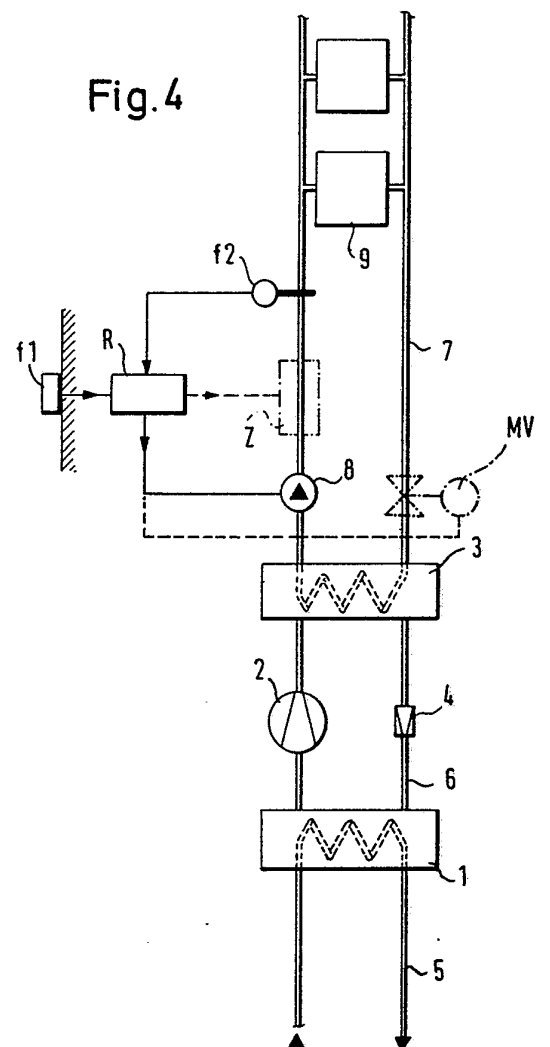


Fig.5

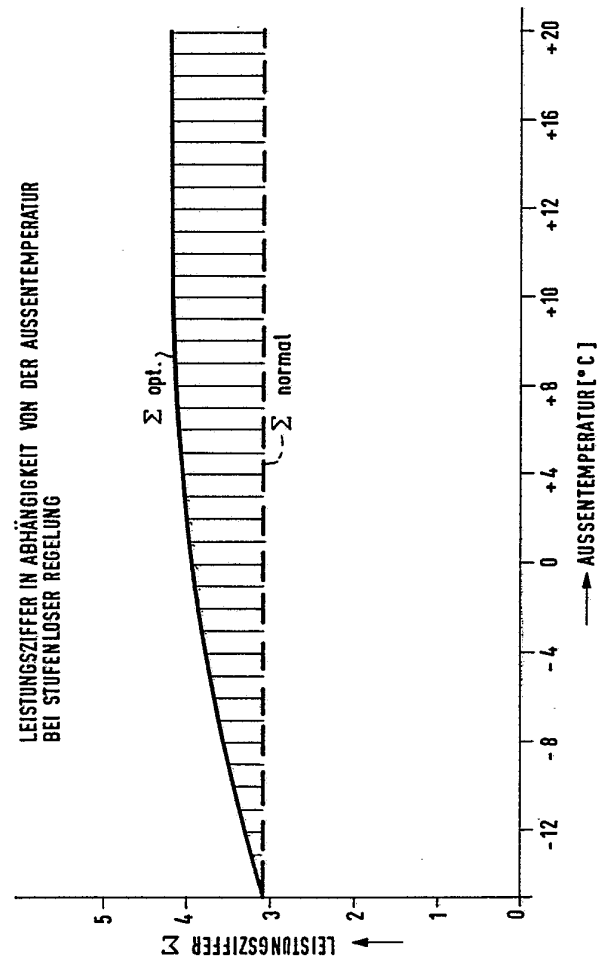


Fig.6

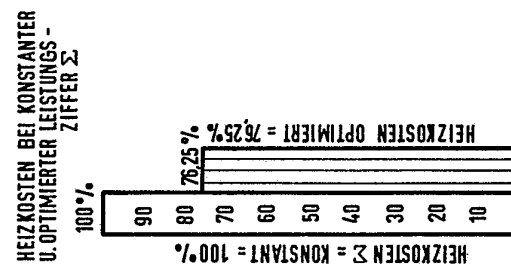


Fig.7

