



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

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 1316/84

㉒ Anmeldungsdatum: 15.03.1984

③① Priorität(en): 18.03.1983 AT971/83

㉔ Patent erteilt: 15.09.1988

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 15.09.1988

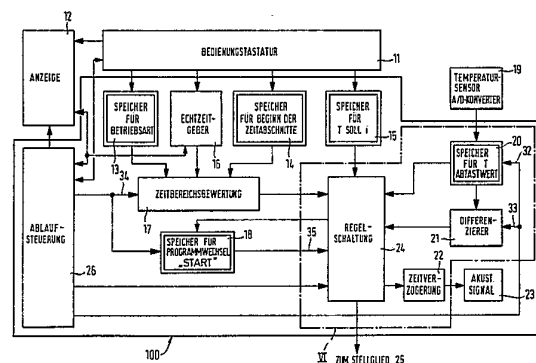
⑦③ Inhaber:
Schrack Elektronik- Aktiengesellschaft, Wien (AT)

⑦② Erfinder:
Schmid, Johann, Perchtoldsdorf (AT)
Szeremeta, Hans, Dipl.-Ing., Wien (AT)
Voggenberger, Franz, Dipl.-Ing., Wien (AT)

⑦④ Vertreter:
E. Blum & Co., Zürich

⑤④ **Heizkörperventil mit einer Regeleinrichtung zur Regelung der Raumtemperatur.**

⑤⑦ Ein Temperaturfühler (19) und ein Sollwertgeber wirken auf einen Regler (24) ein, der zu einem Stellglied (25) in Verbindung steht. Dabei wird der Regler (24) von einem Mikrocomputer (100) gebildet, welcher auch den Sollwertspeicher (15) aufweist und der über eine Bedientastatur (11) bedienbar ist. Ferner ist eine Anzeige (12) vorgesehen, welche von der Bedientastatur (11) und dem Mikrocomputer (100) ansteuerbar ist. Bei einer Änderung des Sollwertes wird durch den Mikrocomputer (100) eine Übergangskurve für den Soll-Istwertvergleich errechnet und der Soll-Istwertvergleich nach dieser Kurve durchgeführt. Mit dem erfindungsgemässen Heizkörperventil kann von der bisher üblichen Proportionalregelung abgegangen werden, an deren Stelle komplexe Regelalgorithmen zur optimalen Energieeinsparung möglich sind.



PATENTANSPRÜCHE

1. Heizkörperventil mit einer Regeleinrichtung zur Regelung der Raumtemperatur, bei der wenigstens ein Sollwertgeber für die Raumtemperatur und wenigstens ein Temperaturfühler vorgesehen sind, die einen Regler, der mit einem Stellglied in Verbindung steht, beeinflussen und bei der ein Zeitgeber und eine von diesem gesteuerte Stelleinrichtung zur Änderung des Sollwertes auf einen weiteren vorgegebenen Wert vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung einen Mikrocomputer aufweist, der eingangsseitig an eine Bedientastatur (11), über welche u.a. die Sollwertvorgabe erfolgt, angeschlossen ist, an den wenigstens ein Temperaturfühler geführt ist und der über einen seiner Ausgänge das Stellglied entsprechend einem Soll-Istwertvergleich steuert und bei einer Erhöhung des Sollwertes eine Übergangskurve für den Sollwert errechnet und den Soll-Istwertvergleich nach dieser Kurve durchführt und über weitere Ausgänge eine Anzeigeeinheit steuert.

2. Heizkörperventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzeigeeinrichtung hinsichtlich der Anzeige von der Bedientastatur voreinstellbar ist.

3. Heizkörperventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrocomputer eine Rechen- und Steuereinheit (47) umfasst, die bei Erhöhung des Sollwertes der Raumtemperatur von T soll-alt auf T soll-neu unter Berücksichtigung einer gegebenenfalls einstellbaren Zeitdauer t für den Übergang der Raumtemperatur auf den neuen Sollwert eine ideale Übergangskurve der Raumtemperatur im wesentlichen nach der Beziehung

$$T \text{ ist - ideal} = T \text{ soll-alt} + T \text{ soll-neu} \left(1 - e^{-\frac{n \cdot \text{tau}}{t}}\right)$$

errechnet, wobei tau einen Abtastintervall und n die Folge der natürlichen Zahlen bedeutet, und der in Übereinstimmung hiermit den Temperatursollwert aktualisiert.

4. Heizkörperventil nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrocomputer (100) einen Differenzverstärker (40), der mit dem Sollwertgeber (15) und dem Temperaturfühler (19) verbunden ist, und dem ein oder mehrere Regelglieder (41, 42, 43) mit unterschiedlichem Regelverhalten, z.B. proportionalem, integralem, differentielltem, aperiodischem oder anderem Regelverhalten, nachgeschaltet sind, mit dem Ausgang eines jeden dieser Regelglieder verbundene variable Abschwächer oder Verstärker (44, 45, 46) und eine mit deren Ausgängen verbundene Summierstufe (48) sowie einen setzbaren Speicher (49) und gegebenenfalls einen mit dem Stellglied verbundenen Umschalter (55) umfasst.

5. Heizkörperventil nach den Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Sollwerterhöhung der Differenzverstärker (40) Punkte der errechneten idealen Übergangskurve mit den tatsächlichen Istwerten vergleicht und die Rechen- und Steuereinheit (47) des Mikrocomputers entsprechend den Abweichungen die Verstärkung bzw. Abschwächung der Verstärker bzw. Abschwächer (44, 45, 46) verändert, um eine Anpassung des Regelverhaltens an die ideale Übergangskurve zu erreichen.

6. Heizkörperventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrocomputer ein taktgesteuertes Schieberegister (20), das die Temperatur-Istwerte im Takt übernimmt, eine dem Schieberegister (20) nachgeschaltete Differenzstufe (21), die die Differenz zweier zeitlich aufeinanderfolgender Tastwerte bildet, zwei der Differenzstufe (21) parallel nachgeschaltete Schwellwertschalter (50, 51), ein dem einen auf Überschreiten eines die normalen Regelbedingungen überschreitenden negativen Temperaturgradienten ansprechenden Schwellwertschalter (50) nachgeschaltetes Zeitglied (52), einen mit seinem Setzeingang diesem Schwellwertschalter (50) nachgeschalteten Speicher (54), der über das Zeitglied (52) und/oder den zweiten auf einen Temperaturgradienten ≥ 0 ansprechen-

den Schwellwertschalter (51) rücksetzbar ist, aufweist, wobei der Speicher (54) in seinem gesetzten Zustand einen Umschalter (55) in einem Schaltzustand hält, in dem dieser das Stellglied im Sinne des Schliessens des Ventils beaufschlagt.

7. Heizkörperventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgang des Speichers (54) über ein weiteres Zeitglied (22) mit einem akustischen Signalgeber (23) verbunden ist.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung bezieht sich auf ein Heizkörperventil mit einer Regeleinrichtung zur Regelung der Raumtemperatur, bei der wenigstens ein Sollwertgeber für die Raumtemperatur und wenigstens ein Temperaturfühler vorgesehen sind, die einen Regler, der mit einem Stellglied in Verbindung steht, beeinflussen und bei der ein Zeitgeber und eine von diesem gesteuerte Stelleinrichtung zur Änderung des Sollwertes auf einen weiteren vorgegebenen Wert vorgesehen ist.

In Wohn- und Arbeitsräumen, in denen sich Menschen aufhalten, besteht das Bestreben, eine einmal — der jeweiligen Tätigkeit angepasste — eingestellte Temperatur möglichst konstant zu halten. Dies ist auch im Hinblick auf möglichst geringe Energievergeudung sinnvoll.

Bei den weitverbreiteten Warmwasserheizungen wird dies i.a. durch sogenannte Thermostatventile, eventuell im Zusammenwirken mit einer aussentemperaturgeführten Vorlauftemperaturregelung, bewerkstelligt. Bei diesen Thermostatventilen dient i.a. ein sich bei Erwärmung ausdehnendes Material gleichzeitig als Temperaturfühler, Proportionalregler und als Stellglied, welches über einen Ventilstößel die Durchflussmenge im Heizkörper und damit die Raumtemperatur regelt.

Zur Sollwertvorgabe ist auch ein eine Zufuhr der Raumluft zum Temperaturfühler steuernder Schieber bekannt, dessen Steuerteil meist als Handrad ausgebildet ist, wobei sich aufgrund von Erfahrungswerten einer jeden Stellung des Handrades eine bestimmte Raumtemperatur zuordnen lässt.

Bei solchen Thermostatventilen ist, z.B. durch die DE-OS 3 018 237, vorgeschlagen worden, in der Nähe des sich unter Wärmeeinwirkung ausdehnenden Materials eine elektrische Heizeinrichtung anzuordnen, die über einen von einer Schaltuhr gesteuerten Kontakt mit einer gegebenenfalls steuerbaren Spannung versorgt wird und eine erhöhte Raumtemperatur vor-tauscht und so zu einer Verminderung des Durchflusses des Heizmediums durch den Heizkörper führt.

Derartige Regeleinrichtungen weisen erhebliche Nachteile auf. So zeigen sie ein rein proportionales Regelverhalte, wobei aus Gründen der Stabilität die Regelkurve nicht beliebig steil sein darf. Dies führt aber dazu, dass sich bei vermehrter Fremdenergiezufuhr, z.B. durch Einschalten von Beleuchtungskörpern oder einer vermehrten Personenanzahl im Raum, sich die Betriebskennlinie des Raumes ändert und sich daher aufgrund der Regelkurve des Thermostatventils auch die Raumtemperatur erhöht. Das bedeutet, dass die Fremdenergie nicht voll zur Einsparung von Primärenergie genutzt werden kann, vielmehr wird ein Teil von ihr zur — unerwünschten — Raumtemperaturerhöhung verwendet.

Ähnlich wirkt die Änderung der Aussentemperatur, da z.B. eine Erhöhung der Aussentemperatur zusätzlicher Fremdenergiezufuhr im Raum entspricht. Wiederum bedeutet dies eine Temperaturerhöhung im Raum. Hier kann insofern Abhilfe geschaffen werden, als die Vorlauftemperatur von der Aussentemperatur abhängig gemacht wird. Allerdings besteht dann das Problem, die verschiedenen Regelkennlinien aufeinander abzustimmen, was nur in seltenen Fällen optimal möglich ist.

Durch reibungsbedingte Hysterese in herkömmlichen Thermostatventilen zerfällt die Thermostatventilkennlinie in je eine

Schliess- und eine Öffnungskennlinie. Auch dies mindert die Möglichkeit der Ausnutzung der Fremdenergiezufuhr zur Einsparung der Primärenergie wesentlich.

Ein weiteres Problem tritt auf, wenn grössere Unterschiede zwischen Soll- und Istwert in einer Anlage mit vielen Thermostatventilen gleichzeitig auftreten. Dies ist z.B. dann der Fall, wenn eine solche Anlage in Betrieb genommen wird, oder wenn bei mit Absenkung ausgestatteten Ventilen der Sollwert erhöht wird.

In diesem Fall werden nämlich die der Pumpe am nächsten gelegenen Ventile bevorzugt mit dem Wärmeträger versorgt, während die strömungstechnisch ungünstiger angebrachten Heizkörper erst dann voll mit dem Wärmeträger versorgt werden, wenn die erstgenannten Ventile bereits gedrosselt haben. Diese Probleme treten besonders bei den einfachen Einrohrheizungen auf.

Dies bedeutet, dass die Heizkörper unterschiedlich rasch warm werden; die neue Solltemperatur wird in einem Extremfall sehr rasch — mit beträchtlichem Überschwingen —, im anderen Extremfall nur sehr langsam erreicht, wobei die Differenz zwischen den beiden Fällen in ungünstigen Fällen mehrere Stunden betragen kann.

Ziel der Erfindung ist es ein Heizkörperventil mit einer Regeleinrichtung zur Regelung der Raumtemperatur zu schaffen, bei welchem die Nachteile der umseitigen Regeleinrichtungen vermieden sind. Auch soll eine entsprechende Einsparung an Primärenergie bei Fremdenergiezufuhr gewährleistet sein und eine weitgehende Konstanthaltung der Raumtemperatur auf einen gewünschten Wert ermöglicht werden.

Erfindungsgemäss wird dies bei einem Heizkörperventil der eingangs genannten Art dadurch erreicht, dass die Regeleinrichtung einen Mikrocomputer aufweist, der eingangsseitig an eine Bedientastatur über welche u.a. die Sollwertvorgabe erfolgt, angeschlossen ist, an den wenigstens ein Temperaturfühler geführt ist und der über einen seiner Ausgänge das Stellglied entsprechend einem Sollwertvergleich steuert und bei einer Erhöhung des Sollwertes eine Übergangskurve für den Sollwert errechnet und den Soll-Istwertvergleich nach dieser Kurve durchführt und über weitere Ausgänge eine Anzeigeeinheit steuert. Durch diese Massnahme ist es möglich von der bisher üblichen Proportionalregelung abzugehen und komplexe Regelalgorithmen im Sinne einer optimalen Energieeinsparung zu verwirklichen. Insbesondere dadurch, dass das Stellglied entsprechend einem Soll-Istwertvergleich gesteuert ist und bei einer Erhöhung des Sollwertes eine Übergangskurve für den Sollwert errechnet und der Soll-Istwertvergleich nach dieser Kurve durchgeführt wird, wird erreicht, dass unabhängig von den thermischen Gegebenheiten des Aufstellungsraumes, wie z.B. dem Verhältnis von Heizkörperfläche zu Raumgrösse, der Vorlauftemperatur des Wärmeträgers, der Wärmedämmung des Raumes, dem Fremdenergieeinfluss, wie Sonneneinstrahlung usw., mit geringstem Energieaufwand ein Maximum an Behaglichkeit erreicht werden kann. Weiters wird verhindert, dass es bei einer sprunghaften Erhöhung der Solltemperatur, z.B. nach dem Ende einer Nachtabsenkung, zu einem vollständigen Öffnen des Ventils kommt bis die Raumtemperatur den neuen Sollwert erreicht hat, wobei ein Überschwingen der Raumtemperatur und damit eine Energievergeudung nicht zu vermeiden wäre.

In Weiterbildung der Erfindung kann so vorgegangen werden, dass der Mikrocomputer eine Rechen- und Steuereinheit umfasst, die bei Erhöhung des Sollwertes der Raumtemperatur von T_{soll-alt} auf T_{soll-neu} unter Berücksichtigung einer gegebenenfalls einstellbaren Zeitdauer t für den Übergang der Raumtemperatur auf den neuen Sollwert eine ideale Übergangskurve der Raumtemperatur im wesentlichen nach der Beziehung

$$T_{\text{ist-ideal}} = T_{\text{soll-alt}} + T_{\text{soll-neu}} \left(1 - e^{-\frac{n \cdot \tau}{t}}\right)$$

errechnet, wobei tau einen Abtastintervall und n die Folge der natürlichen Zahlen bedeutet, und der in Übereinstimmung hiermit den Sollwert aktualisiert.

Durch diese Massnahme wird eine Anpassung der Raumtemperatur an den neuen Sollwert innerhalb einer bestimmten Zeit erreicht, wobei der Übergang allmählich erfolgt und ein Überschwingen vermieden ist.

Ferner kann in Weiterbildung der Erfindung vorgesehen sein, dass der Mikrocomputer einen Differenzverstärker, der mit dem Sollwertgeber und dem Temperaturfühler verbunden ist, und dem ein oder mehrere Regelglieder mit unterschiedlichem Regelverhalten, z.B. proportionalem, integralem, differentiellem, aperiodischem oder anderem Regelverhalten, nachgeschaltet sind, mit dem Ausgang eines jeden dieser Regelglieder verbundene variable Abschwächer oder Verstärker und eine mit deren Ausgängen verbundene Summierstufe sowie einen setzbaren Speicher und gegebenenfalls einen mit dem Stellglied verbundenen Umschalter umfasst.

Durch diese Massnahme wird eine sehr günstige Regelcharakteristik erreicht, die es ermöglicht die Raumtemperatur auch bei Fremdenergiezufuhr konstant zu halten und dadurch Heizenergie zu sparen, wobei durch die in Reihe zu den Regelgliedern mit unterschiedlichem Regelverhalten geschalteten variablen Abschwächern oder Verstärkern eine Änderung der Einflüsse dieser Regelglieder auf die Grösse des von der Summierstufe gelieferten Stellsignals zur Anpassung an die jeweiligen Verhältnisse zur Optimierung des Regelverhaltens möglich ist.

Ferner kann nach einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgesehen sein, dass bei einer Sollwerterhöhung der Differenzverstärker Punkte der errechneten idealen Übergangskurve mit den tatsächlichen Istwerten vergleicht und die Rechen- und Steuereinheit des Mikrocomputers entsprechend den Abweichungen die Verstärkung bzw. Abschwächung der Verstärker bzw. Abschwächer verändert, um eine Anpassung des Regelverhaltens an die ideale Übergangskurve zu erreichen. Damit ist es möglich ein adaptives Regelverhalten zu erzielen, wobei die von der Steuereinheit bestimmten Verstärkungs- bzw. Abschwächungsfaktoren der den Regelgliedern nachgeschalteten Abschwächer oder Verstärker nach der erfolgten Anpassung des Regelverhaltens an die errechnete Übergangskurve bis zur nächsten Sollwerterhöhung konstant gehalten werden können.

Wird ein besonders hohes Mass an Energieeinsparung angestrebt, so kann gemäss der Erfindung weiters vorgesehen sein, dass der Mikrocomputer ein taktgesteuertes Schieberegister, das die Temperatur-Istwerte im Takt übernimmt, eine dem Schieberegister nachgeschaltete Differenzstufe, die die Differenz zweier zeitlich aufeinanderfolgender Istwerte bildet, zwei der Differenzstufe parallel nachgeschaltete Schwellwertschalter, ein dem einen auf Überschreiten eines die normalen Regelbedingungen überschreitenden negativen Temperaturgradienten ansprechenden Schwellwertschalter nachgeschaltetes Zeitglied, einen mit seinem Setzeingang diesem Schwellwertschalter nachgeschalteten Speicher, der über das Zeitglied und/oder den zweiten auf einen Temperaturgradienten ≥ 0 ansprechenden Schwellwertschalter rücksetzbar ist, aufweist, wobei der Speicher in seinem gesetzten Zustand einen Umschalter in einem Schaltzustand hält, in dem dieser das Stellglied im Sinne des Schliessens des Ventils beaufschlagt. Dadurch ist es möglich das Ventil während des Lüftens des Raumes, bei dem immer ein grosser negativer Temperaturgradient auftritt, automatisch zu schliessen und so eine Energievergeudung zu vermeiden. Dabei ist es zweckmässig, wenn der Ausgang des Speichers über ein weiteres Zeitglied mit einem akustischen Signalgeber verbunden ist, wodurch eine Signalgabe nach einer vorgegebenen, für ein sinnvolles Lüften eines Raumes ausreichenden Zeit sichergestellt wird.

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung näher erläutert.

Dabei zeigt

Fig. 1 ein Regeldiagramm eines herkömmlichen Thermostatventils,

Fig. 2 ein Diagramm eines herkömmlichen Thermostatventils unter Berücksichtigung der Hysterese,

Fig. 3 ein Blockschaltbild der Elektronik eines erfindungsgemässen Heizkörperventils,

Fig. 4 ein Diagramm der Signale der Ablaufsteuerung nach Fig. 3,

Fig. 5 Diagramme des Überganges auf eine höhere Solltemperatur bei herkömmlichen Ventilen und einer erfindungsgemässen Regelung und

Fig. 6 ein Detail des Blockschaltbildes gemäss Fig. 3.

Fig. 1 zeigt deutlich den Nachteil, der herkömmlichen Thermostatventilen anhaftet. So steigt aufgrund der Neigung der Regelkennlinie 1 der herkömmlichen Thermostatventile bei höher werdendem Fremdenergieeinfluss die Raumtemperatur an, obwohl das Öffnungsverhältnis des Ventils absinkt. Berücksichtigt man dabei noch die unvermeidliche Hysterese der herkömmlichen Ventile, so wird die unvermeidliche Abweichung der Raumtemperatur vom eingestellten Sollwert noch grösser, wie dies aus Fig. 2 ersichtlich ist. Erhöht sich die Raumtemperatur aufgrund eines Fremdenergieeinflusses vom Wert T auf den Wert T' so ändert sich das Ventilöffnungsverhältnis aufgrund der durch Reibung u.s.w. bedingten Hysterese bei herkömmlichen Ventilen, z.B. gemäss der DE-OS 3 018 237, zunächst nicht. Der Arbeitspunkt verschiebt sich vom Punkt 2 zum Punkt 3. Erst bei einer weiteren Erhöhung sinkt das Ventilöffnungsverhältnis gemäss der Schliesskennlinie 1'' bis der Schnittpunkt 4 mit der Betriebskennlinie 6 erreicht ist. Sinkt der Fremdenergieeinfluss und damit die Raumtemperatur so ändert sich das Ventilöffnungsverhältnis nicht bis der Punkt 5 auf der Öffnungskennlinie 1' erreicht ist. Erst bei weiterem Absinken der Raumtemperatur öffnet das Ventil gemäss der Öffnungskennlinie 1' wieder. Bei einem Fremdenergieeinfluss von z.B. 20%, der leicht eintreten kann, wenn sich mehrere Personen in einem Raum aufhalten oder mehrere Beleuchtungskörper eingeschaltet werden, kommt es aufgrund der Neigung der Regelkennlinie 1 und deren Hysterese zu Abweichungen der Raumtemperatur vom eingestellten Sollwert von ca. 1 bis 3°C, wodurch aber trotz der Regelung die durch den Fremdenergieeinfluss mögliche Einsparung an Heizenergie nur zu einem unbefriedigenden Teil erreicht werden kann.

Diese Nachteile werden durch die als Mikrocomputer 100 ausgebildete, in Fig. 3 gezeigte Regeleinrichtung vermieden. Gemäss Fig. 3 umfasst der Mikrocomputer 100 die mit vollen Linien umrandeten Schaltungsblöcke. Eingangsseitig ist an den Mikrocomputer 100 eine Bedientastatur 11 und wenigstens ein Temperaturfühler 19, dem ein A/D-Konverter zugeordnet ist, angeschlossen.

Der Mikrocomputer 100 weist einen von der Bedientastatur 11 setzbaren Speicher 13 für eine Betriebsart auf, wie Regeln auf einen Sollwert, wie z.B. jenen der automatischen Nachtabsenkung. Die Bedientastatur 11 dient auch zum Setzen eines Echtzeitgebers 16 — dies allerdings nur bei einer ersten Inbetriebnahme —, eines Speichers 14 für den Beginn und das Ende von Zeitabschnitten während der ein bestimmter Sollwert gehalten werden soll, wobei die Sollwerte in den Speicher 15 einschreibbar sind. Die Bedientastatur wird von einer Ablaufsteuerung 26, die im wesentlichen von einem Oszillator gebildet ist und wie aus Fig. 4 ersichtlich an seinen verschiedenen Ausgängen zu verschiedenen Zeiten in regelmässigen Abständen Impulse abgibt, abgefragt und allfällige Änderungen in die entsprechenden Speicher 13, 14, 15 eingeschrieben. Weiters steuert die Bedientastatur 11 auch noch die ausgangssseitig an den Mikrocomputer 100 angeschlossene Anzeige 12, von der wahlweise die einzelnen in den Speichern 13 bis 15 eingeschriebenen Werte zur Anzeige bringbar sind.

Weiters umfasst der Mikrocomputer eine Zeitbereichsbewer-

tung 17, die vom Speicher 13 aktivierbar ist, wenn dieser auf automatische Nachtabsenkung oder eine andere Betriebsart gesetzt ist, bei der zu bestimmten vorwählbaren Zeiten der Sollwert der Raumtemperatur geändert werden soll. Im aktivierten Zustand vergleicht die Zeitbereichsbewertung 17 im Rhythmus der Ansteuerimpulse der Ablaufsteuerung 26, die Echtzeit mit dem Speicherinhalt des Speichers 14 und gibt bei Übereinstimmung einen Steuerbefehl zum Auslesen des für den beginnenden Zeitabschnitt vorgegebenen Sollwerts vom Speicher 15 in eine Regelschaltung 24 an diese ab. Die Schaltung 18 gibt bei Eintreffen eines einem positiven Sprung des Sollwertes entsprechenden Signals von der Regelschaltung 24 an diese für eine bestimmte, der gewünschten Dauer des Überganges von dem niedrigeren auf den höheren Sollwert entsprechenden Zeit ein Signal an die Regelschaltung 24 ab, wobei die Schaltung 18 z.B. einfach durch einen durch ein Signal der Regelschaltung 24 aktivierbaren Zähler gebildet sein kann, der die Signale der Ablaufsteuerung zählt und bei Erreichen eines bestimmten Zählerstandes sein Ausgangssignal ändert und stehen bleibt.

Dem externen Temperaturfühler 19, der mit einem Analog-Digitalwandler verbunden ist, ist an einen von der Ablaufsteuerung 26 gesteuerten Speicher 20 geführt. Dabei übernimmt der Speicher 20 bei jedem Ansteuersignal der Ablaufsteuerung den momentanen Wert und löscht den ältesten gespeicherten Wert, wobei immer mindestens zwei aufeinanderfolgende Werte gespeichert sind und der zuletzt übernommene Wert der Regelschaltung 24 zugeführt wird. Im Rhythmus der Ansteuerimpulse der Ablaufsteuerung werden die im Speicher 20 gespeicherten Werte auch in einen Differenzierer 21 ausgelesen der aus diesen Werten den Temperaturgradienten bestimmt und der Regelschaltung 24 zuleitet, die ein Stellglied 25 des Ventils (nicht dargestellt) steuert, wobei das Stellglied 25 vorzugsweise durch einen auf den Ventilkörper des den Durchfluss durch einen Heizkörper steuernden Ventils einwirkenden Stellmotor gebildet ist.

Weiters ist noch eine Zeitverzögerung 22 vorgesehen, die bei einem von der Regelschaltung 24 kommenden, einem grossen negativen Temperaturgradienten, wie er beim Lüften auftritt, entsprechenden Signal nach Ablauf einer Zeit von z.B. 3 bis 5 Minuten einen akustischen Signalegeber 23 auslöst.

Aus Fig. 4 ist ersichtlich, dass die Ablaufsteuerung in einem gleichmässigen Rhythmus, jedoch zu verschiedenen Zeiten Ansteuerimpulse auf die Leitungen 32, 33, 34 und 35 abgibt.

In Fig. 6 ist der in Fig. 3 mit strichpunktiierten Linien umrandete, die Regelschaltung 24 umfassende Teil des Mikrocomputers im Detail gezeigt.

Die Regelschaltung 24 umfasst im wesentlichen einen mit dem Speicher 15 für die Sollwerte der Temperatur und über den als Schieberegister ausgebildeten Speicher 20 mit dem Temperaturfühler 19 verbundenen Differenzverstärker 40, dessen Ausgang mit Regelgliedern 41, 42, 43 verbunden ist, denen je ein variabler Verstärker oder Abschwächer 44, 45, 46, die von einer Rechen- und Steuereinheit 47 gesteuert sind, welchen Verstärkern oder Abschwächern eine Summierstufe 48 und dieser ein Speicher 49 nachgeschaltet sind. Weiters weist die Regelschaltung 24 noch zwei vom Differenzierer 21 versorgte Schwellwertschalter 50, 51, von denen der Schwellwertschalter 50 auf einen einen bestimmten Wert übersteigenden negativen Temperaturgradienten und der Schwellwertschalter 51 auf einen Temperaturgradienten ≥ 0 anspricht, sowie ein dem Schwellwertschalter 50 nachgeschaltetes Zeitglied 52, ein dessen und den Ausgang des Schwellwertschalters 51 verknüpfendes ODER-Gatter 53 und einen weiteren Speicher 54 sowie einen Umschalter 55 auf, der mit dem Stellglied 25 verbunden ist.

Der Differenzverstärker 40 vergleicht den zuletzt in den Speicher 20 übernommenen Temperaturwert mit dem vorgegebenen Sollwert, wobei sein Ausgangssignal gleichzeitig von mehreren Regelgliedern, z.B. einem Proportional-Regelglied 41,

einem Integral-Regelglied 42 und einem nach einem weiteren Algorithmus arbeitenden Regelglied 43, das z.B. ein aperiodisches Regelglied (Deadbeat-Regelglied) sein kann, verarbeitet. Wie strichliert angedeutet ist, kann eine beliebige Anzahl von Regelgliedern vorgesehen werden. So kann z.B. auch ein Differential-Regelglied vorgesehen werden.

Die Ausgangssignale der Regelglieder 41 bis 43 werden durch die jedem Regelglied nachgeschalteten variablen Verstärker oder Abschwächer 44, 45, 46, dessen Verstärkungs- oder Abschwächungsfaktor von der Rechen- und Steuereinheit 47 gesteuert wird, verändert, um ein adaptives Regelverhalten zu erzielen.

Die Rechen- und Steuereinheit 47 wird mit den Temperatursollwerten versorgt und errechnet bei einem positiven Sollwert-sprung eine ideale Übergangskurve und gibt diese Werte während der Übergangszeit der Raumtemperatur vom ersten auf den zweiten Sollwert an den Differenzverstärker 40 ab, der sie mit dem ermittelten Ist-Wert vergleicht.

Ergibt sich beim Übergang der Raumtemperatur von einem niedrigen auf einen höheren Sollwert nach einem Abtastintervall τ eine Abweichung von der errechneten idealen Übergangskurve 72 (Fig. 5), so ändert die Rechen- und Steuereinheit 47 den Verstärkungs- bzw. Abschwächungsfaktor der Verstärker und/oder Abschwächer 44, 45, 46 im Sinne einer Annäherung an die ideale Kurve 72, wie dies aus den Knicken in den Kurven 73 und 74, die Beispiele für den möglichen Verlauf der Raumtemperatur bei einer Erhöhung des Sollwertes bei Verwendung der erfindungsgemässen Regeleinrichtung darstellen.

Die Kurve 71 zeigt den Verlauf der Raumtemperatur bei Verwendung eines herkömmlichen Thermostatventils, bei dem die Änderungsgeschwindigkeit seines Öffnungsverhältnisses durch entsprechende Massnahmen begrenzt ist. Dabei wird zwar ein Überschwingen der Temperatur vermieden, doch muss eine extrem lange Aufheizzeit in Kauf genommen werden, die ausserdem von verschiedenen baulichen Parametern abhängt. Die Kurve 70 zeigt den Verlauf der Raumtemperatur bei einer sprunghaften Erhöhung des Sollwertes gleichfalls bei einem bekannten Heizkörperventil, wobei z.B. wegen einer Überdimensionierung des Heizkörpers für den Aufstellungsraum oder einer plötzlichen Fremdenergiezufuhr durch z.B. Sonnenein-

strahlung ein Überschwingen des erhöhten Sollwertes nicht zu vermeiden ist.

Die Ausgangssignale der Verstärker und/oder Abschwächer 44, 45, 46 werden in der Summierstufe 48 zusammengefasst und dem Speicher 49 zugeführt, wobei dessen Speicherwerte über den Umschalter 55 dem Stellglied 25 zugeführt werden, wobei vorausgesetzt ist, dass, wie noch erläutert werden wird, kein negativer Temperaturgradient auftritt.

Die vom Temperaturfühler 19 mit angeschlossenen Analog-Digitalwandler kommenden Signale werden im Takt der Ablaufsteuerung 26 in den Speicher 20 eingeschrieben und der am längsten gespeicherte Wert wird gelöscht. Gleichzeitig wird der neu eingeschriebene Wert dem Differenzverstärker 40 und dem Differenzierer 21 zugeführt, wobei letzterem auch der vorher gespeicherte Wert zugeführt wird und der Differenzierer 21 im Takt der Ablaufsteuerung 26 den Temperaturgradienten ermittelt. Dieser gelangt zu den beiden Schwellwertschaltern 50, 51. Dabei spricht der Schwellwertschalter 50 auf einen, einen bestimmten Wert übersteigenden negativen Temperaturgradienten, wie er z.B. beim Lüften entsteht, an und setzt den Speicher 54. Gleichzeitig wird auch das Zeitglied 52 gestartet. Der Schwellwertschalter 51 spricht dagegen auf einen Temperaturgradienten ≥ 0 an und stellt über das ODER-Gatter 53, das auch mit dem Zeitglied 52 verbunden ist, den Speicher 54 zurück. Gleiches erfolgt auch nach dem Ablauf des Zeitgliedes 52.

Der Speicher 54 gibt, während er gesetzt ist, ein Signal an den Umschalter 55 ab, das diesen zum Umschalten bringt und in der umgeschalteten Stellung hält, in der das Stellglied mit einer festen Signalquelle 56 verbunden ist, deren Signale das Stellglied im Sinne des Schliessens des Ventils beaufschlagen.

Gleichzeitig wird das dem gesetzten Speicher 54 entsprechende Ausgangssignal desselben dem Zeitglied 22 zugeführt, das es nach einer Verzögerungszeit von z.B. 3 bis 5 Minuten an den akustischen Signalgeber 23 weitergibt und diesen aktiviert.

Nach Ablauf des Zeitgliedes 52 oder Auftreten eines durch Schliessen des Fensters bedingten positiven Temperaturgradienten und damit Ansprechen des Schwellwertschalters 51 wird der Speicher 54 rückgestellt und der Umschalter 55 nimmt seinen Ruhe-Schaltzustand ein und der allenfalls aktivierte Signalgeber 23 wird deaktiviert.

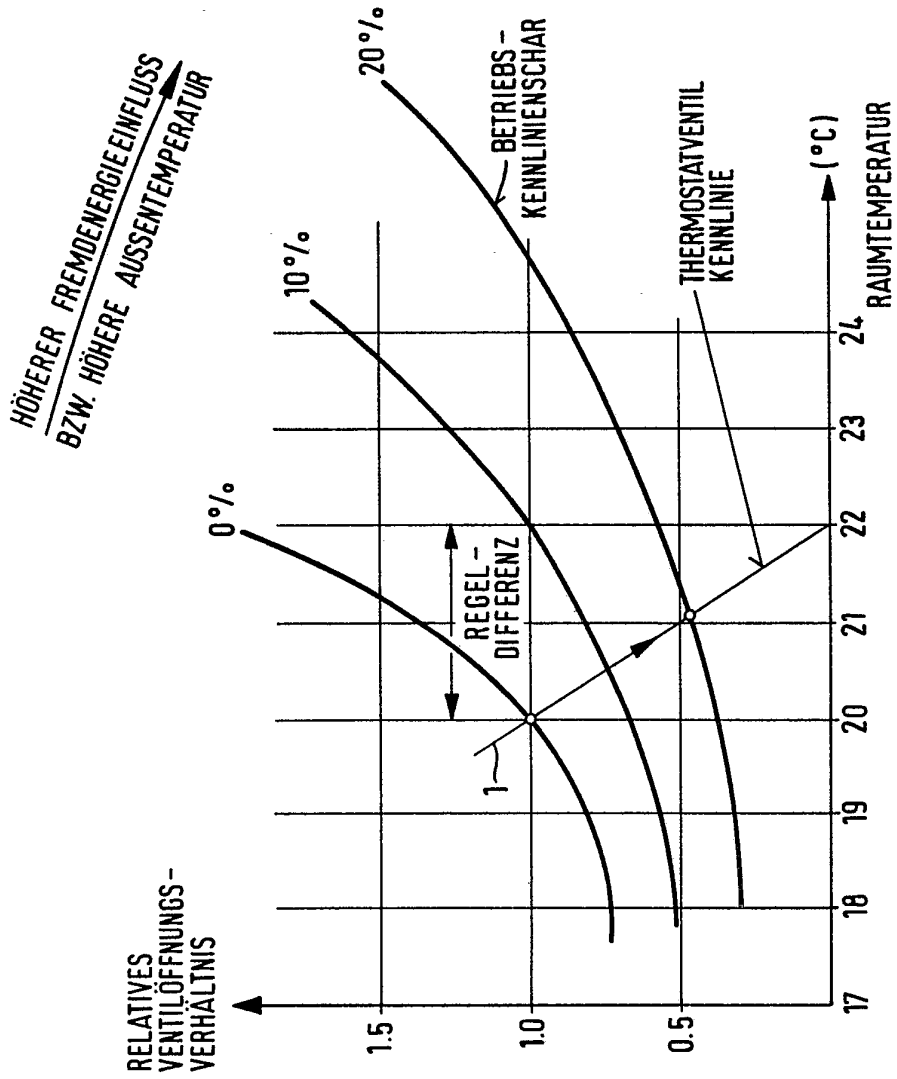


Fig. 1

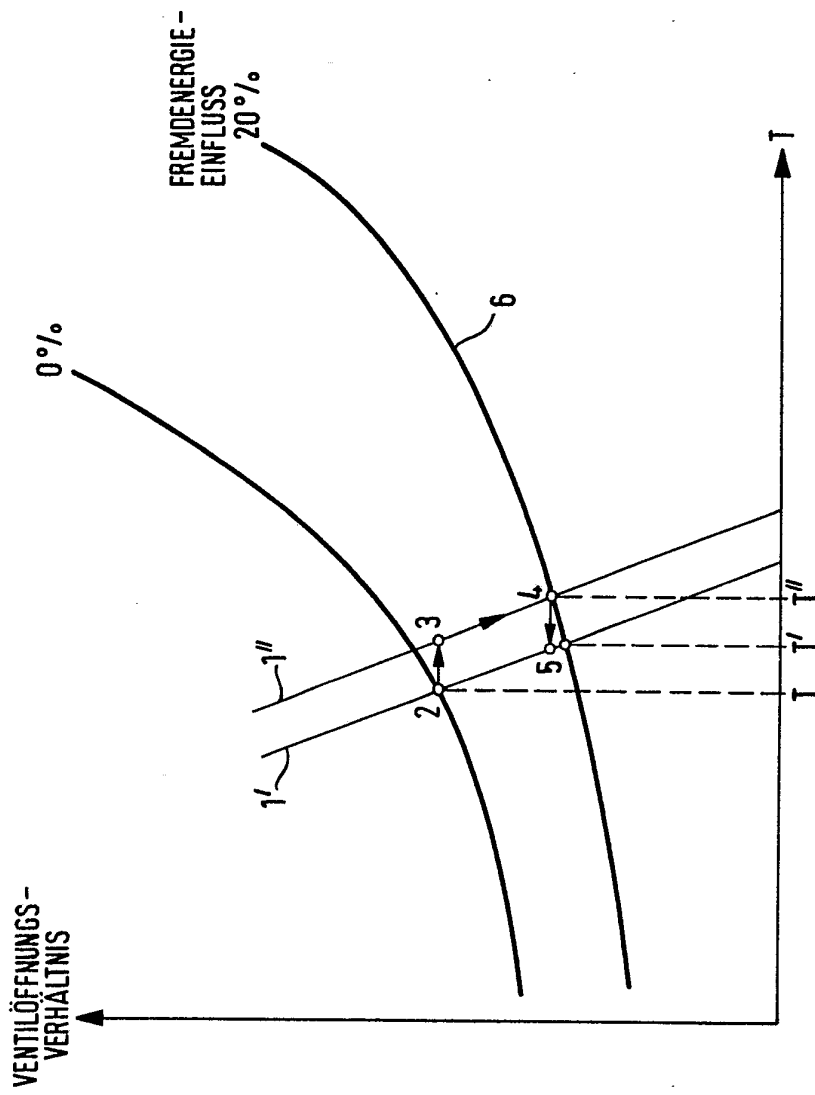
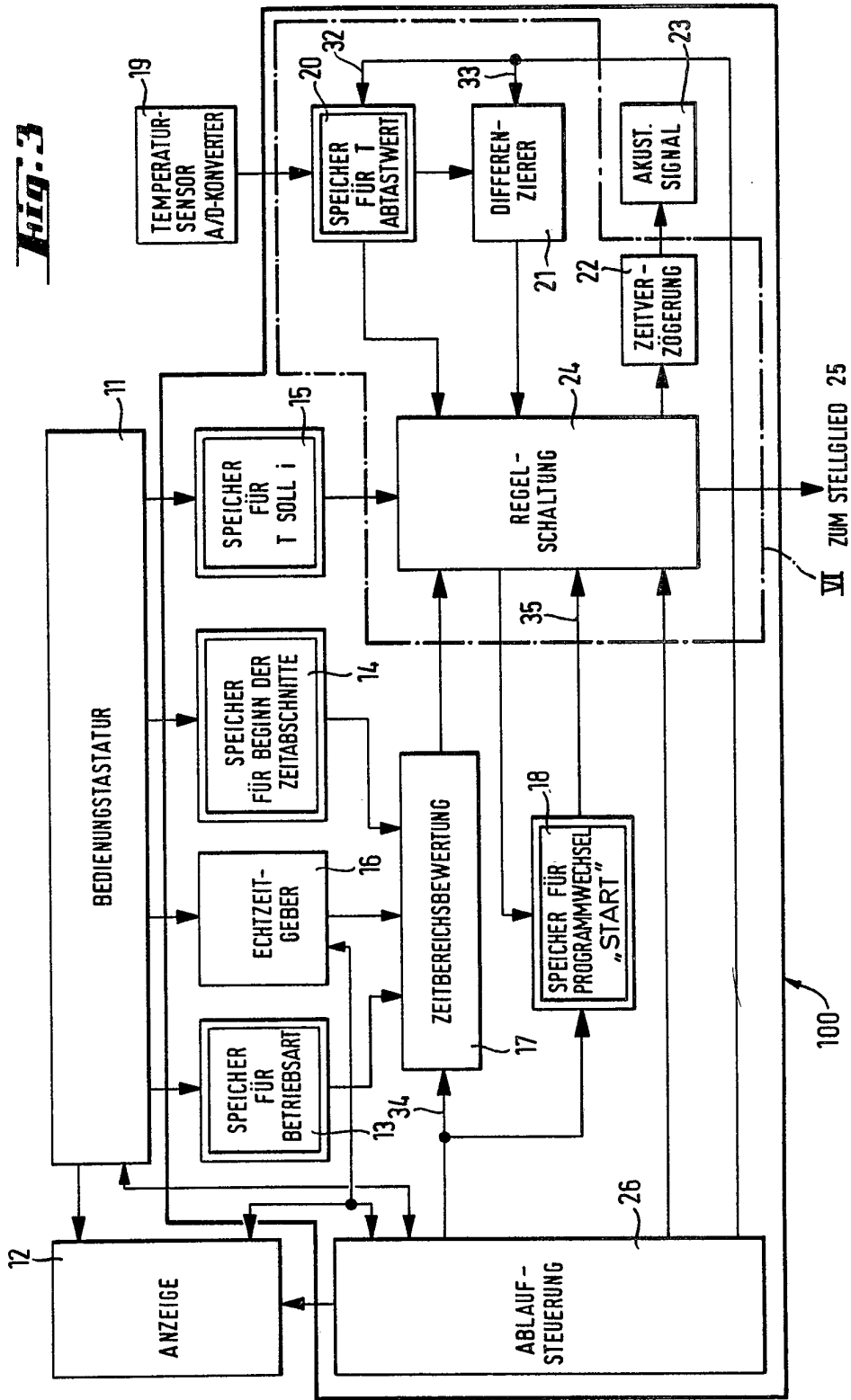


Fig. 2

Fig. 3



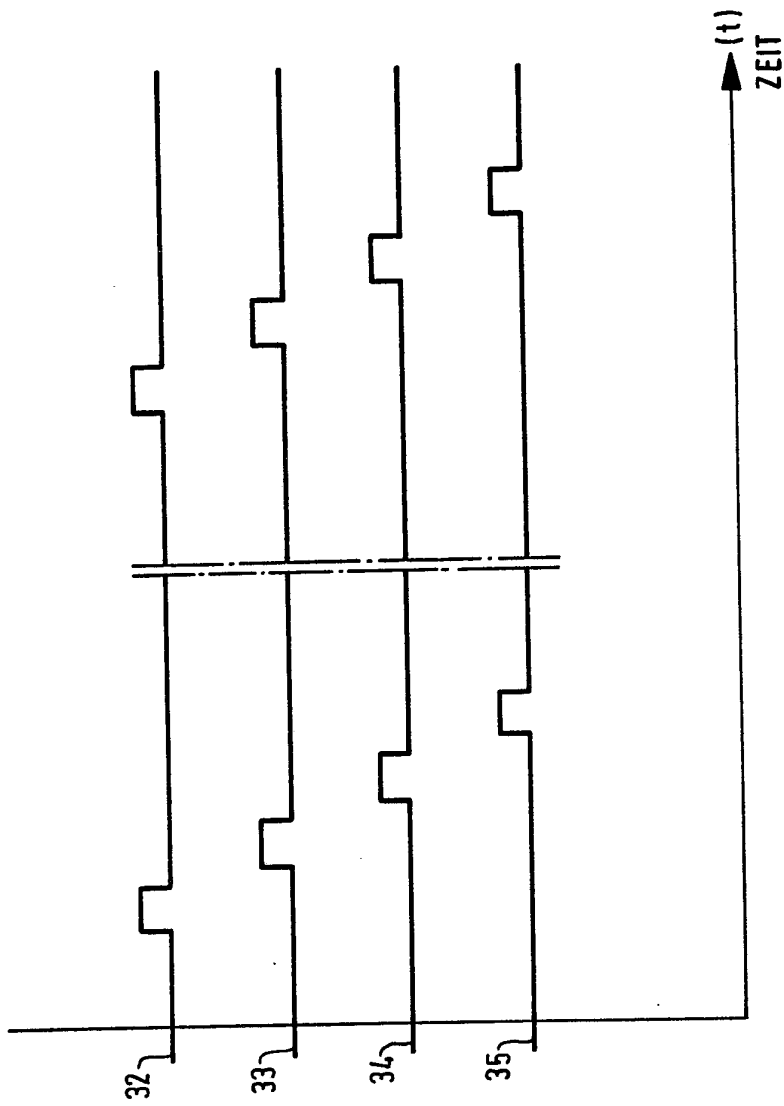


Fig. 4

Fig. 5

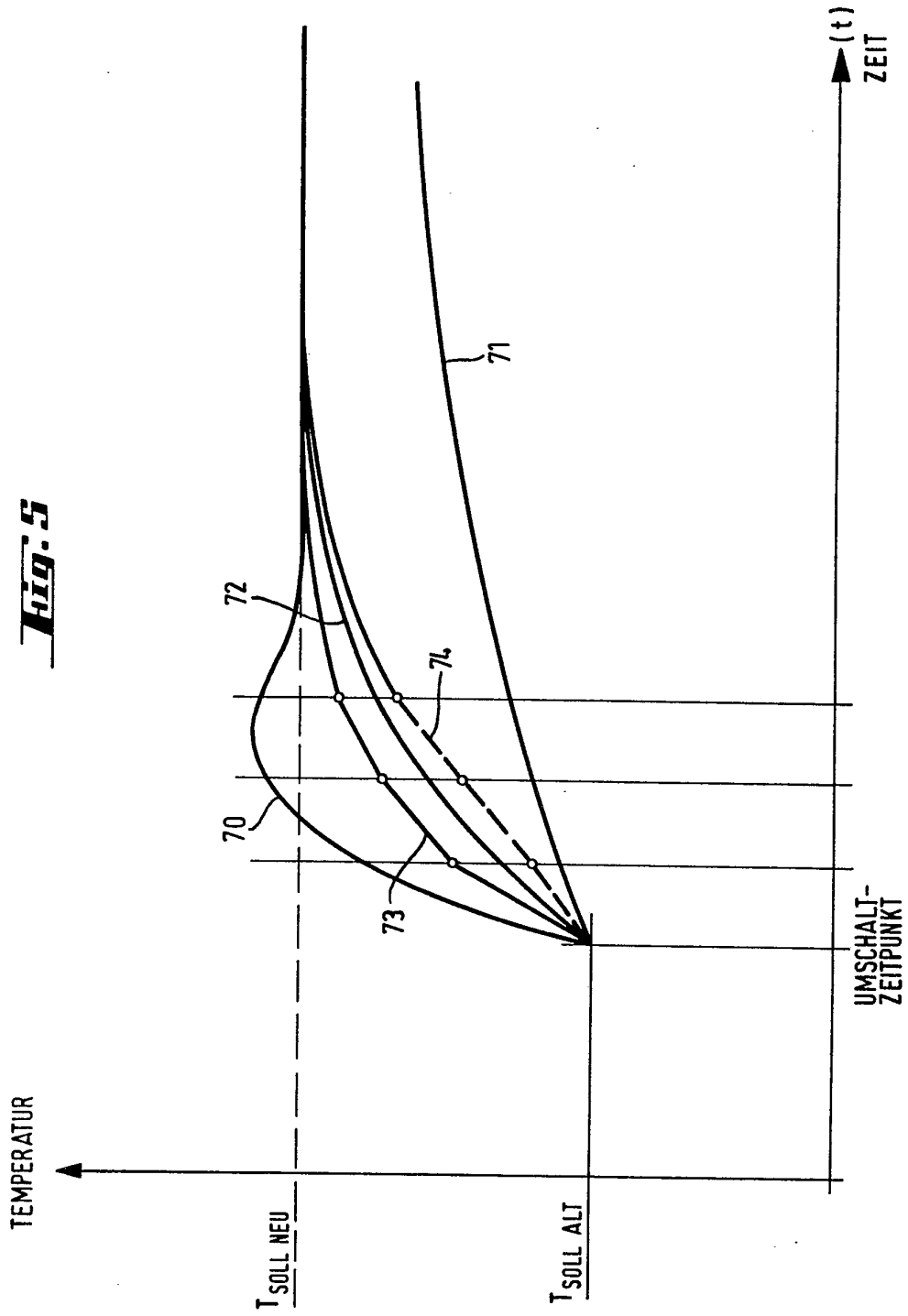


Fig. 6

