



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 840 534 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
06.05.1998 Patentblatt 1998/19

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **H05B 1/02**, H05B 3/26,  
H05B 3/06, A47J 27/21

(21) Anmeldenummer: 97118676.2

(22) Anmeldetag: 28.10.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE**

(30) Priorität: 01.11.1996 DE 19645095

(71) Anmelder:  
**E.G.O. ELEKTRO-GERÄTEBAU GmbH**  
75038 Oberderdingen (DE)

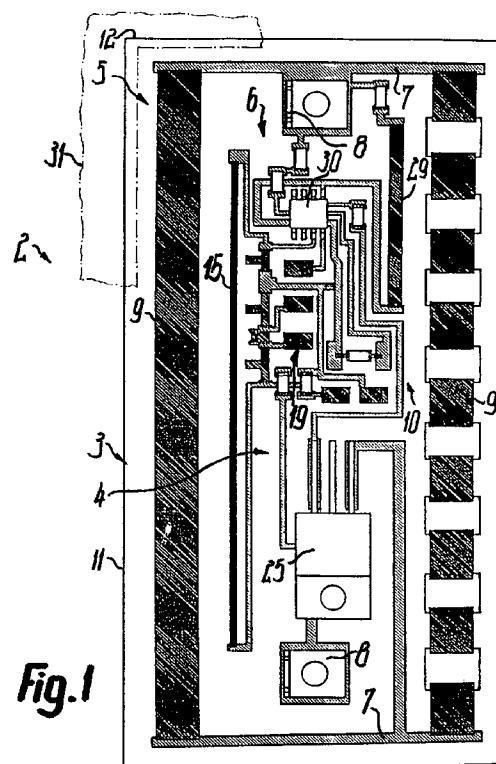
(72) Erfinder:  
• **Diehlmann, Ralf**  
75015 Bretten-Gölshausen (DE)  
• **Block, Volker**  
75015 Bretten (DE)

• **Bierbaum, Achim**  
74078 Heilbronn (DE)  
• **Schilling, Wilfried**  
76703 Kraichtal (DE)  
• **Ose, Lutz, Dr.**  
75447 Sternenfels (DE)  
• **Bogdanski, Franz, Dr.**  
75038 Oberderdingen (DE)

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte**  
**Ruff, Beier, Schöndorf und Mütschele**  
Willy-Brandt-Strasse 28  
70173 Stuttgart (DE)

(54) **Elektrische Heizung und Steuerung**

(57) Ein Heiz-Modul (2) enthält außer dem unmittelbar den Träger (3, 4) beheizenden Schicht-Heizwiderständen (9) zu deren Steuerung bzw. Regelung eine elektronische Schaltung (10) einer Steuereinheit (6) sowie Mittel zur Abführung der Heizwärme von den Heizbereichen so, daß die elektronische Schaltung (10) nicht über etwa 125°C erwärmt wird. Dadurch läßt sich das Modul sehr einfach herstellen und montieren.



**Fig. 1**

**EP 0 840 534 A1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Beheizung, die insbesondere zur Erwärmung von Feststoffen oder fließfähigen Medien, wie Flüssigkeiten, durch unmittelbare Wärmeleitung geeignet ist. Dadurch können z.B. Festkörper von Geräten, wie Warmhalteplatten, oder Wasser bis zu Temperaturen unter 200°C oder 100°C erwärmt werden.

Zur Steuerung bzw. Regelung der Aufheiztemperatur bzw. zum Schutz gegen Überhitzung oder Zerstörung der Heizeinheit sind zweckmäßig Steuer- bzw. Regelemente einer Steuereinheit vorgesehen, die elektronisch arbeiten. Sie können jeweils mindestens einen Sensor, Meßsignalverstärker, Differenzierer, Schwellwertschalter, ein Stellglied, einen Mikroprozessor, ein Netzteil od.dgl. enthalten. Derartige Elemente dürfen, um nicht beschädigt zu werden, meist nur einer Temperatur oder Dauertemperatur von höchstens 200°C oder 150°C ausgesetzt werden. Daher sind sie in einem vor Überhitzung geschützten Bereich anzuordnen. Beispielsweise können elektronische Elemente sowie die sie verbindenden elektrischen Leiterbahnen auf einem von der Heizeinheit gesonderten Träger, wie einer Platine, angeordnet sein. Diese Elemente arbeiten mit einer wesentlich niedrigeren Spannung bzw. Versorgungsspannung als das Heizglied der Heizeinheit, das zweckmäßig ebenfalls wenigstens teilweise als Beschichtung auf einem Träger, wie einer Platine, angeordnet ist. Werden die elektrisch leitenden Verbindungen zwischen der Regeleinheit, dem oder den Heizkreisen, Sensoren od.dgl. mit Litzen hergestellt, so ergibt sich ein hoher Aufwand für die Verdrahtung. Ferner müssen die beiden Träger am Sockel des Beheizungs-Gerätes jeweils für sich gesondert lagegesichert werden, da sie durch flexible Verbindung mit den Litzen, Drähten od.dgl. ohne diese Festlegung gegeneinander bereits unter geringen Kräften beweglich wären.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Beheizung zu schaffen, durch welche Nachteile bekannter Ausbildungen bzw. der beschriebenen Art vermieden sind und die insbesondere bei einfachem und kompaktem Aufbau eine hohe Heizleistung bzw. eine einfache Montage gewährleistet.

Erfindungsgemäß sind wenigstens Teile der Heizeinheit sowie einzelne der genannten, temperaturempfindlichen Elemente zu einer Baueinheit zusammengefaßt. In dieser Baueinheit kann die Heizeinheit gegenüber der zugehörigen Steuereinheit genau definiert sowie begrenzt beweglich oder lagestarr angeordnet sein. Die Festigkeit der Verbindung zwischen den Einheiten ist zweckmäßig so, daß die eine Einheit die andere in ihrer Betriebsanordnung am Gerät frei tragen kann, so daß die zweitgenannte Einheit keiner gesonderten Befestigung am Gerät bedarf, sondern allein durch die Verbindung mit der erstgenannten Einheit getragen ist. Die beiden Einheiten können auch Heizeinheiten sein, von denen ggf. nur eine

oder keine eine Steuereinheit bzw. elektronische Steuerelemente enthält.

Die Verbindung zwischen den Einheiten sowie die Einheiten selbst können Mittel zum Schutz der Steuerelemente gegen Überhitzung enthalten, so daß die Steuerelemente trotz unmittelbarer Verbindung mit den Heizgliedern höchstens bis zu 135°C oder 130°C erwärmt werden, obwohl an den Heizgliedern eine demgegenüber mehrfach höhere Temperatur gegeben ist. Diese Mittel leiten die vom Heizglied erzeugte Wärme unter Umgehung der Steuerelemente so schnell ab, daß die Steuerelemente auch im Dauerbetrieb über mehrere Minuten oder Stunden nicht über die genannten Temperaturen hinaus erwärmt werden. Die Wärmeableitung kann auf kürzestem Weg in den zu beheizenden Stoff direkt vom Träger oder durch thermische Koppelungsglieder erfolgen, die in unmittelbarer Berührung mit der Heizeinheit und diesem Stoff stehen. Dadurch kann die maximale Heizleistung der einzelnen Heizeinheit mindestens 250, 500, 1000, 1500 oder sogar 2000 Watt betragen. Die größte lineare Ausdehnung der Heizeinheit bzw. von deren Träger braucht dabei nicht größer als 200 oder 150 mm zu sein. Im Falle eines Fluids, wie Wasser, ist das Heizelement so am Heizbehälter angeordnet, daß durch die Beheizung vom Heizelement eine nach oben gerichtete Konvektions- bzw. Umlaufströmung innerhalb des Wassers entsteht, die abgekühlt parallel zum Heizelement seitlich über dessen Ränder in den Bereich der Heizglieder wieder nachströmt.

Die Verbindung zwischen den beiden gesonderten Einheiten oder Trägern kann elektrisch leitende Teile enthalten oder ausschließlich durch diese gebildet sein und ist zweckmäßig eigensteif. Die Verbindung kann aber auch elektrisch isolierende oder nicht mit Leistungs- bzw. Signalströmen beaufschlagte Verbindungsteile enthalten. Besonders vorteilhaft ist es, wenn beide Träger durch einen einteiligen Tragkörper gebildet sind, welcher im Bereich der elektrisch leitenden Teile mit einer elektrischen Isolierung versehen ist oder ganz aus Isolierwerkstoff besteht.

Der jeweilige Träger kann aus einem keramischen Werkstoff, wie Hartkeramik, aus einem elektrisch leitenden Werkstoff, wie Aluminium, Kupfer, Stahl oder dgl., mit einer Dielektrikumschicht, wie einer Hart-Emaillierung oder Glas, als Isolierung, aus Kunststoff, einem flexiblen Substrat, wie Papier, od.dgl. bestehen. Zweckmäßig sind die Elemente der jeweiligen Einheit, nämlich Widerstände sowie Leiterbahnen zum Anschluß des jeweiligen Widerstandes bzw. des jeweiligen Steuerelementes auf dem zugehörigen Träger als unlösbar haftende Beschichtung von mindestens 5 und höchstens 35 µm Dicke angeordnet. Die Beschichtung kann als Paste durch Druckverfahren aufgebracht und dann gehärtet werden. Geeignet ist das Aufbringen in Dickschichttechnik, in Dünnschichttechnik, im Transferdruck od.dgl. Der jeweilige Sensor ist zweckmäßig ein temperaturvariabler Widerstand, der wie jedes der übrigen

Steuerelemente mit einer gegenüber dem Heizglied wesentlich niedrigeren Stromspannung von unter 20, 10 oder 5 Volt betrieben wird und einen positiven oder negativen Temperaturkoeffizienten haben kann.

Da das Heizglied extrem massearm ist, reagiert es nahezu verzögerungsfrei auf Änderungen der Leistungszufuhr bzw. der Wärmeabnahme. Um dabei die Hysteresis im Ansprechen der Steuereinheit bzw. das Überschreiten der Grenztemperatur durch das Heizelement möglichst klein zu halten, ist eine sehr kurze Regelstrecke bzw. eine nahezu unmittelbare wärmeleitende Koppelung zwischen Heizglied und dem Sensor für Trockenlauf oder dergleichen vorgesehen. Diese Koppelung kann im wesentlichen nur über den Träger erfolgen. Bezogen auf die größte Flächenausdehnung der Heizeinheit bzw. des Trägers oder der Widerstandsfläche ist eine sehr hohe Leistungsdichte von über 15, 50, 70 oder 100 W/cm<sup>2</sup> möglich. Besteht der Träger aus Aluminiumoxidkeramik, so hat er eine gute Wärmeleitfähigkeit. Das gesamte Heizglied, die Sensoranordnung, die elektronische Regelungseinheit, ein Temperaturschutzglied, wie ein Temperaturwächter, Temperaturbegrenzer, Temperaturschalter od.dgl. und alle Leiterbahnen können an der selben Fläche bzw. Seite des Trägers angeordnet sein. Sie können aber auch an gesonderten Flächen angeordnet sein, die im Winkel oder voneinander abgekehrt etwa parallel liegen. Mit Abstand innerhalb seiner Außenkanten oder an den Außenkanten ist der Träger zweckmäßig von Durchbrüchen frei, so daß er ausschließlich von kontinuierlich bzw. eben durchgehenden Kantenflächen begrenzt und vor Spannungsrissen geschützt ist.

Die Beheizung bzw. Heizeinheit kann im wesentlichen vollständig automatisch mit Handhabungs-Automaten bzw. mit sehr geringem Verdrahtungsaufwand hergestellt werden. Die Steuereinheit und deren Träger geben die thermische Verlustleistung der Regelung im wesentlichen vollständig an den zu beheizenden Stoff ab, so daß sich ein sehr hoher Wirkungsgrad ergibt. Die Heizeinheit kann äußerst kompakt, z.B. durchgehend plattenförmig, ausgebildet werden, wobei lediglich einzelne Steuerelemente, wie Transistor, Triac, Thyristor od.dgl. über die zugehörige Fläche des Trägers quer vorstehen können.

Die Heizeinheit bzw. deren stromführende Teile können auch so, z.B. durch Beschichtung, elektrisch isoliert sein, daß die Heizeinheit unmittelbar in den zu beheizenden Stoff eingebettet bzw. im Falle einer wässrigen Lösung eingetaucht ist. Es können jeweils nur oder in Kombination die Heizseite, die davon abgekehrte Seite, die Kantenflächen od.dgl. der Heizeinheit oder des Trägers in unmittelbarer Berührung mit diesem Stoff stehen. Es ergibt sich eine noch schnellere Wärmeableitung und daher die Möglichkeit einer weiteren Erhöhung der genannten Leistungsdichte. Steht nur eine Seite, wie die von der Heizseite abgekehrte Trägerfläche, der Heizeinheit als Teil einer Behälterwandung oder dgl. in unmittelbarer Berührung mit dem zu behei-

zenden Stoff, oder mit der Außenseite einer einlagigen Wandung eines Flüssigkeitsbehälters, deren Innenseite unmittelbar in Berührung mit der Flüssigkeit steht, so enthalten die Mittel zur Wärmeableitung zweckmäßig eine gut wärmeleitende Basis aus einem Feststoff. Diese Basis kann ein- oder mehrschichtig sein, wobei alle Lagen im wesentlichen ganzflächig haftend miteinander verbunden sind. Die Lagen können den Träger, erhärteten Wärmeleitkleber, eine Isolierplatte, einen wärmeleitenden Flansch od.dgl. enthalten, welcher gleichzeitig zur Befestigung der Beheizung bzw. Heizeinheit am Gerät dient. Dieser Flansch hat vorteilhaft eine Wärmeleitzahl von mindestens 70, 150 oder 300 W/mK. Der Leiterträger oder der Flansch steht in unmittelbarer, gut wärmeleitender Berührung mit dem zu beheizenden Stoff, wie einem Fluid, so daß über ihn der größte Teil der Heizleistung an diesen Stoff abgegeben wird. Der Flansch kann aus Kupfer, Aluminium oder einem ähnlichen, insbesondere metallischen, Werkstoff bestehen. Der Wärmeleitkleber enthält zweckmäßig eine keramische Masse, die nach dem plastischen Auftrag spröde bzw. hart wird.

Zwischen den unmittelbar mit dem Heizglied verbundenen Flächen und den so nicht unmittelbar beheizten Flächen des Trägers ergeben sich sehr hohe Temperaturgradienten, welche zu einem Wärmestau führen können. Durch die beschriebene Ausbildung werden diese Temperaturgradienten wesentlich herabgesetzt, was einen sicheren Betrieb der Heizeinheit insbesondere auch dann gewährleistet, wenn das Heizglied z.B. im Trockenlauf eingeschaltet wird, ohne daß der zu beheizende Stoff anwesend ist. Es hat sich gezeigt, daß die Heizeinheit in diesem Fall bis zu vier Sekunden bei voller Leistung betrieben werden kann, ehe sie ausfällt. In diesem Fall eines Trockenlaufes liegt die Ansprechzeit der Steuereinheit signifikant unterhalb der genannten Ausfallzeit. Die Leistungszufuhr zur Heizeinheit wird daher rechtzeitig unterbrochen.

Durch die erfindungsgemäße Ausbildung sind auch Mittel zur Selbstreinigung der Heizeinheit von verfestigt anhaftenden Ablagerungen, wie Kalk, geschaffen. Im zyklischen Aufheizbetrieb platzen Ablagerungen ab einer bestimmten Schichtdicke nach und nach von selbst ab, ohne daß die Heizeinheit beschädigt wird.

Unabhängig von der beschriebenen Ausbildung ist zweckmäßig für die Inbetriebnahme der Beheizung eine Aufheiz- oder Anlaufsteuerung vorgesehen, welche zunächst in einem kurzen Testlauf über weniger als fünf, drei oder 2 Sekunden die thermische Reaktion der Heizeinheit erfaßt und erst nach Auswertung dieser Reaktion und nach einer Pause den vielfach längere Zeit dauernden Aufheizbetrieb freigibt. Dabei wird vorteilhaft so verfahren, daß das Heizglied bei voller Betriebsleistung zunächst mit einem Leistungsimpuls von etwa einer Sekunde beaufschlagt und danach die Leistungszufuhr über eine mindestens 2-, 3- oder 4-fach längere Zeit wieder vollständig unterbrochen oder zumindest wesentlich reduziert wird. Mit einem oder

mehreren Sensoren wird über ein Zeiterfassungsglied die Geschwindigkeit des Temperaturanstieges der Heizeinheit bzw. des Trägers durch den Leistungsimpuls festgestellt. Liegt diese Geschwindigkeit unter einem stufenlos justier- bzw. veränderbaren Grenzwert, wird das Heizglied nach der genannten Pausenzeit mit der vollen Betriebsleistung im Dauerbetrieb beaufschlagt. Die Beheizung heizt dann den Stoff bis zur Solltemperatur auf, die über einen manuell bzw. stufenlos einstellbaren Sollwertgeber veränderbar ist. Ist diese Solltemperatur erreicht, so unterbricht oder reduziert die Steuereinheit die Leistungszufuhr, um sie nach Erreichen eines unteren Temperatur-Grenzwertes wieder zuzuführen. Der zulässige Grenzwert der genannten, am Sensor bzw. Trockenlaufsensor gemessenen Geschwindigkeit ist abhängig von der Absoluttemperatur der Heizeinheit und wird durch die Steuereinheit selbstregelnd entsprechend verändert.

Diese und weitere Merkmale der Erfindung gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei einer Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird. Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine erfindungsgemäße Heiz- und Steuer-Baueinheit in Ansicht auf eine Flachseite;
- Fig. 2 ein Blockschaltbild mit zwei Einheiten gemäß Fig. 1;
- Fig. 3 ein erweitertes Blockschaltbild, insbesondere für eine Aufheizsteuerung;
- Fig. 4 einen Schnitt durch eine Anordnung der Baueinheit;
- Fig. 5 die erfindungsgemäße Beheizung an einem Warmwasser-Boiler und
- Fig. 6 einen Schnitt durch eine weitere Ausbildung.

Die Beheizung 1 enthält eine Baueinheit 2 sowie einen elektronischen Temperatur-Regler bzw. eine Steuerung, von der Teile gesondert von der Einheit 2 angeordnet und mit dieser über Verbindungs- bzw. Signalleitungen verbunden sein können. Wenigstens ein Teil der Steuerung ist als elektronische Schaltung bzw. Steuereinheit 6 jedoch lagestarr an der Einheit 2 angeordnet.

Als Basis weist die Einheit 2 einen plattenförmig ebenen sowie durchgehend einteiligen Träger 3, 4 aus einem gut wärmeleitenden, jedoch elektrisch isolieren-

den Werkstoff auf. Der Trägerteil 3, welcher rahmenförmig den Randbereich des Trägers bildet, trägt eine Heizeinheit 5. Der innerhalb dieses Trägerteiles freiliegende Trägerteil 4, welcher das Mittelfeld des Trägers bildet, trägt die elektronische Steuereinheit 6. Außerdem trägt der Träger 3, 4 an derselben Plattenseite wie die Einheiten 5, 6 Leiterbahnen 7, so daß an der davon abgekehrten Plattenseite keinerlei stromführende Teile der Baueinheit 2 vorgesehen sein müssen. An derselben Plattenseite wie die Einheiten 5 bis 7 sind zwei Anschlußglieder 8 für Geräteleitungen vorgesehen, über welche beide Einheiten 5, 6 mit Strom, insbesondere Netz- und Wechselstrom von 110 oder 230 Volt, versorgt werden.

Gemäß Fig. 1 sind als Heizglieder 9 nur zwei oder mehr parallele, streifen- bzw. bandförmige Heiz-Widerstände vorgesehen. Diese sind zweckmäßig gleich ausgebildet, jedoch in Fig. 1 in unterschiedlicher Ausbildung dargestellt. Das linke Heizglied 9 ist über seine Länge durchgehend aus Widerstandsmaterial hergestellt, während das rechte Heizglied in Längsabschnitte unterteilt ist, die im Abstand hintereinander liegen und über Leiterbahnen geringeren Widerstandes in Reihenschaltung miteinander verbunden sind. Dadurch ist eine thermisch höhere Belastung des Trägers 3, 4 möglich. Der länglich rechteckige Träger 3, 4 weist zwei parallele, längere Außenkanten 11 und zwei diese rechtwinklig verbindende, kürzere Außenkanten 12 auf. Jede der Kanten bzw. Kantenflächen 11, 12 ist durchgehend geradlinig bzw. eben. Die Länge der Kanten 11 kann kleiner als 200 oder 150 mm sein und die Länge der Kanten 12 kleiner als 100 oder 75 mm. Bevorzugt sind die Kanten 11 etwa 100 mm und die Kanten 12 etwa 50 mm lang. Alle Leiterbahnen 7 werden zuerst auf die Plattenfläche aufgedruckt. Danach werden die Widerstände ebenfalls als Schichten so aufgedruckt, daß ihre Anschlußenden die zugehörigen Anschlußfelder der Leiterbahnen 7 überdecken und so elektrisch leitend mit ihnen verbunden sind. Die Oberflächenrauigkeit der beschichteten Zonen des Trägers 3, 4 beträgt höchstens 0,8 oder 0,6 µm.

Jeder Widerstand 9 liegt parallel zu einer der Kanten 11 und von dieser durchgehend mit einem Abstand, der kleiner als seine durchgehend konstante Streifenbreite ist. Der Widerstand 9 erstreckt sich über den größten Teil der Länge der Kante 11, nämlich über mehr als 75 bzw. 85 % davon. Zwischen dem Widerstand 9 und der benachbarten Kante 11 bzw. 12 sind keine weiteren stromführenden Teile oder Widerstände vorgesehen. Zwei Leiterbahnen 7 liegen parallel zu den Kanten 12 und unmittelbar benachbart zu diesen mit einem Abstand, der demjenigen der Widerstände 9 von den Kanten 11 gleich sein kann. Die Enden dieser Leiterbahnen stehen in leitendem Kontakt mit den jeweils zugehörigen Enden beider Widerstände 9, so daß die Widerstände 9 mit diesen Leiterbahnen 7 das Mittelfeld 4 des Trägers 3, 4 durchgehend rahmenförmig umschließen.

Innerhalb dieses Mittelfeldes liegen die Anschlußglieder 8, von denen eines unmittelbar an die zugehörige Leiterbahn 7 und die Widerstände 9 angeschlossen ist, während das andere unter Zwischenschaltung der elektronischen Schaltung 10 der Einheit 6 an die Widerstände 9 angeschlossen ist. Die gesamte Schaltung 10 liegt zwischen den Anschlußgliedern 8 im Mittelfeld 4 und kann einen Mindestabstand von den Widerständen 9 und deren Anschlußbahnen 7 haben, der deren Abstand von den Kanten 11, 12 entspricht. Die Schaltung 10 wird über die Anschlußglieder 8 mit Strom von höchstens 30, 20 oder 15 Volt Spannung versorgt und zwar unter Zwischenschaltung eines einzigen, diese Ausgangsspannung abgebenden Spannungsminde-  
rers, der z.B. ein auf den Träger 4 aufgedruckter Vorwiderstand 29 sein kann, so daß keinerlei Transformator erforderlich ist. Die Steuereinheit 6 enthält Steuerglieder 13 bis 27, 30, von welchen jedes unmittelbar am Träger 4 oder gesondert von der Einheit 2 derart vorgesehen sein kann, daß es über geeignete flexible Signal- bzw. Verbindungsleitungen steuernd mit der Einheit 2 verbunden ist.

Gemäß Fig. 3 wird den parallel geschalteten Heizgliedern 9 der Leistungsstrom unter Zwischenschaltung eines Stellgliedes 25, wie eines Triac, über einen Stromleiter 28 zugeführt. Die Heizglieder 9 sind über den Träger 3, 4 bzw. das zu beheizende Medium oder zusätzliche Wärmeleitglieder thermisch an Sensoren 14, 15 angekoppelt. Sofern diese zur Einheit 2 gehören, können sie auf einfache Weise als Schicht aufgedruckte Widerstandssensoren sein, welche einen negativen oder positiven Temperaturkoeffizienten haben. Die Sensoren 14, 15 wirken jeweils auch als Totzeit bzw. Zeitverzögerungs-Glieder 13 und umfassen einen Trockenlaufsensor 14 sowie einen Sensor 15 zur Erfassung der Temperatur des zu beheizenden Mediums, welcher auch gesondert von der Einheit 2 sowie im Abstand von dieser am Gerät so angeordnet sein kann, daß er in das Medium eingetaucht ist. Die Anordnung gemäß Fig. 3 kann auf einem einteiligen Träger 3, 4 bzw. auf einer einzigen Platine angeordnet sein.

Die Sensoren 14, 15 wirken über Signalleitungen auf Meßsignal-Verstärker 16 und diese über Signalleitungen wiederum auf Differenzierer 17 zur Auswertung der Meßsignale. Die Differenzierer 17 wirken über Signalleitungen auf Schwellwertschalter 18, welche bei Erreichen entsprechender Grenztemperaturen öffnen und schließen. Der eine Verstärker 16 wirkt über eine Signalleitung unmittelbar auf einen Schwellwertschalter 18, welcher mit einem Stell- bzw. Justierglied 26 auf einen Grenzwert, nämlich eine Maximaltemperatur des Sensors 14 eingestellt werden kann. Über ein weiteres Stell- bzw. Justierglied 27 kann auch ein weiterer Grenzwert, nämlich die maximale Temperatur-Anstiegs-geschwindigkeit am Sensor 14, festgelegt werden. Der Differenzierer 17 für das Meßsignal des Sensors 15 ist über eine Signalleitung mit einem weiteren Schwellwertschalter 18 verbunden. Dieser wird über eine wei-

tere Signalleitung 24 von einem Stellglied 19, wie einem Potentiometer oder dgl., beeinflusst, mit welchem die Temperatur manuell eingestellt wird, auf welche das Medium aufzuheizen ist. Dieser Sollwert-Vorgabe 19 ist ein Schalter 20 zum ein- und ausschalten der Beheizung 1 bzw. der Einheit 2 zugeordnet. Die vier Schwellwertschalter 18 wirken über eine Signalleitung auf das Stellglied 25, dem ein Nullspannungs-Schalter 30 vorgeschaltet sein kann. Die Schaltung 10 kann zur Auswertung der genannten Signale auch einen Mikroprozessor enthalten, welcher unmittelbar am Träger 4 bzw. dessen stromführender Seite befestigt ist und den Nullspannungs-Schalter 30 bildet.

Gemäß Fig. 1 ist der Sensor 14 bzw. 15 eine unmittelbar auf den Träger 3, 4 aufgedruckte, langgestreckte Widerstandsschicht, die parallel zum Widerstand 9 liegt und eine Länge hat, die kleiner als die des Widerstandes 9, jedoch größer als die Hälfte bzw. zwei Drittel der Länge des Widerstandes 9 ist. Die Enden des Sensors 15 liegen dadurch um gleiche Abstände gegenüber den Enden des Widerstandes 9 zurückversetzt. Die Breite des Widerstandes 15 ist wesentlich kleiner als die des Widerstandes 9. Der durchgehend konstante Abstand des Sensors 15 vom Widerstand 9 ist höchstens so groß wie bzw. kleiner als die Breite des Widerstandes 9, etwa gleich dessen Abstand von der benachbarten Kante 11 und größer als die Dicke der Trägerplatte. Je näher der Sensor 14 bei der Heizbahn 9 liegt, um so kürzer sind aufgrund der Glieder 13 die Reaktions-Verzögerungen des Sensors, nämlich die Zeiten zwischen dem Beginn des Temperaturanstieges am Heizglied 9 und dem ersten Ansprechen des Sensors 14 auf diesen Temperaturanstieg. Je weiter der Sensor 15 entsprechend entfernt liegt, um so genauer erfaßt er unmittelbar die Wassertemperatur.

Gemäß Fig. 2 enthält die jeweilige Einheit 2 auf dem Träger den Sensor 14 bzw. 15, die elektronische Schaltung 10, das Stellglied 25 und das Heizglied 9, während das Einstellglied 19 gesondert am Gerät angeordnet ist. Zwei oder mehr Einheiten 2 können dabei zu einer eigensteifen Baueinheit z.B. derart miteinander verbunden sein, daß ihre Heizeinheiten 5 bzw. paarweisen Heizglieder 9 in Reihe miteinander geschaltet sind. Das Stellglied 19 kann dabei auf alle Einheiten 2 gemeinsam wirken und es kann auch nur ein einziger Sensor 15 für alle Einheiten 2 vorgesehen sein. Trotzdem ist jede Einheit 2 für sich durch einen Sensor 14 bzw. die Schaltung 10 unabhängig von den anderen Einheiten gegen Überhitzung geschützt. Bei Ausfall bzw. Abschalten der Heizglieder 9 einer Einheit 2 können die Heizglieder der übrigen Einheiten 2 in Betrieb bleiben. Die Träger benachbarter Einheiten 2 können aneinander stoßen oder es kann eine Lücke zwischen ihnen vorgesehen sein, damit das Medium zwischen ihnen hindurchströmen kann. Dadurch kann auch hier eine ausreichende Menge kühleres Medium vom Randbereich auf die Plattenfläche der Baueinheit 2 nachströmen und die Einheit 2 an dieser gesamten Fläche

kühlen. Benachbarte Einheiten 2 können ebenengleich aneinanderschließen oder ebenenversetzt zueinander sein.

Gemäß Fig. 4 ist die Einheit 2 sandwichartig mit weiteren Lagen 31 bis 36 zusammengefaßt, welche jeweils über den größten Teil der Flächenerstreckung des Trägers 3, 4 reichen. Jede Lage kann an der stromführenden Seite des Trägers oder an der davon abgekehrten Seite liegen oder es kann jede der Lagen zweifach an beiden Seiten des Trägers vorgesehen sein. Der Träger ist mit seiner von der stromführenden Seite abgekehrten Seite über eine Zwischen- bzw. Haftschiicht 32 unmittelbar an der Außenseite eines Flansches oder einer Platte 31 befestigt, welche die Wandung bzw. wenigstens einen Teil des horizontalen Bodens eines Gefäßes bilden kann, in dem sich das zu beheizende Medium unmittelbar an die Innenseite dieser Wandung und den Flansch angrenzend befindet. Die andere, stromführende Seite des Trägers kann zwar frei innerhalb einer abnehmbaren Abdeckung liegen, ist jedoch hier mit einer weiteren Zwischenschicht 33 abgedeckt, welche somit auch alle stromführenden Teile, wie Leiterbahnen, Widerstände od. dgl. elektrisch isolierend einbetten und abdecken kann. Diese Schicht 33 ist zwischen dem Träger 3, 4 und einer elektrischen Isolierschicht, beispielsweise einer Hartkeramik-Platte 34 angeordnet. An der anderen Seite dieser Schicht 34, die gegenüber dem Träger 3, 4 eine geringere Dicke hat, ist wieder eine Schicht 35 angeordnet, die gleich wie die Schichten 32, 33 ausgebildet ist und zwischen der Platte 34 sowie einem plattenförmigen Flansch 36 liegt.

Die Schichten 32 bis 35 bestehen aus gut wärmeleitenden, z.B. keramischen Werkstoff mit elektrisch isolierenden Eigenschaften. Die Schichten 32, 33, 35, die dünner als der Träger 3 bzw. die Platte 34 sind, bestehen aus einem Wärmeleitkleber und verbinden jeweils die beiden unmittelbar an sie angrenzenden Lagen 3, 31 bzw. 3, 34 bzw. 34, 36 haftend miteinander. Für solche Steuerglieder der Schaltung 10, welche quer über den Träger 3, 4 vorstehen, können die Lagen bzw. Schichten mit Aufnahme-Aussparungen oder Durchbrüchen versehen sein, in welche dann diese Steuerglieder hineinragen, jedoch wie alle übrigen stromführenden Teile vollständig wasserdicht ummantelt bzw. eingebettet sein können. Der Flansch 36, der dicker als die Lagen 3, 4 und 31 bis 35 ist, kann elektrisch leitend sein und besteht zweckmäßig aus einem besonders gut wärmeleitenden Metall, beispielsweise Aluminium, Kupfer od. dgl. Der Flansch 36 kann durchgehend parallel zu den Schichten 3, 31 bis 35 liegen oder quer abgewinkelte bzw. abstehende Teile zur Befestigung oder Abstützung der Einheit 2 am Gerät aufweisen.

Das Anschlußglied 8 weist zweckmäßig zwei im Winkel zueinanderliegende, plattenförmige Schenkel auf, von denen einer parallel zum Träger 3, 4 liegt und mit seiner äußeren Plattenfläche an der zugehörigen Leiterbahn 7 durch Löten oder eine andere haftende

Verbindung elektrisch leitend befestigt ist. Der andere Schenkel steht quer zur Trägerebene vom Träger 3 frei ab und kann als Stecker, z.B. als Flachstecker, bzw. als Halter zum Einschnappen einer elektrischen Schmelzsicherung ausgebildet sein. Diese Stecker liegen in einer zur Kantenfläche 11 parallelen sowie gemeinsamen Ebene. Die Steuerglieder 13 bis 25, 30 können wie die Anschlußglieder 8 durch entsprechende Haft- bzw. Schmelzverbindungen an den zugehörigen Leiterbahnen befestigt sein, ohne daß weitere zusätzliche Befestigungsglieder erforderlich sind.

Gemäß Fig. 5 ist die Platte 31, die aus einem wärmeleitenden Werkstoff der genannten Art, beispielsweise Aluminium, besteht, als Flansch oder Boden eines Warmwasser-Boilers 37 ausgebildet, so daß ihre Oberseite in direktem Kontakt mit dem Boilerinhalt steht. An ihrer Unterseite ist die Einheit 2 derart aufgeklebt, daß die Anschlüsse 8 zugänglich bleiben. Zwei weitere Anschlüsse können an der Einheit 2 vorgesehen sein, um das Stellglied 19, beispielsweise ein Potentiometer, bzw. den Sensor 15 anzuschließen.

Gemäß Fig. 6 sind die Träger 3, 4 durch gesonderte Körper gebildet, die jedoch eigen- bzw. formsteif miteinander verbunden sind. Ein Träger 4 kann ebenenparallel bzw. deckungsgleich zum Träger 3 liegen. Ein Träger 4 kann auch benachbart zu einer Kante 11, 12 des Trägers 3 oder ebenengleich zu diesem liegen. Die beiden Träger 3, 4 sind über Verbindungsglieder 38 bzw. 39 lagestarr oder haftend miteinander verbunden. Diese Glieder 38, 39 können ausschließlich stromführende Teile aus Metall od. dgl. sein, die ihrerseits z.B. als Stanzteile aus Blech hergestellt sein und die Anschlußglieder 8 enthalten können. Die Glieder 38, 39 können auch Distanzglieder zwischen den Trägern 3, 4 bilden und sind in der beschriebenen Weise durch Löten od. dgl. befestigt. Der gesonderte Träger 4 ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn die Steuereinheit 6 bzw. einzelne Teile 8, 13 bis 25, 29, 30 dieser Einheit räumlich nicht auf dem Träger 3 unterzubringen sind oder wenn der Träger 3 beim Betrieb Temperaturen erreicht, die für diese Teile schädlich sein könnten. Die Leistungsdichte, bezogen auf die Flächenausdehnung der Heizglieder 9, kann nämlich wesentlich über 20 bzw. 40 bzw. 70 oder 100 bzw. 150 W/cm<sup>2</sup> liegen. Wenigstens einzelne der genannten Steuerglieder dürfen nicht wesentlich über 125°C erhitzt werden. Um dies zu gewährleisten sind die Ausbildungen nach den Figuren 1 bis 6 vorgesehen.

Durch die erfindungsgemäße Ausbildung wird das Medium bis zu einer vorgegebenen, stufenlos einstellbaren Temperatur, beispielsweise höchstens 100°C, aufgeheizt. Zusätzlich werden Überhitzungen, beispielsweise wenn kein Medium vorhanden ist und die Wärme von der Einheit 2 ableitet, durch die genannten Temperaturwächter bzw. Temperaturbegrenzer vermieden, da diese bei Trockenlauf den Leistungsstrom sofort abschalten und ggf. bei Unterschreiten des Temperatur-Grenzwertes von selbst wieder einschalten. Für ent-

sprechend starke Überlastungen kann an der Einheit 2 auch eine elektrische Sicherung, wie eine Schmelzsicherung, vorgesehen sein, die oder deren Halterung unmittelbar am Träger 3, 4 bzw. an einem der Glieder 8 befestigt ist, so daß die durch Klemmung gehaltene Sicherung durch Abziehen zerstörungsfrei ausgewechselt werden kann.

Um Überlastungen, beispielsweise durch Trockengang, starke Verkalkung od.dgl. noch besser berücksichtigen zu können, ist zweckmäßig eine Erfassung der Geschwindigkeit des Anstieges der Temperatur am Heizglied 9 bzw. am Sensor 14 und/oder 15 vorgesehen. Diese Erfassung kann gemäß Fig. 3 die Steuerglieder 21 bis 23 enthalten, nämlich ein einstell- bzw. justierbares Vorgabeglied 22, wie ein R/C-Glied zur Bestimmung des Verlaufes des Ansteigens der Temperatur, ein Flip-Flop 21 od.dgl. und ein Zeit bzw. Impuls-Steuerglied 23. Das Glied 21 wird vom Steuerglied 20 und von den Steuergliedern 18 jeweils über eine Signalleitung beeinflusst und beeinflusst seinerseits die Glieder 22, 23 über eine Signalleitung. Das Glied 22 beeinflusst den vom Sensor 15 beeinflussten Schwellwertschalter 18 und das Glied 23 beeinflusst über eine Signalleitung unter Zwischenschaltung des Nullspannungs-Schalters 24 das Stellglied 25 zur Leistungsbeaufschlagung des Heizgliedes 9.

Beim Einschalten erhält das Heizglied 9 über das Glied 23 zunächst einen zeitlichen begrenzten Leistungsimpuls von etwa einer Sekunde Dauer. Die Sensoren 13 bis 15 erfassen die Anstiegsgeschwindigkeit der Temperatur sowie den Beginn des Temperaturanstieges. Werden dabei keine, durch die Glieder 17, 18, 22, 27, 30 festgelegten Grenzwerte überschritten, so wird das Heizglied 9 nach einer entsprechenden, gegenüber dem Leistungsimpuls längeren, Pause von mindestens 3 sec. mit der vollen Leistung beaufschlagt. Dabei ist der zulässige Grenzwert der Geschwindigkeit des Temperaturanstieges am Sensor 14 bzw. 15 abhängig von der absoluten Temperatur der Baueinheit 2. Werden Grenzwerte überschritten, so bleibt das Heizglied außer Betrieb.

Insbesondere bei Verwendung der Beheizung für ein Kochend-Wasser-Gerät oder dgl. wird das Wasser durch die Schaltung auf die gewünschte eingestellte Temperatur gebracht und dann der Aufheizvorgang durch Steuerung beendet, ohne daß bei Absinken der Wassertemperatur ohne manuelle Wiedereinschaltung durch die Bedienungsperson ein Wiedereinschalten der Beheizung erfolgen muß. Die Steuerung überwacht den gesamten Aufheizvorgang bis zum Erreichen der gewünschten Temperatur und gewährleistet im Falle eines Fehlers oder bei falscher Bedienung ein sicheres und zuverlässiges Abschalten der Beheizung. Dabei ist in allen möglichen vorkommenden Betriebszuständen eine einwandfreie Funktion gewährleistet. Solche Betriebszustände können das Einschalten der Beheizung im Trockenlauf mit bzw. ohne Restwasser, bei kalter oder heißer Beheizung sowie bei einer Neigung des

Heizelementes von etwa 5° nach allen Seiten sein. Die Beheizung bzw. deren thermisch am engsten an das Wasser angekoppelter Gerätebereich bildet dabei zweckmäßig den im Idealfall horizontalen Boden des Wasserspeichers. Die Steuerung schaltet bei Ablassen des Wassers während des Aufheizvorganges sowie bei Erreichen der Siedetemperatur zwingend ab, ohne von selbst in den Einschaltzustand zurückzukehren. Die Abschalttemperaturen werden durch Verkalkung nicht beeinflusst.

Der erneute, insbesondere manuell in Gang gesetzte, Start des Aufheizvorganges ist auch bei bereits heißem Wasser möglich. Zur Erfassung der drei möglichen Betriebsfälle völliger Trockenlauf, geringe Mengen vorhandenes Restwasser und Normalbetrieb mit Wasser jeweils im heißen und kalten Zustand sind die Widerstandssensoren vorgesehen. Der Trockenlaufsensor 14 befindet sich möglichst nahe an den Heizflächen und kann von diesen bzw. den Heizleitern einen geringeren Abstand als der Sensor 15 haben. Da der Sensor 14 galvanisch nicht von den Heizleitern getrennt sein muß, genügt zu diesen ein Abstand von höchstens 5 oder 2 bzw. einem Millimeter. Durch den darüberliegenden Metallflansch 31 bzw. 36 kann der Sensor 14 zusätzlich verbessert an die Heizflächen thermisch angekoppelt sein. Der Sensor 15 kann demgegenüber frei im Bereich eines Durchbruches oder einer Aussparung des Flansches 31 bzw. 36 liegen, so daß er gegenüber dem Sensor 14 thermisch enger an das Wasser und weniger eng an die Heizleiter angekoppelt ist. Bei Trockenlauf steigt dadurch die Temperatur des Sensors 15 verzögert an, so daß diese Verzögerung zur Erkennung des Trockenlaufes ausgewertet werden kann.

Der Flansch 31 kann eine runde, kreisförmige oder rechteckige Platte sein, gegenüber deren Rand die Einheit 2 allseitig zurückversetzt ist, die nur mit ihrem Rand abgedichtet als Verschuß einer Öffnung der Bodenwand des Heizbehälters an diese Bodenwand anschließt und die von Leitungen bzw. Rohren durchsetzt sein kann, über welche ein Überdruck im Heizbehälter durch Dampfableitung vermieden bzw. Frischwasser in den Heizbehälter zugeführt wird. Der Flansch 31 kann zerstörungsfrei lösbar befestigt sein und bildet mit der Beheizung eine vormontierte Baueinheit. Die von der Schaltung 10 abgekehrte Seite des Trägers 3 kommt dadurch in unmittelbare, wärmeleitende Berührung mit dem Wasser, während die Schaltung 10 selbst völlig trocken liegt und nur mit einem Schutzdeckel jederzeit zugänglich abgedeckt zu sein braucht. Gemäß Fig. 1 hat der den Träger 3, 4 allseits am Rand überdeckende Flansch 31 parallel zur Träger-ebene einen Sicherheitsabstand von allen Leitern, insbesondere den Heizgliedern 9 und den Leitern 7, der mindestens 2 oder 3 mm beträgt und eine Kriechstrecke bildet.

Die Steuerung des Leistungsverlaufes der Beheizung zu Beginn des Aufheizvorganges ist insbesondere bei Heizleistungen unter 200 W zwar durch rampenför-

mige Phasenanschnittsteuerung bzw. durch Herabsetzung der Anfangsleistung durch Halbwellenbetrieb möglich, jedoch bei hohen Leistungen aus Sicherheitsgründen nicht zweckmäßig. Auch könnte hierzu eine Schwingungs-Paketsteuerung eingesetzt werden, bei welcher das Verhältnis zwischen Leistungsimpuls bzw. Schwingungspaket und Leistungspause im Verlauf der Aufheizzeit verändert wird, jedoch können sich hier starke Geräusche ergeben. Daher ist es zweckmäßig, die Heizelemente bereits mit dem Einschalten mit der vollen Nennleistung zu versorgen. Durch das Überwachen des Temperaturverlaufes wird dann ein eventueller Trockenlauf erkannt und die Beheizung abgeschaltet. Hierzu könnte zwar unmittelbar die Temperatur bzw. Spannung am Sensor als Signalwert verwendet werden, jedoch ist es zweckmäßig, als Signalwert den Verlauf der Anstiegsgeschwindigkeit der Temperatur zu verwenden, um eine möglichst schnelle Erkennung des Trockenlaufes zu ermöglichen, zumal bei Betrieb mit Wasser diese Anstiegsgeschwindigkeit signifikant geringer ist.

Für diese Arbeitsweise sind neben den Meßsignalverstärkern 16 für beide Sensoren 14, 15 jeweils ein Differenzierer 17, der Sollwertgeber 19, die Grenzwertmodule 18, das Speicherglied 21 und der Leistungsteil 7, 9 mit dem Triac 25 als Stellglied vorgesehen. Da bei heißer Beheizung 1 die Anstiegsgeschwindigkeiten der Temperatur wesentlich geringer als bei kaltem Heizelement sind, wird zweckmäßig der Grenzwert mit steigender Temperatur des Heizelementes herabgesetzt und außerdem ein weiterer Grenzwert vorgegeben, nämlich die Maximaltemperatur des Heizelementes. Um den Aufheizvorgang auch bei heißem Wasser erneut starten zu können ist allerdings der Grenzwert zu erhöhen, was jedoch den Schutz bei Trockenlauf deutlich verschlechtern würde. Die zusätzliche Sicherung für rasches Abschalten des Heizelementes in diesem Fall enthält daher die Impulssteuerung 23. Während des Leistungsimpulses und der Pause werden die Temperaturverläufe der Sensoren 14, 15, ggf. getrennt, ausgewertet und bei zu hoher Anstiegsgeschwindigkeit wird der weitere Aufheizvorgang vor Beendigung der Pause abgebrochen.

Die Auswertung der Anstiegsgeschwindigkeit der Wassertemperatur bzw. des Sensors 15 in Verbindung mit der Impulssteuerung erhöht die Sicherheit der Beheizung 1 beträchtlich. Während beim Betrieb mit Wasser der Temperaturanstieg am Sensor 15 nur langsam erfolgt, kann man bei Trockenlauf einen wesentlich schnelleren, impulsartigen Anstieg feststellen. Dieser Anstieg kann auch zeitlich verzögert in der Pausenzeit eintreten. Dieses Verhalten verhindert ein erneutes Einschalten des Heizgliedes 9 nach Ablauf der Pausenzeit. Als Grenzwert für die Geschwindigkeit des Temperaturanstieges wird ein Spannungsverlauf eingesetzt, der während der Impulsbeaufschlagung und der anschließenden Pausenzeit noch relativ niedrig ist, jedoch im Dauerbetrieb des Aufheizvorganges auf einen höheren

Endwert ansteigt.

Der Meßsignalverstärker 16 ist zweckmäßig als Differenzverstärker ausgebildet und verstärkt die Eingangsspannung der Sensoren 14, 15 um ein Vielfaches, so daß dem Verlauf der von 0° bis 100°C zunehmenden Wassertemperatur ein abnehmender Spannungsbereich von z.B. höchstens 15 oder 10 Volt bis 0 Volt zugeordnet ist. Durch dieses antiproportionale Verhältnis ist gewährleistet, daß bei Drahtbruch oder einem anderen Ausfall eines Bauteiles der Beheizung 1 eine Abschaltung erfolgt, weil die Elektronik 10 diesen Ausfall in gleicher Weise wie heißes bzw. kochendes Wasser erfaßt. Dem Verstärker 16 ist zweckmäßig eine Brückenschaltung vorangeschaltet, mit welcher die Abhängigkeit von Spannungsschwankungen im Netzstrom oder dgl. reduziert sowie ein vereinfachter Abgleich der Eingangsstufe auf den Sensor erreicht wird. Zur Erfassung und Auswertung des Trockenlaufes bzw. der Wassertemperatur werden somit nur Widerstandswerte bzw. Spannungen herangezogen. Zur Erzielung geeigneter Eingangsspannungen sind die Eingangswiderstände der Brückenschaltung klein gegenüber den Widerständen des Verstärkers 16, z.B. so, daß sich bei 0°C in beiden Eingangs-Brückenschaltungen mit 4, 5 Volt etwa die Hälfte der zugeführten Spannung ergibt. Beide Komponenten für Trockenlauf und Wassertemperatur weisen die gleichen Schwankungen der Eingangsspannung auf. Bei kaltem Heizelement ergibt sich eine Ausgangsspannung des Brückenverstärkers der Eingangsstufe, die bei kalter Beheizung 1 nur geringfügig niedriger als die Eingangsspannung und bei heißer Beheizung 1 wesentlich niedriger ist. Die Widerstände des Differenzverstärkers sind hochohmig gegenüber den Brückenwiderständen.

Die Erfassung der Anstiegsgeschwindigkeit der Temperatur am Sensor 14 bzw. 15 erfolgt durch Differentiation des Temperatur-Meßsignales über der Zeit, wofür der jeweilige Differenzierer 17 mit einem geeigneten Operationsverstärker versehen ist. Diese Schaltung enthält zweckmäßig einen in Reihe geschalteten Eingangswiderstand und im Rückkoppelungs Zweig eine parallel geschaltete Kapazität, wie einen Kondensator, um die Verstärkung hoher Frequenzen bzw. von Störsignalen herabzusetzen sowie ein Absinken des Eingangswiderstandes bei steigender Frequenz und Schwingneigungen zu vermeiden. Das Steuerglied 22 ist dabei so justiert, daß bei einer maximalen Anstiegsgeschwindigkeit der Temperatur bzw. Spannung von 4 Volt pro Sekunde die Ausgangsspannung dieses Differenzierers mit 4, 5 Volt der Hälfte der genannten Eingangsspannung entspricht.

Der Aufheizvorgang bzw. die Leistungszufuhr zu den Heizgliedern 9 wird beendet, wenn der eingestellte Sollwert der Wassertemperatur erreicht ist, die Beheizung 1 eine Übertemperatur aufweist, die Anstiegsgeschwindigkeit der Temperatur des Sensors 14 zu hoch ist oder wenn die Anstiegsgeschwindigkeit der Temperatur des Sensors 15 während der Startphase bzw.



während des Leistungsimpulses und der folgenden Pause zu hoch ansteigt. Die Überwachung und Auswertung der zugehörigen Sensorspannungen erfolgt durch einen Komparator des jeweiligen Grenz- bzw. Schwellwertschalters 18. Dieser Komparator vergleicht den Ist-Wert mit dem jeweils durch Einstellen veränderbaren Grenzwert. Die Polarität der Differenz der Eingangsspannung am Operationsverstärker bestimmt dabei die Polarität der Ausgangsspannung, so daß ein Über- bzw. Unterschreiten des Grenzwertes die Ausgangsspannung verzögerungsfrei bzw. schlagartig umkippen läßt. Über ein ODER-Gatter, das aus Universal-Dioden besteht, sind die vier Grenzwertglieder 18 miteinander verbunden und an den Rücksetzeingang des Speichergliedes 21 angeschlossen.

Das Flip-Flop-Speicherglied 21 stellt das Speicherglied für das Ein- sowie Ausschalten der Heizleistung dar und ist so gestaltet, daß sein Rücksetzen Vorrang gegenüber dem manuellen Setzen durch das Steuerglied 20 hat und daß das Setzen mit dem Steuerglied 20 nur aufgrund eines einmaligen Impulses erfolgt, damit bei fortdauernd gedrückter Start-Taste des Gliedes 20 kein Taktbetrieb im Falle des Trockenlaufes eintreten kann.

Der vom Glied 23 zu Beginn des Aufheizvorganges eingesteuerte Leistungsimpuls wird durch Überlagerung zweier RC-Ladespannungen mit gegensätzlichem Verlauf erreicht. Diese Spannung bewirkt am Komparator des Nullspannungs-Schalters 30 in Verbindung mit der dort anliegenden Vergleichsspannung den gewünschten Leistungsverlauf. Durch die Zeitkonstanten der beiden RC-Glieder ergibt sich die Impulslänge der Leistungszufuhr bzw. der anschließenden Pausenzeit. Das Unter- bzw. Überschreiten der Grenzwertspannung löst am Komparator den gewünschten Leistungsverlauf aus. Mit den Widerständen und Kondensatoren der beiden RC-Schaltungen wird das Verhältnis zwischen Impuls- und Pausenlänge festgelegt, die, ohne Veränderung des Verhältnisses, mit Änderung einer angelegten Spannung jederzeit verändert werden kann.

Das Nullspannungs-Glied 30, das auch als Zündeinheit dient, ermöglicht eine zweckmäßige Ansteuerung durch einen integrierten Triac und ist als integrierte Schaltung ausgebildet. Sie enthält eine Vollwellenlogik, die jegliche Gleichstrombelastung des Netzes ausschließt. Eine integrierte Synchronisationseinheit sorgt für ein einwandfreies Zünden des Triacs im Nulldurchgang der Netzspannung. Ein ferner integrierter Rampengenerator ermöglicht auf einfache Weise den Aufbau einer Schwingungspaketsteuerung. Des weiteren enthält es einen zusätzlichen Komparator und einen Zündimpulsverstärker, welcher den direkten Anschluß des Triacs an die Netzspannung über einen Vorwiderstand ermöglicht. Das Glied 30 ermöglicht eine geregelte Spannungsversorgung und weist hier acht gesonderte Anschlußpole auf. Durch das Glied 30 wird die negative Spannungsversorgung der gesamten

Schaltung bereitgestellt, während der Komparator zur Erzeugung des Leistungsimpulses vorgesehen ist. Die positive Versorgungsspannung für den Operationsverstärker wird mittels einer Z-Diode bereitgestellt. Die gesamte Versorgungsspannung wird über einen leistungsstarken Vorwiderstand 29 in Dickschichttechnik direkt von der Netzspannung bezogen, so daß keinerlei Transformator oder dgl. erforderlich ist. Die Spannungsversorgung des Gliedes 13 erfolgt ohne Transformator. Die komplette Schaltung wird mit negativer Spannung betrieben. Der Baustein 30 wird über einen Widerstand und eine Diode direkt am Versorgungsnetz betrieben. Mit der Einweggleichrichtung durch die Diode entsteht eine negative pulsierende Spannung. Der Widerstand dient zur Strombegrenzung und ist entsprechend der an ihm abfallenden Verlustleistung ausgelegt. Die pulsierende Wechselspannung wird durch einen Ladekondensator geglättet. Durch die interne Z-Diode im Glied 30 entsteht eine Gleichspannung von 9,25 Volt. In dieser Schaltung wird der Baustein 30 als Proportionalregler eingesetzt. Die Frequenz des Rampengenerators kann mit einem Kondensator an zwei der Anschlüsse des Gliedes 30 eingestellt werden. Um ein synchrones Schalten mit dem Nulldurchgang der Netzspannung zu erreichen, ist ein Widerstand vorgesehen. Die genannten Widerstände und dgl. sind als Beschichtungen am Träger 4 vorgesehen.

Bei kaltem Wasser wird der Leistungsimpuls von den Wassertemperatur-Differenzierern 17 nicht erfaßt. Nach Ablauf der Pause und Wiedereinschaltung der Leistung erfolgt der Temperaturanstieg am Differenzierer 17 des Sensors 15 mit einer gegenüber der Pausenlänge geringeren Verzögerung. Außerdem sinkt der Grenzwert der Trockenlaufkomponente 13, 14, 16, 17 so ab, daß er bei Betrieb mit Wasser nicht überschritten wird. Der Verlauf des Grenzwertes der Wassertemperatur-Komponente 13, 15, 16, 17 wird von einem RC-Glied so vorgegeben, daß er zu Beginn der Aufheizphase sehr niedrig ist, im weiteren Verlauf jedoch auf seinen hohen Endwert ansteigt.

Wird die Beheizung bei noch heißem Wasser wieder mit dem Glied 20 eingeschaltet, so kann bereits der Leistungsimpuls von den Differenzierern 17 erfaßt werden, insbesondere wenn der Flansch 31 bzw. 36 bereits soviel Wärme gespeichert hat, daß er nicht noch mehr Wärmeenergie aufnehmen kann. Die Verzögerungen bei der Auswertung des Wasser-Temperaturverlaufes verringern sich dadurch.

Wird die Beheizung in trockenem Zustand bzw. bei trockenem Heizglied 9 sowie in kaltem Zustand eingeschaltet, so kann die große Wärmekapazität des Flansches 31 bzw. 34 bzw. 36 die Wärmemenge des Leistungsimpulses fast vollständig aufnehmen. Der vom Sensor 14 erfaßte Temperaturanstieg reicht dann nicht aus, um den nur geringfügig abgesenkten Grenzwert zu überschreiten. Erst kurz nach dem Wiedereinsetzen der Leistung wird der Trockenlauf erkannt und die Leistungszufuhr abgebrochen.

Besteht Trockenlauf bei heißer Beheizung 1, so reagieren die beiden genannten Erfassungskomponenten sehr schnell. Der Temperaturanstieg am Sensor 14 kann ein Abschalten der Leistung noch während des Leistungsimpulses bewirken. Spätestens in der Pausenzeit jedoch würde der Grenzwert der Wassertemperatur-Komponente überschritten, so daß sich eine doppelte Absichtsicherung ergibt.

Befinden sich im Trockenlauf geringe Restmengen von Wasser an der Beheizung 1 bzw. dem Heizglied 9, so wird dieses Wasser sofort verdampft und die dadurch entzogene Wärme kann dazu führen, daß die Leistungszufuhr erst in der anschließenden Pausenzeit durch den dann einsetzenden starken Anstieg der Wassertemperatur kurz vor dem völligen Trockenlaufen abgeschaltet wird. Ist die Beheizung bei Vorhandensein von Restwasser bereits heiß, so erkennt die Wassertemperatur-Komponente in der Pausenzeit den übermäßigen Temperaturanstieg und beendet die Leistungszufuhr. Ähnliches gilt auch, wenn die Beheizung durch Schräglage mit Restwasser vollständig oder nur teilweise abgedeckt ist. Alle oder nur ein Teil der genannten Steuerglieder sowie deren Verbindungen können am Träger 3, 4 gemäß Fig. 1 oder an einem vom Träger 3 gesonderten Träger 4 angeordnet sein. Dies gilt insbesondere für das Stellglied (Triac) 25, die Ansteuerung bzw. die Sensoren.

Die Wirkungen der Ausbildungen nach Fig. 4, durch welche die Wärme schnell vom Träger 3 und vor Erreichen des Trägers 4 zum größten Teil abgeleitet wird, kann z.B. auf einfache Weise auch nur dadurch erreicht werden, daß der Träger 3, 4 durch den Flansch 31 oder 36 gebildet und dieser an seiner stromführenden Seite mit einer elektrisch isolierenden, glasharten Beschichtung versehen ist, welche die stromführenden Bahnen aufnimmt. Diese Beschichtung kann aufkaschiert bzw. auflaminiert oder durch Emaillierung hergestellt sein. Der elektrisch leitende Flansch kann geerdet sein, um beim Bruch der Einheit 2 Kurzschlüsse zu vermeiden. Dies kann auch dadurch bewirkt werden, daß auf die Baueinheit 2 eine Metallschicht durch Aufdrucken od.dgl. aufgebracht oder eine elektronische Schutzschaltung vorgesehen wird. Die Dicke des Flansches 31 bzw. 36 kann kleiner als 3 oder 2 mm sein, insbesondere etwa 1,5 mm betragen. Alle angegebenen Eigenschaften und Werte können genau wie beschrieben oder nur etwa bzw. im wesentlichen wie beschrieben vorgesehen sein und auch stark davon abweichen. Dadurch daß Heizglieder und deren elektronische Steuerung zu einem eigensteifen Modul zusammengefaßt sind, ergibt sich eine sehr kompakte Bauweise.

#### Patentansprüche

1. Beheizung, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Heizeinheit (5) und/oder eine Steuereinheit (6) aufweist, daß insbesondere die Heizeinheit (5) wenigstens einen Träger (3, 31) sowie ein über den

Träger (3, 31) Heizleistung abgebendes Heizglied (9), wie einen Schicht-Widerstand, bzw. die Steuereinheit (6) mindestens einen Träger (4, 31) sowie elektrische Leit- und Steuerglieder (13 bis 30), wie wenigstens einen Teil einer elektronischen Schaltung (10), enthält, wobei vorzugsweise mindestens zwei Träger (3, 4, 31) eine im wesentlichen selbsttragende Baueinheit (2) bilden, die eigensteif formstabil sein kann.

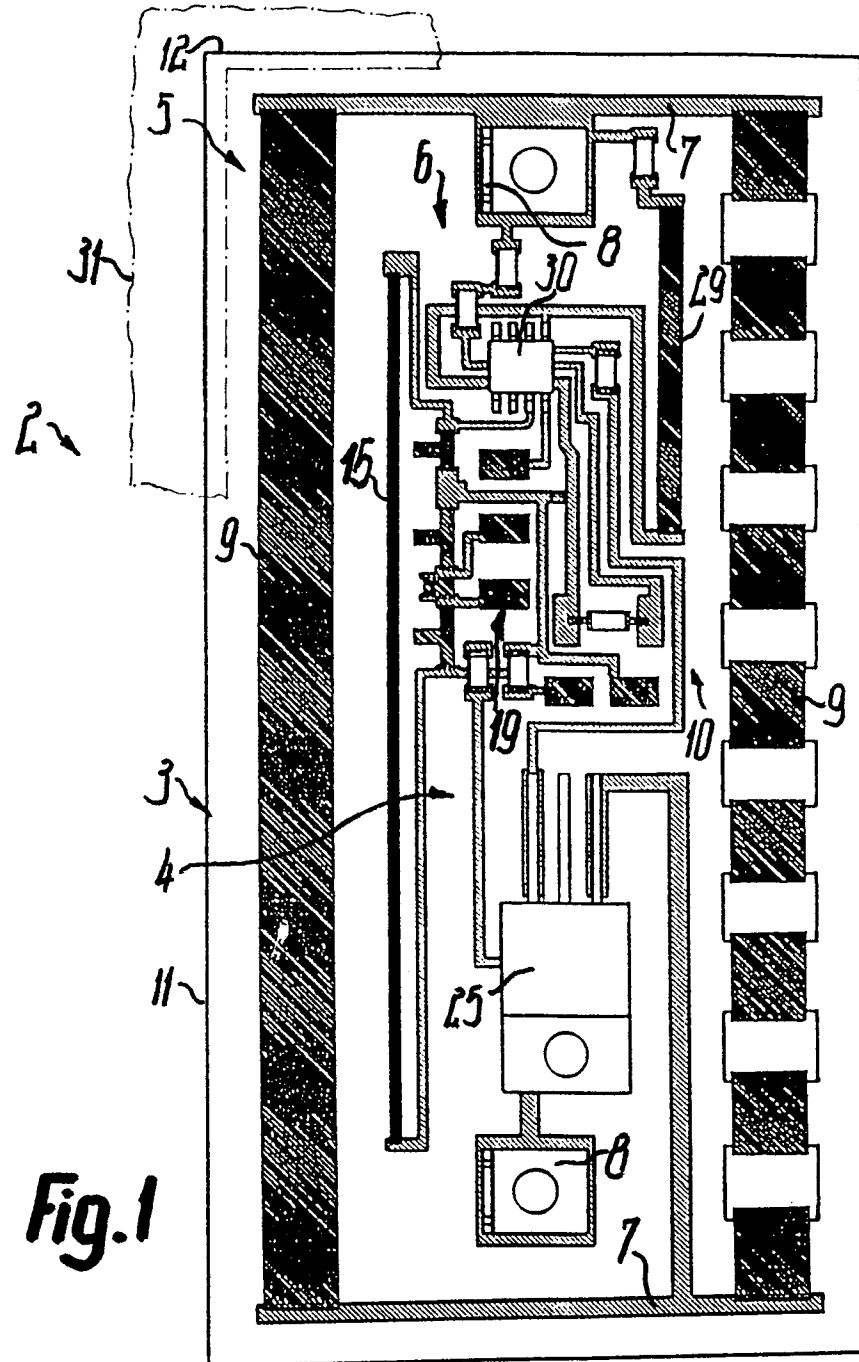
2. Beheizung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Träger (3, 4, 31) über wenigstens eine im wesentlichen steife Verbindung miteinander verbunden sind, daß insbesondere die steife Verbindung einteilig mit wenigstens einem Träger (3, 4, 31) ausgebildet ist und daß vorzugsweise mindestens zwei Träger (3, 4, 31) einteilig miteinander ausgebildet sind.
3. Beheizung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Träger (3, 4) über eine elektrische Leitverbindung (38, 39) miteinander verbunden sind, daß insbesondere die Leitverbindung (38, 39) im wesentlichen eigensteif ausgebildet ist und daß Vorzugsweise die Leitverbindung (38, 39) durch wenigstens einen von den Trägern (3, 4) gesonderten Leiterteil gebildet ist, der an wenigstens einem Träger (3, 4) mit einer Schmelzverbindung od.dgl. befestigt ist, frei vom Träger (3, 4) absteht und die im wesentlichen einzige tragende Verbindung zwischen den Trägern (3, 4) bildet.
4. Beheizung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Träger (3, 4, 31 bis 36) im wesentlichen flächig ausgebildet ist, daß insbesondere der Träger (3, 4) eine elektrisch isolierende Oberfläche mit darauf als Beschichtung angeordneten Leiterbahnen (7), Widerständen (9, 14, 29) od.dgl. der Heizeinheit (5) und/oder der Steuereinheit (6) aufweist und daß vorzugsweise der Träger (3, 4) im wesentlichen aus Hartkeramik, Metall mit einer Dielektrikumschicht, Kunststoff und/oder Papier besteht.
5. Beheizung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (6) Steuerelemente, wie jeweils mindestens einen Sensor (13 bis 15), einen Meßsignal-Verstärker (16), einen Differenzierer (17), einen Schwellwertschalter (18), einen Triac (25) od.dgl. enthält und daß mindestens ein Steuerelement an dem Träger (4) angeordnet ist, daß insbesondere ein Temperatursensor (15) für ein flüssiges Medium, ein Trockenlaufsensor (14) zur Erfassung der Anwesenheit des Mediums an der Heizeinheit (5), ein Totzeit-Sensor (13), ein Temperaturschutz-Unterbrecher und/oder ein Stellglied (25) an dem

Träger (4) angeordnet ist und daß vorzugsweise Leiterbahnen, welche Steuerelemente (13 bis 25, 29, 30) elektrisch leitend verbinden, als Beschichtung auf dem Träger (4) angeordnet sind.

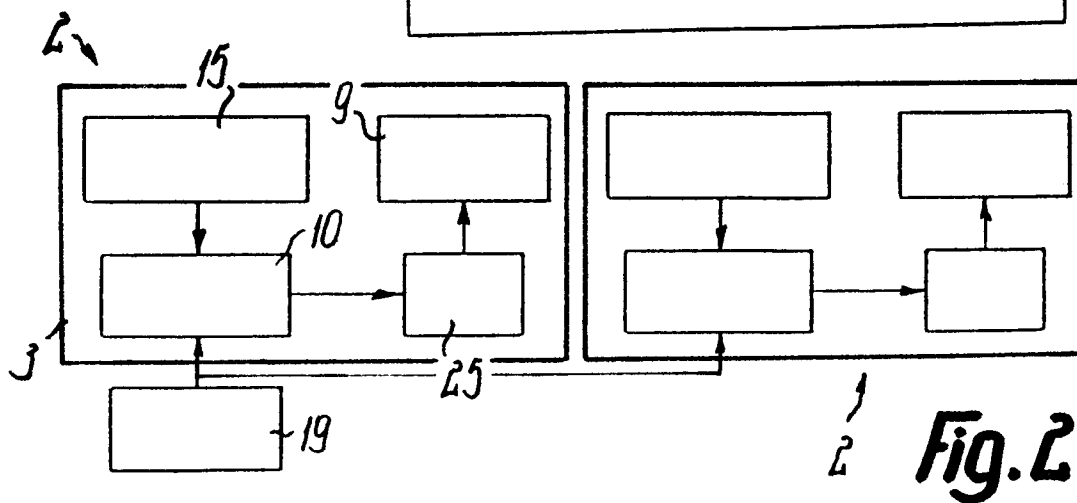
6. Beheizung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Baueinheit (2) für Geräteleitungen elektrische Anschlüsse (8) aufweist, die höchstens vier Einzelanschlüsse für Leistungsstrom bzw. ein Steuersignal umfassen, daß insbesondere zur Reduzierung der Leistungsspannung auf die Signalspannung ein elektronisches Netzteil bzw. ein Vorwiderstand (29) an dem Träger (4) angeordnet ist und daß vorzugsweise Einzelanschlüsse für einen von der Baueinheit (2) gesonderten Sollwertgeber (19) vorgesehen sind. 5 10 15
7. Beheizung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Träger (3, 4) unmittelbar benachbart zueinanderliegen, daß insbesondere zwei Träger (3, 4) unmittelbar gut wärmeleitend miteinander gekoppelt sind und daß vorzugsweise die beiden Träger (3, 4) durch einen gemeinsamen Trägerkörper von etwa konstanter Dicke gebildet sind, der zwischen und im Abstand von Heizgliedern (9) ein die elektronische Schaltung (10) wenigstens teilweise enthaltendes Trägerfeld (4) bildet. 20 25 30
8. Beheizung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Randbereich der Baueinheit (2) zwei im Abstand voneinander etwa parallel zueinander liegende und miteinander verschaltete Heizglieder (9) vorgesehen sind, daß insbesondere unmittelbar benachbart zu mindestens einem Heizglied (9) wenigstens ein zu diesem etwa paralleler, langgestreckter sowie temperaturvariabler Sensor-Widerstand (14, 15) der Steuereinheit (6) angeordnet ist und daß vorzugsweise Steuerelemente (13 bis 25, 29, 30) der Steuereinheit (6) im wesentlichen nur auf derselben Seite des Heizgliedes (9) wie ein Sensor-Widerstand (14, 15) und/oder mit einem mindestens so großen Abstand von dem Heizglied (9) wie der Sensor-Widerstand (14, 15) liegen. 35 40 45
9. Beheizung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (3, 4) mit einer flächigen Wärmeleitlege aus wenigstens einer Einzellage (31 bis 36) flächig verbunden ist, daß insbesondere die Wärmeleitlege eine wärmeleitende Haftschrift (32, 33, 35), eine elektrisch isolierende Platte (34) und/oder eine gut wärmeleitende Traglage (36) enthält, deren Wärmeleitzahl mindestens 80 bis 120 bzw. 250 ist, und daß vorzugsweise die Einzellagen (31 bis 36) sandwichartig miteinander sowie mit dem Träger (3, 4) 50 55

verbunden sind.

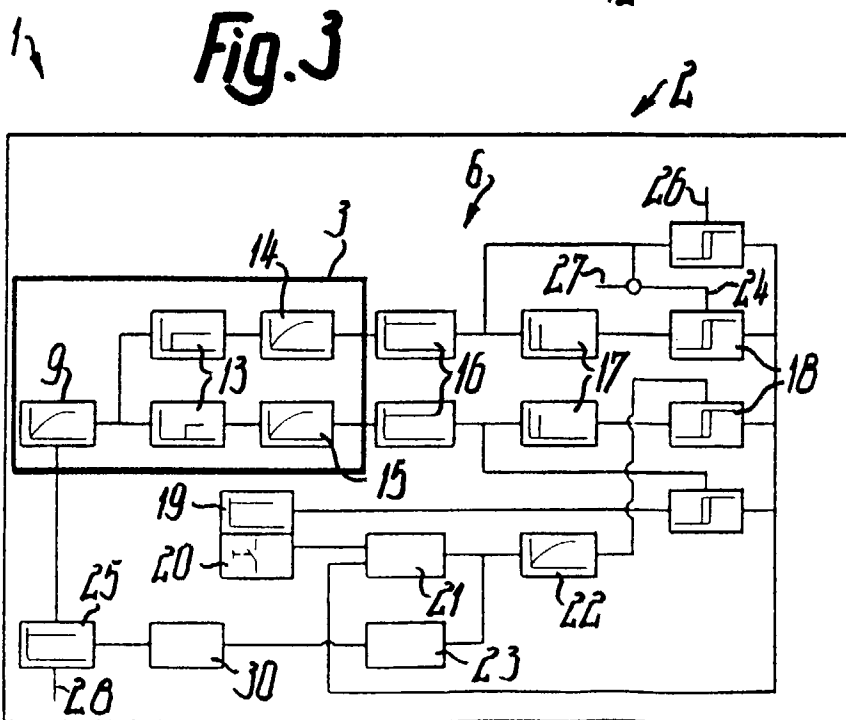
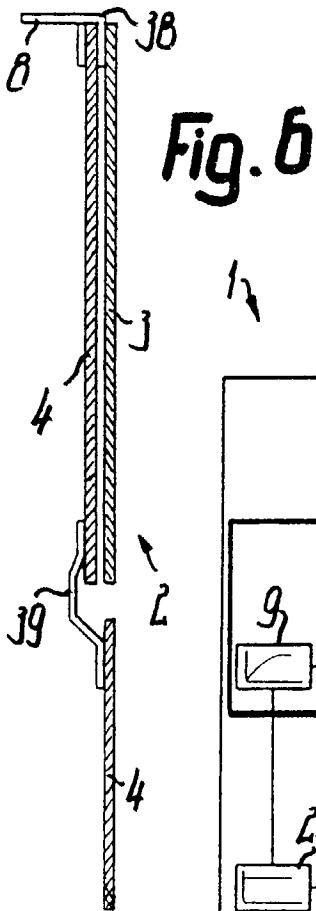
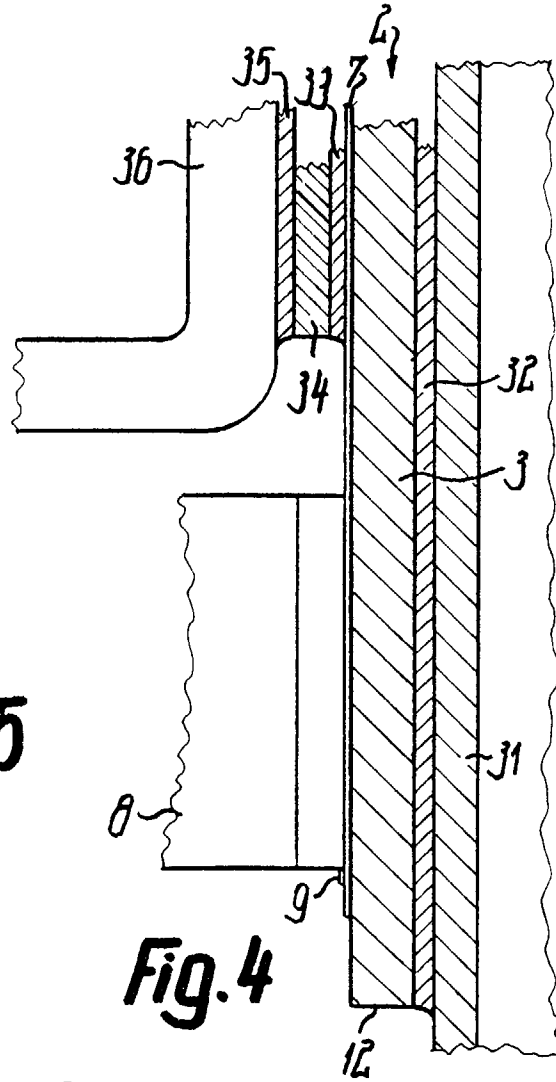
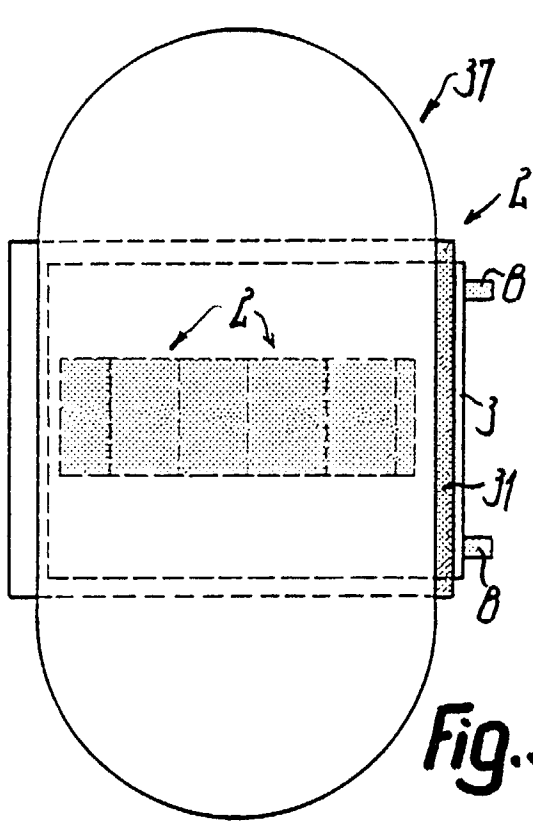
10. Beheizung, insbesondere nach dem Oberbegriff des Anspruches 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (6) eine Anlaufsteuerung zur Leistungsbeaufschlagung des Heizgliedes (9) mit einem Leistungsimpuls von weniger als 5 bis 10 Sekunden, zur gleichzeitigen Erfassung sowie grenzwertbezogenen Auswertung der durch den Leistungsimpuls hervorgerufenen Temperatur-Anstiegsgeschwindigkeit des Trägers (3, 4) und zur darauffolgenden Langzeit-Beaufschlagung des Heizgliedes (9) mit dem Leistungsstrom in Abhängigkeit von der von der Erfassung gemessenen Temperatur-Anstiegsgeschwindigkeit enthält.



**Fig. 1**



**Fig. 2**





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 11 8676

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 4 841 170 A (ECCLESTON LARRY E)	1,2,4,7,9	H05B1/02 H05B3/26 H05B3/06 A47J27/21
Y	* Spalte 4 - Spalte 5; Abbildungen 1,2,4 * ---	5,10	
X	GB 2 283 156 A (OTTER CONTROLS LTD) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,3 * ---	1,2,4,7,9	
X	US 4 374 316 A (INAMORI KAZUO ET AL) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * ---	1-4,7	
X	GB 1 187 595 A (TELEFUNKEN) 8.April 1970 * das ganze Dokument * ---	1,2,6	
X	DE 23 54 719 A (LICENTIA GMBH) * Seite 4 - Seite 7; Abbildungen 1,2,4,6 * ---	1,2,4,7-9	
Y	GB 2 228 634 A (OTTER CONTROLS LTD) * Zusammenfassung *	5,10	
A	US 5 437 002 A (BENNETT STEVEN B) * Spalte 5, Zeile 47 - Spalte 6; Abbildungen 1,3 * -----	5,10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)  H05B A47J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>6.Februar 1998</b>	Prüfer <b>Wansing, A</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)