



(10) **DE 10 2017 001 169 B4** 2019.01.17

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 001 169.9**  
(22) Anmeldetag: **08.02.2017**  
(43) Offenlegungstag: **09.08.2018**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **17.01.2019**

(51) Int Cl.: **G05D 23/19** (2006.01)  
**H05B 1/02** (2006.01)  
**F24H 9/20** (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Diehl Aviation Gilching GmbH, 82205 Gilching, DE**

(72) Erfinder:  
**Bretschneider, Roy, 01127 Dresden, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	32 09 780	A1
DE	10 2007 050 892	A1
DE	10 2008 049 277	A1
DE	10 2008 059 060	A1
WO	2005/ 041 731	A2

(54) Bezeichnung: **Heizgerät zur Wassererwärmung und Betriebsverfahren**

(57) Hauptanspruch: Heizgerät (2) zur Erwärmung von Wasser (4),

- mit einem Behälter (6) zur Befüllung mit Wasser (4), und  
- mit einem Heizelement (12), das in einem Füllzustand (F) des Behälters (6) zumindest bereichsweise in direktem Kontakt mit dem Wasser (4) steht, und

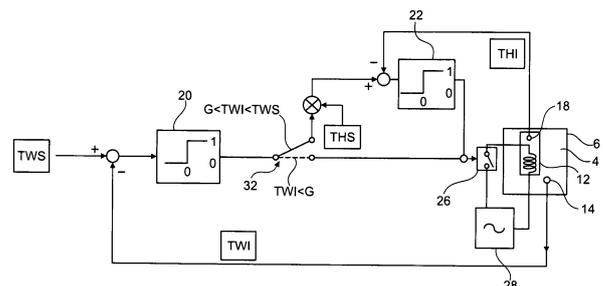
- mit einem Wasser-Sensor (14) zur Ermittlung einer Wasser-Temperatur (TW) des Wassers (4) im Füllzustand (F), und

- mit einer Steuerung (16) zum Betreiben des Heizelements (12) im Füllzustand (F) in Abhängigkeit der vom Wasser-Sensor (14) ermittelten Wasser-Temperatur (TW), dadurch gekennzeichnet, dass

- das Heizgerät (2) einen Heiz-Sensor (18) zur Ermittlung einer Heiz-Temperatur (TH) des Heizelements (12) aufweist, und

- die Steuerung (16) zum Betreiben des Heizelements (12) im Füllzustand (F) auch in Abhängigkeit der vom Heiz-Sensor (18) ermittelten Heiz-Temperatur (TH) ausgebildet ist,  
- die Steuerung (16) mindestens einen Zweipunkt-Regler (20,22) enthält,

- die Steuerung (16) einen zweiten Zweipunkt-Regler (22) zur Regelung eines Istwertes (THI) der Heiz-Temperatur (TH) auf einen Sollwert (THS) hin enthält, der nur für den Fall, dass ein Istwert (TWI) der Wasser-Temperatur (TW) größer einem Grenzwert (G) ist, dem ersten Zweipunkt-Regler (20) unterlagert ist und ansonsten inaktiv geschaltet ist, wobei der zweite Zweipunkt-Regler (22) als Stellgröße ein binäres Aktivierungssignal (A) für das Heizelement (12) aufweist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Heizgerät zur Erwärmung von Wasser und ein Verfahren zum Betreiben eines derartigen Heizgerätes.

**[0002]** In verschiedensten Situationen ist es wünschenswert, Wasser zu erwärmen bzw. zu erhitzen. Ein derartiger Bedarf besteht insbesondere auch an Bord von Flugzeugen, zum Beispiel zur Zubereitung von Heißgetränken oder Speisen oder als Warmwasser z. B. an einem Handwasch- oder Spülbecken.

**[0003]** Ein Heizgerät zur Erwärmung von Wasser ist beispielsweise aus der WO 2005/ 041 731 A2 bekannt. Das Heizgerät enthält einen Behälter zur Befüllung mit Wasser, ein Heizelement in einer Einlasszone des Behälters, einen Temperatursensor an der Einlasszone und eine Steuerung, um das Heizelement unter Benutzung der Information vom Temperatursensor zu steuern, um eine vorbestimmte Temperatur im Behälter aufrecht zu erhalten.

**[0004]** Aus der DE 32 09 780 A1 ist ein thermischer Grenzschafter zur Feststellung des Über- bzw. Unterschreitens eines vorbestimmten Füllstandes in einem Flüssigkeitsbehälter bekannt, der ein elektrisch geheiztes oder gekühltes Element enthält, das auf der Höhe des zu erfassenden Füllstandes angeordnet ist. Ein Temperatursensor spricht auf die Temperatur des Elements an. Ein weiterer Temperatursensor ist auf der gleichen Höhe so angeordnet, dass er auf die Umgebungstemperatur anspricht. Eine Temperaturregelanordnung empfängt die Ausgangssignale der beiden Temperatursensoren und sucht die Temperatur des Elements auf einem Wert zu halten, der um eine vorbestimmte konstante Temperaturdifferenz von der Umgebungstemperatur abweicht. Ein Schwellenwertschalter spricht an, wenn die von der Temperaturregelanordnung dem Element zugeführte Heiz- oder Kühlleistung einen bestimmten Schwellwert überschreitet und zeigt dadurch das Eintauchen des Elements in die Flüssigkeit an.

**[0005]** Aus der DE 10 2008 059 060 A1 ist ein beheizbarer, schalen- oder wannenförmiger und ortsfest eingebauter Brauchwasserbehälter, also z.B. ein Spülbecken, eine Badewanne oder dergleichen, bekannt, bei dem zur Erwärmung eines einfüllbaren Mediums, insbesondere Wasser, ein Heizelement vorgesehen ist, insbesondere ein Heizelement, mit dem Medium auf Induktionsbasis erwärmbar ist, wobei bei vorteilhaften Ausgestaltungen Grenz- und Schwellwerte überwacht werden, auf deren Basis das Heizelement automatisch aktiviert oder deaktiviert wird, so dass in dem Brauchwasserbehälter befindliches Medium in einer durch die Grenz- und Schwellwerte vorgegebenen Temperaturbandbreite gehalten werden kann.

**[0006]** Aus der DE 10 2008 049 277 A1 ist ein elektrisches Heizsystem bekannt, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, welches zumindest eine elektrische Heizeinrichtung mit zumindest einem an eine Energiequelle angeschlossenem PTC-Heizelement, und zumindest eine Vorrichtung zur stufenlosen Ansteuerung des PTC-Heizelements aufweist, wobei die zumindest eine Vorrichtung zur stufenlosen Ansteuerung des PTC-Heizelements einen DC/DC-Wandler umfasst, welcher die Heizleistung des zumindest einen PTC-Heizelements regelt. Weiterhin ist ein Verfahren zur stufenlosen Ansteuerung einer elektrischen Heizeinrichtung bekannt, insbesondere einer elektrischen PTC-Heizeinrichtung für ein Kraftfahrzeug, welche zumindest ein PTC-Heizelement aufweist, wobei die Spannung der elektrischen Heizeinrichtung mittels einer Ausgangsspannung eines DC/DC-Wandlers geregelt wird.

**[0007]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Erwärmung von Wasser zu verbessern.

**[0008]** Die Aufgabe wird gelöst durch ein Heizgerät gemäß Patentanspruch 1. Bevorzugte oder vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sowie anderer Erfindungskategorien ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den beigefügten Figuren.

**[0009]** Das Heizgerät dient zur Erwärmung von Wasser und enthält einen Behälter zur Befüllung mit Wasser. Das Heizgerät enthält ein Heizelement. In einem Füllzustand des Behälters steht das Heizelement zumindest bereichsweise in direktem Kontakt mit dem Wasser. Der Füllzustand ist derjenige Zustand, wenn der Behälter bis zu einer Mindestfüllhöhe oder höher mit Wasser befüllt ist. Das Heizelement steht dann mit dem sich innerhalb des Behälters befindenden Wassers in Kontakt bzw. ist von diesem umspült.

**[0010]** Das Heizgerät enthält einen Temperatursensor zur Ermittlung einer Temperatur („Wassertemperatur“ genannt) des Wassers im Behälter, wenn sich dieser im Füllzustand befindet. Der Sensor wird daher „Wasser-Sensor“ genannt. Das Heizgerät enthält eine Steuerung. Die Steuerung dient zum Betreiben des Heizelements in Abhängigkeit der vom Wasser-Sensor ermittelten Wassertemperatur im Füllzustand.

**[0011]** Das Heizgerät enthält auch einen weiteren Temperatursensor zur Ermittlung einer Temperatur („Heiztemperatur“ genannt) des Heizelements. Dieser Sensor wird daher „Heiz-Sensor“ genannt. Die Steuerung ist zum Betreiben des Heizelements im Füllzustand auch in Abhängigkeit der vom Heizsensor ermittelten Heiztemperatur ausgebildet. Die Steuerung betreibt das Heizelement also in Abhängigkeit der von den jeweiligen Sensoren ermittelten

Wassertemperatur und in Abhängigkeit der Heiztemperatur.

**[0012]** Die Steuerung ist insbesondere eine Regelung oder enthält eine solche. In diesem Fall erfolgt also eine Rückkopplung der Wassertemperatur und/oder der Heiztemperatur auf die Steuerung im Sinne eines Regelkreises. Der Heizzensensor ist insbesondere in das Heizelement integriert, um dessen Temperatur (Heiztemperatur) zu erfassen. Der Temperatursensor ist insbesondere in Thermoelement.

**[0013]** Anstelle der jeweiligen Temperatur können auch mit der Temperatur korrelierte Kenngrößen, die auf die entsprechende Temperatur zurückschließen lassen, erfasst und ggf. weiterverarbeitet werden. Der Wassertemperatursensor ist insbesondere ein Tauchsensord, der im Füllzustand des Behälters zumindest bereichsweise in das im Behälter befindliche Wasser eintaucht.

**[0014]** Die Erfindung bietet den Vorteil, dass nicht nur die Wassertemperatur, sondern auch die Heiztemperatur des Heizelements erfasst wird und in die Steuerung des Heizelements eingeht, so kann das Heizelement auch so angesteuert werden, dass sich an diesem eine bestimmte bzw. gewünschte Heiztemperatur einstellt. Insbesondere kann im Bedarfsfall, zum Beispiel in einem Warmhaltebetrieb bzw. in einer letzten Phase der Aufheizung des Wassers vor Erreichen einer gewünschten Wassertemperatur, die Temperatur des Heizelements gegenüber einem hinsichtlich der Heiztemperatur „ungesteuerten“ Betrieb abgesenkt werden. Eine Absenkung der Heizelementtemperatur führt zu einer verringerten Kalkablagerung am Heizelement sowie zu einer verlängerten Lebensdauer des Heizelements.

**[0015]** Die Steuerung enthält mindestens einen Zweipunktregler. Für derart einfache Steuerungs- bzw. Regelaufgaben, wie die Erwärmung von Brauchwasser, ist ein Zweipunktregler in der Regel ausreichend und außerdem einfach und kostengünstig realisierbar.

**[0016]** In einer bevorzugten Variante dieser Ausführungsform enthält die Steuerung einen Zweipunktregler, der zur Regelung eines Istwertes der Wassertemperatur auf einen Sollwert der Wassertemperatur hin dient. Der Zweipunktregler weist als Stellgröße ein binäres Aktivierungssignal für das Heizelement auf. Mit Hilfe des binären Aktivierungssignals wird das Heizelement entweder ausgeschaltet bzw. nicht aktiviert und führt somit keinerlei Erwärmung des Wassers durch oder es wird mit einheitlicher „voller Leistung“, zum Beispiel einer Nennleistung betrieben. Der entsprechende Betrieb erfolgt zum Beispiel durch Anlegen einer vollen Versorgungsspannung an ein elektrisches Widerstandsheizelement, es erfolgt also keine Drosselung, gezielte PWM-Ansteuerung (Puls-Weit-Modulation), Einschaltung eines Vorwiderstan-

des oder ähnliches. Gemäß dem binären Aktivierungssignal erfolgt also ein einfacher Wechsel zwischen Betrieb und Aus-Zustand (z.B. Einschalten und Ausschalten) des Heizelements. Die Versorgungsspannung ist beispielsweise die volle Bordnetzspannung eines Flugzeuges. Ein derartiger Zweipunktregler ist besonders einfach zu realisieren und führt insgesamt zu einem einfachen und kostengünstigen Heizgerät.

**[0017]** In einer bevorzugten Variante dieser Ausführungsform ist der Sollwert der Wassertemperatur vorgebar. Am Heizgerät kann somit vorgegeben werden, auf welche Temperatur das Wasser zu erwärmen bzw. auf welcher Temperatur dieses im Betrieb zu halten ist. Üblich sind hier beispielsweise zwei oder mehr verschiedene vorgegebene Temperaturen, zwischen denen am Gerät gewählt werden kann. Beispielsweise sind drei verschiedene Wassertemperaturen von 43°C, 49°C und 54°C vorwählbar bzw. vorgebar.

**[0018]** Gemäß der Erfindung ist der oben genannte Zweipunktregler ein erster Regler. Die Steuerung enthält dann einen zweiten Zweipunktregler. Dieser dient zur Regelung eines Istwertes der Heiztemperatur auf einen Sollwert der Heiztemperatur hin. Dieser zweite Zweipunktregler ist nur für einen bestimmten Fall dem ersten Zweipunktregler unterlagert, ansonsten ist dieser inaktiv geschaltet, das heißt der erste Zweipunktregler übernimmt alleine die Regelaufgabe. Der zweite Zweipunktregler ist dem ersten dann unterlagert, wenn ein Istwert der Wassertemperatur größer einem Grenzwert ist. Der Grenzwert der Wassertemperatur ist hierbei kleiner dem Sollwert der Wassertemperatur. Der zweite Zweipunktregler weist als Stellgröße ebenfalls ein binäres Aktivierungssignal für das Heizelement auf. Im inaktiven Fall, wenn also die Wassertemperatur unterhalb des Grenzwertes liegt, trägt der zweite Zweipunktregler nicht zur Ansteuerung des Heizelementes bei, diese erfolgt alleine aus dem ersten Regler. Die beiden Aktivierungssignale werden zum Heizelement hin insbesondere im Sinne einer Und-Verknüpfung zusammengeführt.

**[0019]** Der Bereich oberhalb dem Grenzwert stellt entweder einen Warmhaltebetrieb oder eine letzte Phase einer Aufheizung von Wasser aus dem Kaltzustand dar. In diesem Fall ist der zweite Zweipunktregler dem ersten Zweipunktregler unterlagert, weshalb in dieser Phase die Temperatur des Heizelements auf einen Sollwert eingeregelt wird. Der Sollwert der Heiztemperatur ist hierbei insbesondere kleiner als diejenige Temperatur des Heizelements, die dieses normalerweise ohne eine solche Regelung durch den zweiten Zweipunktregler erreicht würde. Oberhalb des Sollwertes der Wassertemperatur ist das Heizelement wieder deaktiviert. Dies wird insbesondere durch den überlagerten ersten Zweipunktregler

sichergestellt. Gemäß dieser Erfindungsvariante erfolgt also zunächst eine leistungsstarke und schnelle Wassererwärmung bis zum Grenzwert durch ein vergleichsweise heißes Heizelement. In der letzten Aufwärmphase oder Warmhaltephase erfolgt eine Absenkung der Temperatur des Heizelements auf den Sollwert der Heiztemperatur, um das Heizelement zu schonen und die Verkalkung in dieser Phase zu verringern. Dies führt insgesamt zu einem wartungsfreieren Heizgerät.

**[0020]** In einer bevorzugten Variante dieser Ausführungsform ist der Grenzwert der Wassertemperatur vorgebar. Hierdurch kann eine Anpassung erfolgen bzw. ein gewünschter Kompromiss eingestellt werden zwischen dem Effekt, das Wasser schneller aufzuheizen (höherer Grenzwert, spätere Reduzierung der Heiztemperatur, hohe Heizleistung im Wasser) oder das Heizelement mehr zu schonen (niedrigerer Grenzwert, frühere Reduzierung der Heiztemperatur, weniger Heizleistung im Wasser).

**[0021]** In einer bevorzugten Variante dieser Ausführungsform ist der Grenzwert der Wassertemperatur abhängig vom Sollwert der Wassertemperatur gewählt. Somit ändert sich bei einer Änderung des Sollwertes der Wassertemperatur auch der Grenzwert, ohne dass dieser gesondert nachgeführt werden müsste. Beispielsweise wird der Grenzwert stets einige Kelvin kleiner als der Sollwert der Wassertemperatur gewählt, z.B. zwischen 3K und 20 K oder 5K bis 15K, insbesondere 10K kleiner gewählt. Beispielsweise kann der Grenzwert auch bei einem festen Prozentsatz des Sollwertes, zum Beispiel zwischen 50% und 95 %, zwischen 60% und 90 % oder zwischen 70% und 85 %, insbesondere 80 % gewählt werden.

**[0022]** In einer bevorzugten Variante dieser Ausführungsform ist der Sollwert der Heiztemperatur vorgebar. So kann insbesondere eine Heiztemperatur gewählt werden, bei der im entsprechenden Betriebsfall noch eine ausreichende Wassererwärmung, jedoch auch eine gewünscht niedrige Verkalkung am Heizelement stattfindet. Auch hier kann so ein gewünschter Kompromiss gewählt werden.

**[0023]** In einer bevorzugten Variante dieser Ausführungsform ist der Sollwert der Heiztemperatur abhängig vom Sollwert der Wassertemperatur gewählt. Beispielsweise ist der Sollwert der Heiztemperatur um einige Kelvin größer als der Sollwert der Wassertemperatur gewählt, z.B. um 1K bis 20K oder 3K bis 10K oder 5K bis 7K, insbesondere 6 K. Hierdurch muss bei einer Veränderung des Sollwertes der Wassertemperatur der Sollwert der Heiztemperatur nicht händisch nachgeführt werden, sondern wird automatisch nachgeführt. Auch hier sind entsprechende Prozentverhältnisse ab 100% möglich, beispielsweise ist der Sollwert der Heiztemperatur auf 101% bis 130 %,

105% bis 120 %, insbesondere 110 % des Sollwertes der Wassertemperatur eingestellt.

**[0024]** In einer bevorzugten Ausführungsform enthält das Heizgerät einen Füllstandsensoren. Das Heizelement ist nur dann aktivierbar, wenn vom Füllstandsensor der Füllzustand sensiert ist. Dies ist ein zusätzlicher Sicherheitsfaktor, der verhindern soll, dass bei nicht ausreichendem Füllzustand überhaupt das Heizgerät betrieben wird, was zu einer gefährlichen Überhitzung im Heizgerät führen könnte.

**[0025]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Heizelement ein elektrisches Widerstands-heizelement. Dieses eignet sich besonders für die oben genannten Einsatzszenarien zum Beispiel in einem Flugzeug, ist einfach und leicht ansteuerbar, insbesondere durch einen Zweipunktregler mit binärem Aktivierungssignal - z.B. über einen Schalter - an einer Spannungsquelle oder Energiequelle anschließbar oder von dieser trennbar, zum Beispiel dem Bordnetz eines Flugzeuges.

**[0026]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Heizgerät ein Heizgerät für ein Flugzeug. Das erfindungsgemäße Heizgerät eignet sich besonders zum Einsatz in Flugzeugen, da dieses einfach und kostengünstig und in Bezug auf Wartungsanforderungen gegenüber herkömmlichen Heizgeräten mit nicht gesteuerter oder geregelter Heizelementtemperatur verbessert ist.

**[0027]** Die Aufgabe der Erfindung wird auch gelöst durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 11 zum Betreiben eines erfindungsgemäßen Heizgerätes. Das Verfahren und zumindest ein Teil dessen Ausführungsformen sowie die jeweiligen Vorteile wurden sinngemäß bereits im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Heizgerät erläutert. Gemäß dem Verfahren betreibt die Steuerung das Heizelement in Abhängigkeit der Wassertemperatur und in Abhängigkeit der Heiztemperatur. Vor allem aufgrund der Berücksichtigung der Temperatur des Heizelements bei der Steuerung ergeben sich die oben genannten Vorteile.

**[0028]** Das Heizelement wird nur dann aktiviert, wenn der Istwert der Wassertemperatur kleiner einem Sollwert ist. Dabei wird zusätzlich für den Fall, dass der Istwert der Wassertemperatur größer einem Grenzwert ist, das Heizelement nur dann aktiviert, wenn ein Istwert der Heiztemperatur kleiner einem Sollwert ist. Das entsprechende Verfahren wurde bereits oben im Zusammenhang mit dem Zweipunktregler erläutert, ist jedoch auch für beliebige Regler in entsprechender Art durchführbar. Der Grenzwert für die Wassertemperatur ist kleiner deren Sollwert.

**[0029]** Als Folge ergibt sich eine Temperaturbegrenzung bzw. Absenkung der Temperatur des Heizele-

ments im Warmhaltebetrieb oder der letzten Aufwärmphase, wie oben erläutert. Der Sollwert der Heiztemperatur ist hierbei wieder insbesondere kleiner als diejenige Temperatur, die das Heizelement normalerweise ohne eine solche unterlagerte Steuerung der Heiztemperatur erreichen würde. Unabhängig von der Steuerung der Heiztemperatur erfolgt stets eine Abschaltung bzw. Deaktivierung des Heizelements, wenn der Istwert der Wassertemperatur den Sollwert übersteigt. Für Wassertemperaturen zwischen Grenzwert und Sollwert erfolgt die unterlagerte Steuerung oder Regelung der Heiztemperatur auf deren Sollwert hin bei überlagerter Steuerung der Wassertemperatur auf deren Sollwert hin.

**[0030]** In einer bevorzugten Variante dieser Ausführungsform wird das Heizelement dadurch aktiviert, dass es unregelmäßig an eine Energiequelle angeschlossen wird. Durch Trennen von der Quelle wird es entsprechend deaktiviert. Wie oben erläutert, führt dies zu einem besonders einfachen Regelverfahren, welches auch durch Zweipunktregler realisierbar ist. Die Energiequelle wird binär an das Heizelement angeschlossen oder von diesem getrennt. Ansonsten wird das Heizelement in keinster Weise individuell oder geregelt betrieben, zum Beispiel durch PWM, Vorwiderstände, Stromsteuerung während der Aktivierung usw.

**[0031]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das System besonders sicher betrieben, indem das Heizelement immer dann deaktiviert wird, wenn der Füllstandsensor den Füllzustand nicht sensiert oder der Heizsensor eine Temperatur oberhalb eines kritischen Wertes, der bei der bestimmungsgemäßen Wassererwärmung nie auftritt (z.B. 160°C), liefert oder der Wassersensor eine Temperatur liefert, die oberhalb eines kritischen Wertes, der bei der bestimmungsgemäßen Wassererwärmung nie auftritt (z.B. 100°C). So erfolgt eine dreifache Sicherheitsabschaltung des Heizgerätes.

**[0032]** Die Erfindung beruht auf folgenden Erkenntnissen, Beobachtungen bzw. Überlegungen und weist noch die nachfolgenden Ausführungsformen auf. Die Ausführungsformen werden dabei teils vereinfachend auch „die Erfindung“ genannt. Die Ausführungsformen können hierbei auch Teile oder Kombinationen der oben genannten Ausführungsformen enthalten oder diesen entsprechen und/oder gegebenenfalls auch bisher nicht erwähnte Ausführungsformen einschließen.

**[0033]** Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass die Hauptursache für den Ausfall von Wasserheizern die Überhitzung des Heizelements infolge Kalkablagerung ist.

**[0034]** Grundidee der Erfindung ist es, diese Kalkablagerungen möglichst zu verhindern oder zu vermin-

dern. Dies soll durch eine Absenkung der Heiztemperatur im Haltebetrieb erfolgen, basierend auf einer Temperaturmessung im Heizelement.

**[0035]** Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass die wesentliche Aufgabe eines Wasserheizers (Heizgerät) die Bereitstellung von warmem Wasser mit einer vorgegebenen Temperatur ist. Beispielhaft gilt folgendes: Die Stellgröße zur Temperaturregelung ist der Strom durch das Heizelement. Die Sollgröße, Wassertemperatur, wird durch einen Eintauchtemperatursensor gemessen. Zur Vermeidung von Überhitzung im Wasserheizer ist ein Füllstandsensor integriert, damit nur dann geheizt wird, wenn der Tank mit Wasser gefüllt ist. Die Vermeidung von Überhitzung des Heizelementes stellt eine sicherheitsrelevante Funktion dar. Deshalb wird aus Redundanzgründen, zusätzlich zum Füllstandsensor, ein Thermoelement (Temperatursensor für Temperatur des Heizelements) in das Heizelement integriert, um die Heizelementtemperatur zu überwachen. Im Fehlerfall (Temperatur > Grenzwert, z.B. 160°C) wird mit dieser zusätzlichen Temperaturinformation der Heizer (Heizelement) ausgeschaltet und ein Überhitzen des Heizelementes verhindert.

**[0036]** Die daraus gewonnene Information über die Heizelementtemperatur wird ebenfalls genutzt, um die Wassertemperaturregelung derart zu optimieren, dass eine Reduktion der Verkalkung erzielt wird.

**[0037]** Die Wassertemperaturregelung ist eine Zweipunktregelung mit einem unterlagerten, zuschaltbaren Zwei-Punktregler für die Heizelementtemperatur. Die Heizelementtemperaturregelung wird aktiviert, sobald die Regelabweichung der Wassertemperaturregelung einen definierten Schwellwert (Differenz zwischen Grenzwert und Sollwert der Wassertemperatur) unterschreitet. Der Sollwert für die Heizelementtemperatur wird so gewählt, dass die Differenz zur Wassersolltemperatur möglichst klein ist, aber dennoch die gewünschte Heizleistung zur Wassererwärmung zur Verfügung steht.

**[0038]** Sobald die IST-Temperatur des Wassers den Grenzwert (z.B. mindestens 10° K unter der SOLL-Temperatur des Wassers) überschreitet, wird die Heizelementtemperaturregelung aktiviert und das Heizelement auf einen Temperatur-Sollwert (z.B. 60°C) geregelt. Diese Regelung ist aktiv, solange die Wassertemperatur den Sollwert nicht erreicht hat. Beim Überschreiten des Sollwertes greift der Zwei-Punktregler der in 3 Stufen einstellbaren Wassertemperaturregelung und schaltet ab.

**[0039]** Beispielweise würde die Heizelementtemperatur ohne die beschriebene Regelung regelmäßig auf über 80°C ansteigen. Durch die Heizelementtemperaturregelung wird die Temperatur des Heizele-

menten auf ca. 60 °C begrenzt, wodurch das Kalkwachstum im Wasserheizer minimiert wird.

**[0040]** Würde ohne die Heizelementtemperaturregelung das Heizelement ca. 85°C heiß, würde es stärker verkalken.

**[0041]** Neben der Minimierung der Verkalkung ist ein weiterer Vorteil eine erhöhte Lebensdauer, da der Regler weniger überschwingt und somit der dauerhafte Stress des Heizelements durch die Temperaturwechsel reduziert wird.

**[0042]** Gemäß der Erfindung ergibt sich damit auch eine Antikalkregelung. Es ergibt sich eine Wassererwärmung mit angepasster Heiztemperatur zur Verringerung von Kalkablagerungen.

**[0043]** Gemäß der Erfindung ergibt sich eine längere Lebensdauer bzw. längere Wartungsintervalle für z.B. eine Entkalkung mit Zitronensäure. Gemäß der Erfindung wird die Verkalkung durch eine Hardwarelösung vermindert.

**[0044]** Weitere Merkmale, Wirkungen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung sowie der beigefügten Figuren. Dabei zeigen in einer schematischen Prinzipskizze:

**Fig. 1** ein Heizgerät in einem Flugzeug,

**Fig. 2** einen Regelkreis für das Heizgerät aus **Fig. 1**,

**Fig. 3** einen Zeitverlauf verschiedener Größen a) in einem Heizgerät ohne zweiten Regler und b) gemäß der Erfindung,

**Fig. 4** die Zeitverläufe der Heiztemperatur der **Fig. 3a** und **Fig. 3b**,

**Fig. 5** die Zeitverläufe des Heizelementstromes der **Fig. 3a** und **Fig. 3b**.

**[0045]** **Fig. 1** zeigt ein Heizgerät **2** zur Erwärmung von Wasser **4**. Das Heizgerät **2** enthält einen Behälter **6** zur Befüllung mit dem Wasser **4**. Der Behälter **6** besitzt einen Eingang **8** zur Zuführung von Wasser **4** und einen Ausgang **10** zur Entnahme von erwärmtem Wasser **4**, wobei die Flussrichtung für das Wasser **4** durch Pfeile angedeutet ist. **Fig. 1** zeigt den Behälter **6** in einem bestimmungsgemäßen Füllzustand **F**, sodass dieser ausreichend mit Wasser **4** für dessen Betrieb befüllt ist.

**[0046]** Das Heizgerät **2** enthält ein Heizelement **12**, das im Füllzustand **F** in direktem Kontakt mit dem Wasser **4** steht, nämlich von diesem umspült ist. Bei Betrieb bzw. Aktivierung des Heizelements **12** wird dieses an seiner Oberfläche heiß und erwärmt so das mit ihm in Kontakt stehende Wasser **4**. Das Heizge-

rät **2** enthält einen ersten Temperatursensor in Form eines sogenannten Wassersensors **14**, der zur Ermittlung einer Temperatur, genannt Wassertemperatur **TW** des Wassers **4** im Füllzustand **F** dient. Das Heizgerät **2** enthält einen zweiten Temperatursensor in Form eines sogenannten Heizsensors **18**. Dieser dient zur Ermittlung einer Temperatur, genannt Heiztemperatur **TH** des Heizelements **12**.

**[0047]** Das Heizgerät **2** enthält außerdem eine Steuerung **16**, die zum Betreiben bzw. Ansteuern des Heizelements **12** im Füllzustand **F** dient. Die Steuerung **16** steuert das Heizelement **12** abhängig sowohl von der Wassertemperatur **TW** als auch von der Heiztemperatur **TH** an bzw. ist dazu geeignet bzw. dazu ausgebildet.

**[0048]** Die Steuerung **16** enthält einen ersten Zweipunktregler **20**. Dieser regelt einen Istwert **TWI** der Wassertemperatur **TW** auf einen Sollwert **TWS** der Wassertemperatur **TW** hin ein. Als Stellgröße weist der erste Zweipunktregler **20** hierzu ein binäres Aktivierungssignal **A** für das Heizelement **12** auf. Der Sollwert **TWS** ist vorgebar und beträgt im vorliegenden Fall 54° C. Alternativ sind auch die Werte 49°C oder 43°C wählbar (drei Wärmestufen).

**[0049]** Die Steuerung **60** enthält außerdem einen zweiten Zweipunktregler **22**. Dieser regelt einen Istwert **THI** der Heiztemperatur **TH** auf einen Sollwert **THS** hin ein. Der zweite Zweipunktregler **22** ist dabei dem ersten Zweipunktregler **20** jedoch nur für den Fall unterlagert, dass der Istwert **TWI** der Wassertemperatur **TW** größer einem Grenzwert **G** ist. Ansonsten ist der zweite Zweipunktregler **22** inaktiv geschaltet und die Ansteuerung des Heizelements **12** erfolgt alleine über den ersten Zweipunktregler **20**.

**[0050]** Da der zweite Zweipunktregler **22** allenfalls dem ersten Zweipunktregler **20** unterlagert ist, ist der zweite Zweipunktregler **22** nur solange für die Ansteuerung des Heizelements **12** relevant, solange die Istwert **TWI** kleiner dem Sollwert **TWS** ist. Den in diesem Fall schaltet der erste Zweipunktregler **20** das Heizelement **12** inaktiv bzw. deaktiviert dieses und „überstimmt“ dabei den zweiten Zweipunktregler **22**. Auch der zweite Zweipunktregler **22** weist als Stellgröße ein entsprechendes binäres Aktivierungssignal **A** auf. Die beiden Stellgrößen von erstem und zweitem Zweipunktregler **20**, **22** werden im Sinne einer Und-Verknüpfung zusammengeführt.

**[0051]** Der Grenzwert **G** für die Wassertemperatur **TW** ist hierbei wieder vorgebar, hier jedoch abhängig von dem Sollwert **TWS** gewählt und daher über den Sollwert **TWS** wählbar. Im Beispiel ist der Grenzwert **G 10K** kleiner als der Sollwert **TWS** und beträgt daher 44° C. Der Sollwert **THS** der Heiztemperatur ist ebenfalls vorgebar, im Beispiel jedoch ebenfalls abhängig vom Sollwert **TWS** und zwar 6 K größer als

dieser, beträgt also 60° C. Auch hier erfolgt die Vorgabe also durch die Wahl des Sollwertes **TWS**. Für andere Sollwerte **TWS** verschieben sich Grenzwert **G** und Sollwert **THS** entsprechend.

**[0052]** Als Sicherheitskriterium enthält das Heizgerät **2** einen Füllstandsensoren **24**, der den Füllzustand **F** entweder sensiert oder nicht. Im vorliegenden Fall ist genügend Wasser **4** eingefüllt, sodass der Füllzustand **F** sensiert ist. Eine Sicherheitsschaltung in der Steuerung **16** bewirkt, dass das Heizelement **12** ohnehin nur aktivierbar ist, wenn der Füllzustand **F** vom Füllstandsensoren **24** sensiert ist. Das Heizelement **12** ist ein elektrisches Widerstandsheizelement.

**[0053]** Das Heizgerät **2** ist ein Heizgerät in einem nicht näher dargestellten Flugzeug **30** und ist im bestimmungsgemäßen Einbauzustand als Bordgerät im Flugzeug eingebaut. Das Heizelement **12** ist über ein Schaltelement **26** an eine Energiequelle **28** angeschlossen, hier das Bordnetz des Flugzeugs **30**. Das Schaltelement **26** kennt lediglich zwei Schaltzustände, weshalb das Heizelement **12** entweder mit seiner entsprechend aktuell vollen Leistung an der Energiequelle **28** betrieben wird oder ausgeschaltet ist. Das Schaltelement **26** wird durch das Aktivierungssignal **A** bedient, das heißt geschlossen oder geöffnet. Das Heizelement **12** ist daher zwar über das Schaltelement **26** gesteuert, jedoch ansonsten ungerichtet bzw. ungedrosselt an der Energiequelle **28** betreibbar oder alternativ ausgeschaltet.

**[0054]** Fig. 2 zeigt symbolisch den sich aus der Anordnung gemäß Fig. 1 ergebenden Regelkreis mit dem ersten Zweipunktregler **20** und dem zweiten Zweipunktregler **22**. Führungsgröße im Regelkreis ist der Sollwert **TWS** für die Wassertemperatur **TW**. Regelgröße ist der Istwert **TWI** der Wassertemperatur **TW**. Die Regelabweichung **TWS-TWI** wird auf den ersten Zweipunktregler **20** geführt, welcher mit Schwellwert **0** von einem Ausgangssignal **0** auf ein Ausgangssignal **1** schaltet. Als dessen Stellgröße ergibt sich somit 0 für **TWI** größer oder gleich **TWS** und 1 für **TWI** kleiner **TWS**. Für Werte **TWI** kleiner dem Grenzwert **G** wird die Stellgröße direkt auf das Schaltelement **26** geführt (Verzweigung **32** in gestrichelter Darstellung). Für Werte **TWI** größer **G** (und **TWI** kleiner **TWS**) wird die Stellgröße alternativ dem ersten Zweipunktregler **20** zugeführt und hierzu mit dem Sollwert **THS** multipliziert als Führungsgröße für den zweiten Zweipunktregler **22** benutzt. Regelgröße ist dort der Istwert **THI**. Die Regelabweichung **THS-THI** wird auf den zweiten Zweipunktregler **22** geführt, der identisch zum ersten Zweipunktregler **20** ausgeführt ist. Dessen Stellgröße (Null oder Eins) wird dann auf das Schaltelement **26** geführt. Für Werte Eins der Stellgröße wird das Schaltelement **26** geschlossen, für Werte Null geöffnet.

**[0055]** Fig. 3a zeigt symbolisch über der Zeit **t** verschiedene Größen bei einem Aufheizvorgang für zunächst kaltes Wasser **4** im Heizgerät **2**. Aufgetragen sind der Wassertemperatur Istwert **TWI** (°C), der Istwert **THI** der Heiztemperatur (°C) sowie der Strom **I** im Prozentverhältnis zu einem Nennstrom **IN** (Dauerbetrieb des Heizelements **12** an der Energiequelle **28**: 100%).

**[0056]** Fig. 3a zeigt die Verhältnisse in einer vergleichbaren Anordnung gemäß Fig. 1 und Fig. 2, jedoch ohne Vorhandensein des zweiten Zweipunktreglers **22**. Es ist also stets lediglich der erste Zweipunktregler **20** über den vollen Temperaturbereich bis zum Sollwert **TWS** aktiv. Zu erkennen ist, dass sowohl beim ersten Aufheizvorgang (bis ca. 8s) als auch bei Warmhaltevorgängen (**11-13s**, **14-17s**, **18s-...**) die Temperatur des Heizelements immer wieder bis auf ca. 80-85°C ansteigt.

**[0057]** Fig. 3b zeigt die gleichen Zeitverläufe, jedoch für das erfindungsgemäße Heizgerät **2** gemäß Fig. 1 und Fig. 2. Hier setzt, sobald die Wassertemperatur **TW** den Grenzwert **G** übersteigt (4s), die Regelung durch den zweiten Zweipunktregler **22** ein, welcher die Temperatur **TH** des Heizelements **12** auf 60° C begrenzt. Hierbei wird - in der Figur nicht erkennbar - der Heizelementstrom in vergleichsweise schneller Taktfolge ein- und ausgeschaltet, was in Fig. 3b durch eine mittlere Stromstärke von ca. 50 % angedeutet ist. Beim jeweiligen Überschreiten des Sollwertes **TWS** durch die Wassertemperatur **TW** (8s, 12s, 16s) wird über den überlagerten ersten Zweipunktregler **20** jeweils der Strom vollständig abgeschaltet (Deaktivierung des Aktivierungssignals **A**), dies ist in der Figur durch die Zeitbereiche „A=0“ kenntlich gemacht.

**[0058]** Fig. 4 zeigt im direkten Vergleich nochmals die Gegenüberstellung der Heizelementtemperatur **TH** für die Fälle aus den Fig. 3a,b. Das Heizelement **12** erfährt deutlich weniger Temperaturschwankungen und wird nicht auf entsprechend hohe Temperaturwerte aufgeheizt. Beides verringert die Kalkablagerung im Heizelement **12** und verlängert dessen Lebensdauer.

**[0059]** Fig. 5 zeigt eine vergleichbare Gegenüberstellung der jeweiligen Stromverläufe aus den Fig. 3a,b. Hier ist erkennbar, dass die Erfindung zu weniger Schwingungsamplitude des Stromes und damit zu einer weniger starken Belastung des Bordnetzes des Flugzeugs **30** führt.

#### Bezugszeichenliste

<b>2</b>	Heizgerät
<b>4</b>	Wasser
<b>6</b>	Behälter

8	Eingang	- die Steuerung (16) mindestens einen Zweipunkt-Regler (20,22) enthält,
10	Ausgang	- die Steuerung (16) einen zweiten Zweipunkt-Regler (22) zur Regelung eines Istwertes (THI) der Heiz-Temperatur (TH) auf einen Sollwert (THS) hin enthält, der nur für den Fall, dass ein Istwert (TWI) der Wasser-Temperatur (TW) größer einem Grenzwert (G) ist, dem ersten Zweipunkt-Regler (20) unterlagert ist und ansonsten inaktiv geschaltet ist, wobei der zweite Zweipunkt-Regler (22) als Stellgröße ein binäres Aktivierungssignal (A) für das Heizelement (12) aufweist.
12	Heizelement	
14	Wasser-Sensor	
16	Steuerung	
18	Heiz-Sensor	
20	Zweipunkt-Regler (erster)	
22	Zweipunkt-Regler (zweiter)	
24	Füllstandsensord	
26	Schaltelement	
28	Energiequelle	
30	Flugzeug	
32	Verzweigung	
F	Füllzustand	
TW	Wasser-Temperatur	
TH	Heiz-Temperatur	
TWI	Istwert (Wasser-Temperatur)	
TWS	Sollwert (Wasser-Temperatur)	
THI	Istwert (Heiz-Temperatur)	
THS	Sollwert (Heiz-Temperatur)	
G	Grenzwert	
A	Aktivierungssignal	
t	Zeit	
I	Strom	
IN	Nennstrom	

### Patentansprüche

1. Heizgerät (2) zur Erwärmung von Wasser (4),  
 - mit einem Behälter (6) zur Befüllung mit Wasser (4),  
 und  
 - mit einem Heizelement (12), das in einem Füllzustand (F) des Behälters (6) zumindest bereichsweise in direktem Kontakt mit dem Wasser (4) steht, und  
 - mit einem Wasser-Sensor (14) zur Ermittlung einer Wasser-Temperatur (TW) des Wassers (4) im Füllzustand (F), und  
 - mit einer Steuerung (16) zum Betreiben des Heizelements (12) im Füllzustand (F) in Abhängigkeit der vom Wasser-Sensor (14) ermittelten Wasser-Temperatur (TW), **dadurch gekennzeichnet**, dass  
 - das Heizgerät (2) einen Heiz-Sensor (18) zur Ermittlung einer Heiz-Temperatur (TH) des Heizelements (12) aufweist, und  
 - die Steuerung (16) zum Betreiben des Heizelements (12) im Füllzustand (F) auch in Abhängigkeit der vom Heiz-Sensor (18) ermittelten Heiz-Temperatur (TH) ausgebildet ist,

2. Heizgerät (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerung (16) einen Zweipunkt-Regler (20) zur Regelung eines Istwertes (TWI) der Wasser-Temperatur (TW) auf einen Sollwert (TWS) hin enthält, wobei der Zweipunkt-Regler (20) als Stellgröße ein binäres Aktivierungssignal (A) für das Heizelement (12) aufweist.

3. Heizgerät (2) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sollwert (TWS) der Wasser-Temperatur (TW) vorgebar ist.

4. Heizgerät (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grenzwert (G) der Wasser-Temperatur (TW) vorgebar ist.

5. Heizgerät (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grenzwert (G) der Wasser-Temperatur (TW) abhängig von deren Sollwert (TWS) gewählt ist.

6. Heizgerät (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sollwert (THS) der Heiz-Temperatur (TH) vorgebar ist.

7. Heizgerät (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sollwert (THS) der Heiz-Temperatur (TH) abhängig vom Sollwert (TWS) der Wasser-Temperatur (TW) gewählt ist.

8. Heizgerät (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Heizgerät (2) einen Füllstandsensord (24) enthält und das Heizelement (12) nur aktivierbar ist, wenn vom Füllstandsensord (24) der Füllzustand (F) sensiert ist.

9. Heizgerät (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Heizelement (12) ein elektrisches Widerstands-Heizelement ist.

10. Heizgerät (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das

Heizgerät (2) ein Heizgerät (2) für ein Flugzeug (30) ist.

11. Verfahren zum Betreiben eines Heizgerätes (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerung (16) das Heizelement (12) in Abhängigkeit der Wasser-Temperatur (TW) und in Abhängigkeit der Heiz-Temperatur (TH) betreibt, und das Heizelement (12) nur dann aktiviert wird, wenn der Istwert (TWI) der Wasser-Temperatur (TW) kleiner einem Sollwert (TWS) ist, wobei für den Fall, dass der Istwert (TWI) der Wasser-Temperatur (TW) größer einem Grenzwert (G) ist, das Heizelement (12) nur dann aktiviert wird, wenn ein Istwert (THI) der Heiz-Temperatur (TH) kleiner einem Sollwert (THS) ist.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Heizelement (12) dadurch aktiviert wird, dass es ungeregelt an eine Energiequelle (28) angeschlossen wird.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

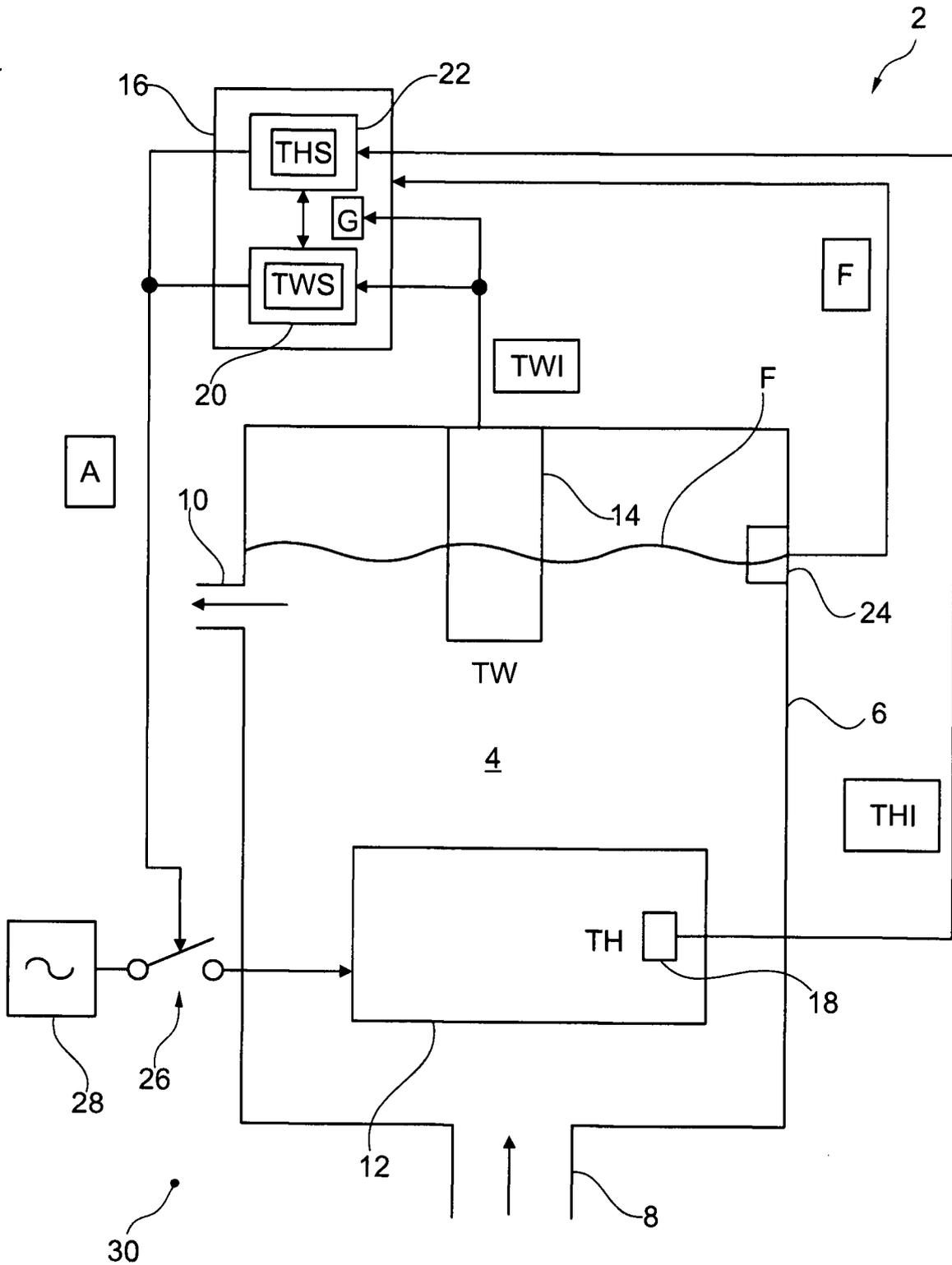


Fig. 1

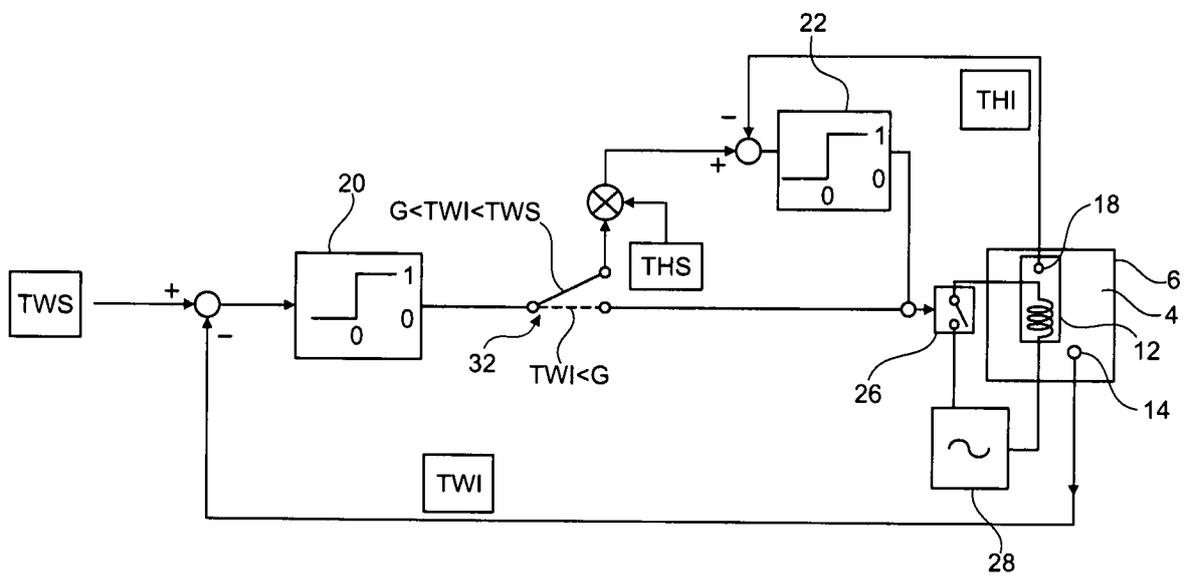


Fig. 2

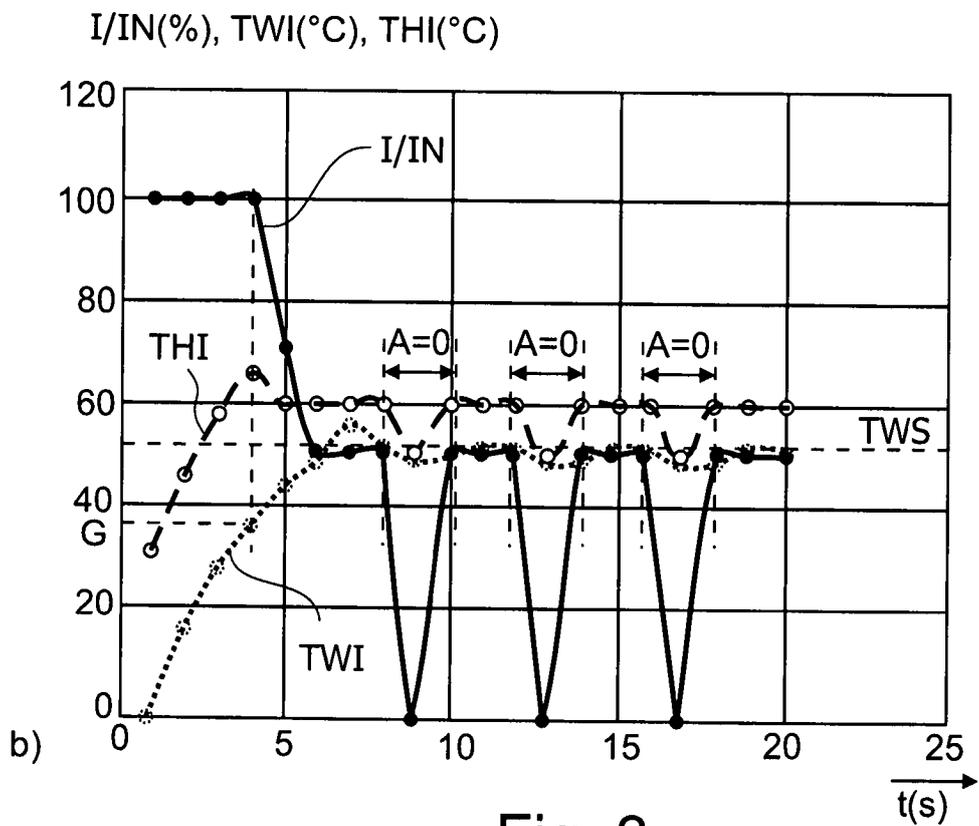
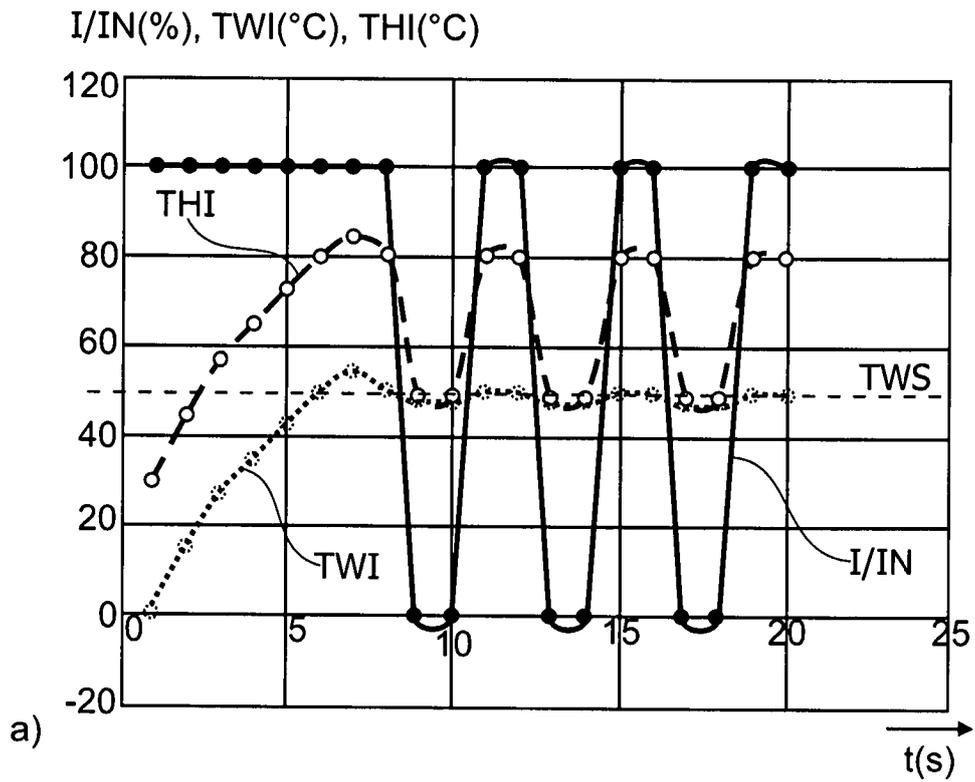


Fig. 3

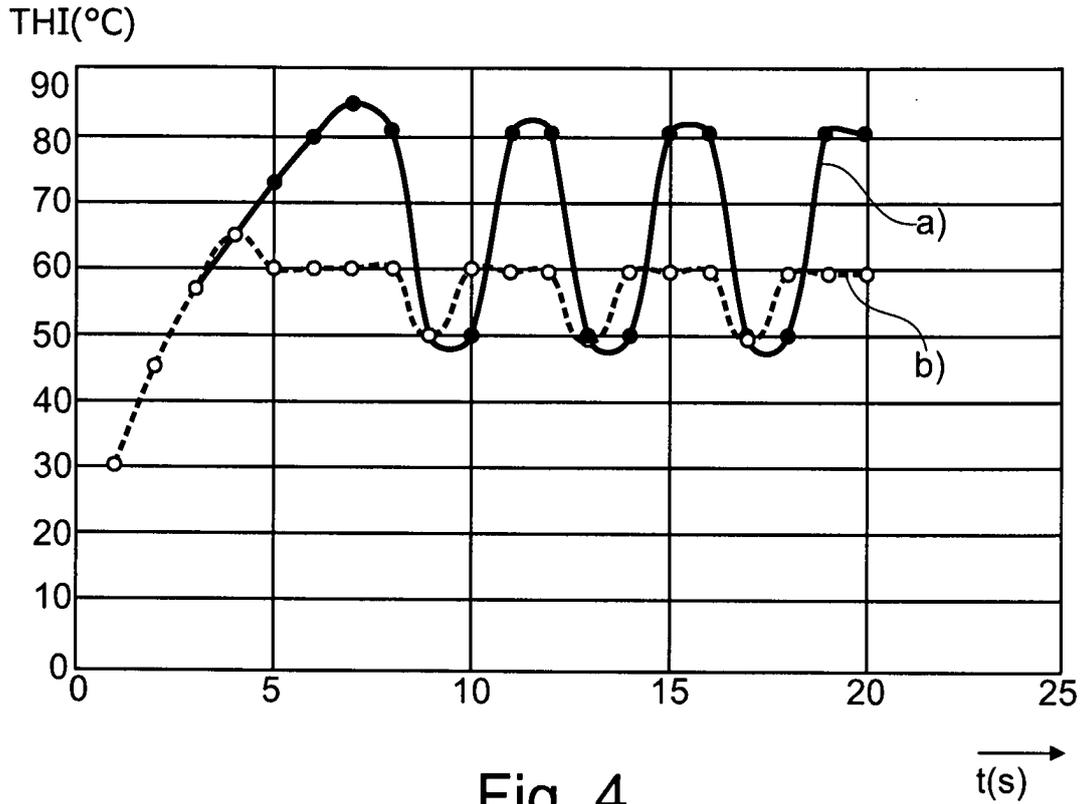


Fig. 4

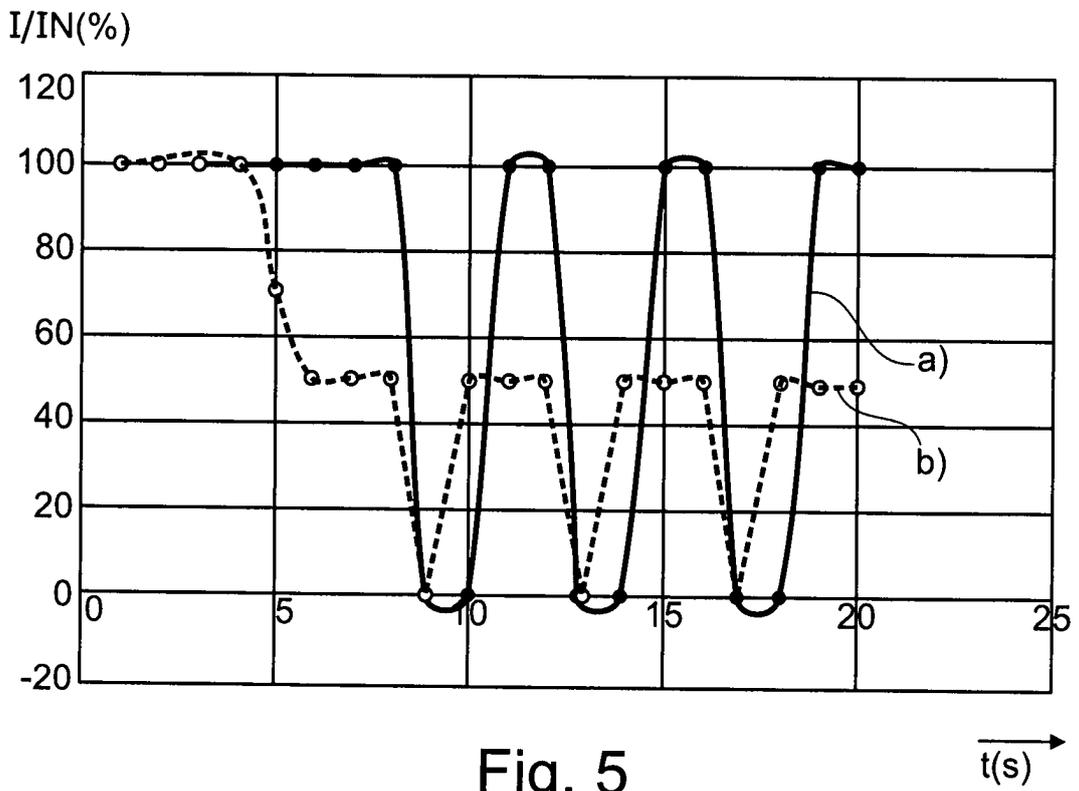


Fig. 5