



(10) **DE 10 2019 123 760 A1** 2021.03.11

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 123 760.2**

(22) Anmeldetag: **05.09.2019**

(43) Offenlegungstag: **11.03.2021**

(51) Int Cl.: **F24H 9/20 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Stiebel Eltron GmbH & Co. KG, 37603
Holzminden, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

EP	2 840 404	B1
WO	2014/ 098 943	A1

(72) Erfinder:

**Wojciechowski, Thorsten, 37603 Holzminden, DE;
Holtdirk, Moritz, 59556 Lippstadt, DE; Janzen,
Alexander, 37671 Höxter, DE; Schoppe, Michael,
37627 Lenne, DE**

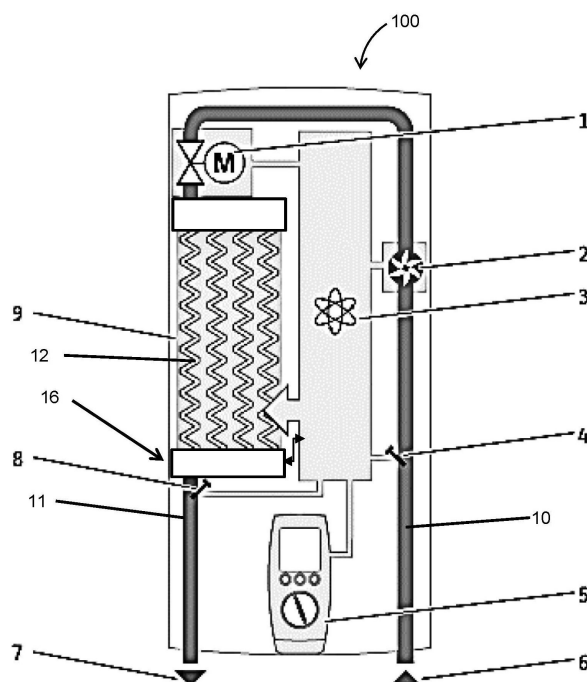
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Warmwasserbereiter und Verfahren zum Steuern eines Warmwasserbereiters**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen elektrischen Durchlauferhitzer (100), insbesondere elektronischer Durchlauferhitzer, Heißwassersystem, Trinkwasser-Wärmepumpe, Kleinspeicher, Wandspeicher, Standspeicher und/oder Kochendwassergerät zur Warmwasserbereitung und ein zugehöriges Verfahren. Der Durchlauferhitzer umfasse einen Strömungskanal (9, 10, 11), der eine Vorschaltstrecke (9), eine Heizstrecke (10) und eine Nachschaltstrecke (11) umfasst, ein Heizelement (12), insbesondere einem Blankdrahtheizelement, das im Bereich der Heizstrecke angeordnet ist, einen Messsensor (21), der zwei voneinander beabstandete, in den Strömungskanal reichende Elektroden (22, 22') aufweist und zum Messen eines Widerstands eines durch den Strömungskanal (9, 10, 11) strömenden Fluids durch Anlegen einer Wechselspannung zwischen den zwei voneinander beabstandeten Elektroden (22, 22') ausgebildet ist; und eine elektronische Steuerungseinrichtung (3) zum Steuern des elektrischen Durchlauferhitzers, wobei die elektronische Steuerungseinrichtung (3) dazu ausgebildet ist, eine Heizleistung des Heizelements (12) in Abhängigkeit des gemessenen Widerstands zu steuern, insbesondere die Heizleistung bei Unterschreiten und/oder Überschreiten eines Schwellwertes des Widerstands zu unterbrechen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen elektrischen, insbesondere elektronischen, Warmwasserbereiter mit spannungsführenden Heizkörperoberflächen im Wasser und ein Verfahren zum Steuern eines elektrischen, insbesondere elektronischen, Warmwasserbereiter mit spannungsführenden Heizkörperoberflächen im Wasser. Während die Erfindung besonders für derartige Durchlauferhitzer beschrieben ist, so findet sie ebenfalls auf andere fluidführende Haustechnikgeräte Anwendung.

[0002] Warmwasserbereiter sind fluidführende Haustechnikgeräte wie zum Beispiel Durchlauferhitzer, die beispielsweise zum Erzeugen von Warmwasser unter Verwendung insbesondere elektrischer Energie eingesetzt werden. Ein solcher Durchlauferhitzer umfasst ein oder mehrere elektrische Heizelemente, mit Hilfe denen in Abhängigkeit der den Heizelementen zugeführten elektrischen Leistung ein durch Kanäle im Durchlauferhitzer geführtes Fluid, typischerweise Wasser, auf eine gewünschte, voreinstellbare Temperatur erhitzt werden kann. Durchlauferhitzer liefern Warmwasser ohne Standby-Verluste, weil sie Wasser nur dann erhitzen, wenn heißes Wasser benötigt wird.

[0003] Moderne Durchlauferhitzer sind entweder mit einem Blankdraht-Heizelement oder mit einem mit Metall ummantelten Heizelement ausgestattet. Die Potentialdifferenz zwischen dem Blankdraht und den mit dem Erdpotential elektrisch leitend verbundenen Wasserzulaufkanal bzw. dem Wasserablaufkanal führt während des Betriebs der Heizeinrichtung zu entsprechenden Ableitströmen. Demnach sind Ableitstrecken vorgesehen, so dass insbesondere übermäßige elektrische Ableitströme an den mit dem Erdpotential verbundenen Wasserzulauf- und Wasserablaufanschlüssen verhindert werden. Die Größe dieser Ableitströme hängt dabei unter anderem auch von der Leitfähigkeit des durch die Kanäle fließenden Wassers ab. Des Weiteren besteht bei einem Blankdraht-Heizelementsystem die Gefahr der Überhitzung des Drahtelementes, wenn Luftblasen mit dem Wasser in das Gerät gelangen.

[0004] Um die Einhaltung eines vorgegebenen Ableitstromgrenzwertes zu überwachen und steuern, schlägt die EP 2 840 404 eine Steuereinrichtung vor, die eine zum Ermitteln eines hypothetischen Ableitstromwertes auf Basis des Leitfähigkeitswertes und mindestens einem, vorgegebenen, bauartbedingten Geräteparameter eingerichtete Auswerteeinheit umfasst und angepasst ist, die Heizleistung der Blankdrahtheizeinrichtung zu reduzieren, sofern der hypothetische Ableitstromwert einen vorgegebenen Ableitstromschwellwert übersteigt. Durch die Ermittlung des hypothetischen Ableitstromwertes sei es möglich, den tatsächlich gegen Erde fließenden Ableit-

strom in Abhängigkeit des Leitfähigkeitswertes und des Geräteparameters exakt zu bestimmen und erst im Falle einer Überschreitung des vorgegebenen Ableitstromschwellwertes durch die Reduktion der Heizleistung der Blankdrahtheizeinrichtung den tatsächlich gegen Erde fließenden Ableitstrom zu reduzieren. Nachteilig an der bekannten Steuereinrichtung ist, dass die Regelgröße (Ableitstrom) von der Messgröße (Leitfähigkeitswert) abweicht sowie die Tatsache, dass keine Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden durch Überhitzung des Drahtelementes infolge von Luftblasen getroffen werden.

[0005] Um die Gefahr der Überhitzung des Drahtelementes aufgrund von im System vorliegenden Luftblasen zu vermeiden, schlägt die WO 2014/098943 A1 vor, einen optischen Sensor in einem Durchlauferhitzer mit einem Blankdrahtelement anzuordnen, um ein Glühen des Drahts zu erfassen. Ein Nachteil der Verwendung eines optischen Sensors stellt die Tatsache dar, dass die Kosten durch Anschaffung des optischen Sensors und der notwendigen konstruktiven Veränderung bekannter Durchlauferhitzer steigen. Zudem ist es sehr aufwendig, den gesamten Bereich des sich über einen relative breiten Leitungsabschnitt erstreckenden Heizelements zu überwachen, da hierfür mehrere optische Sensoren eingesetzt werden müssten.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Warmwasserbereiter mit spannungsführenden Heizkörperoberflächen im Wasser und ein zugehöriges Verfahren zur Steuerung anzugeben, welche die oben beschriebenen Nachteile zumindest teilweise vermeidet. Insbesondere soll ein Durchlauferhitzer bereitgestellt werden, der einen sicheren Betrieb so ermöglicht, dass weder das Haustechnikgerät beschädigt noch ein Benutzer beeinträchtigt wird.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch einen Durchlauferhitzer nach Anspruch 1 und ein Verfahren nach Anspruch 10 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen definiert.

[0008] In einem Aspekt wird ein Warmwasserbereiter mit spannungsführenden Heizkörperoberflächen im Wasser vorgeschlagen mit einem Strömungskanal, der eine Vorschaltstrecke, eine Heizstrecke und eine Nachschaltstrecke umfasst, einem Heizelement, insbesondere einem Blankdrahtheizelement, das im Bereich der Heizstrecke angeordnet ist, einem Messsensor, der zwei voneinander beabstandete, in den Strömungskanal reichende Elektroden aufweist und zum Messen eines Widerstands eines durch den Strömungskanal strömenden Fluids durch Anlegen einer Wechselspannung zwischen den zwei voneinander beabstandeten Elektroden ausgebildet ist; und einer elektronischen Steuerungseinrichtung zum Steuern des elektrischen Durchlauferhitzers, wobei die elektronische Steuerungseinrichtung dazu aus-

gebildet ist, eine Heizleistung des Heizelements in Abhängigkeit des gemessenen Widerstands zu steuern, insbesondere die Heizleistung bei Unterschreiten eines Schwellwertes des Widerstands zu unterbrechen.

[0009] Erfindungsgemäß kann somit ein einfacher Vergleich stattfinden, der für einen gemessenen Widerstand bestimmt, ob eine kritische Situation vorliegt, beispielsweise der Ableitstrom einen zulässigen Wert überschreitet. Hierfür können Vergleichs- und/oder Schwellwerte des Widerstands fest in der Steuerungseinrichtung des Durchlauferhitzers vordefiniert sein, so dass keine weitere Berechnung notwendig ist. Besonders bevorzugt sind die von dem Messsensor bereitgestellten Messwerte, insbesondere Widerstandswerte, bereits zum unmittelbaren Vergleich mit dem in der Steuerungseinrichtung definierten Vergleichswert geeignet.

[0010] Eine Umsetzung ist beispielsweise durch eine einfache Widerstandsbrücke möglich, keine Verarbeitung der Signale ist erforderlich. Anders ausgedrückt, eine Bestimmung des Widerstands ist nicht nötig, es reicht, den herrschenden Widerstand, beispielsweise eben durch die Widerstandsbrücke, mit einem voreinprogrammierten Schwellwert zu vergleichen.

[0011] Die Widerstandsmessung ist hierbei durch den Messsensor, der zwei Elektroden aufweist, besonders einfach möglich. Zwei Elektroden des Messsensors sind in Kontakt mit dem Fluid in dem Strömungskanal, insbesondere mit Wasser. Indem zwischen diesen eine Spannung angelegt wird, ist der dazwischen anliegende Widerstand direkt über den fließenden Strom bestimmbar. Das Anlegen einer Wechselspannung reduziert auf vorteilhafte Weise die Materialablagerung an den Elektroden, so dass ein sicherer Betrieb auch über die Lebensdauer des Durchlauferhitzers möglich ist.

[0012] Die Widerstandsmessung bzw. eine erste Widerstandsmessung findet insbesondere mit Beginn eines Zapfvorgangs am Durchlauferhitzer statt, das heißt vor dem Zeitpunkt, zu dem das Heizelement mit Strom beaufschlagt wird. Das Heizelement wird demnach vorzugsweise erst dann mit Strom beaufschlagt, wenn die Initialisierung der weiteren Komponenten erfolgt ist und die Widerstandsmessung durchgeführt wurde. Vorzugsweise ist der Warmwasserbereiter auch dazu ausgebildet, Dampf- oder Luftblasen in dem Strömungskanal zu detektieren, beispielsweise indem ein Widerstand zwischen den Elektroden einen bestimmten Schwellwert überschreitet. Auch im Falle eines Auftretens von Luft in dem Strömungskanal kann der erfindungsgemäße Durchlauferhitzer einen sicheren Betrieb gewährleisten, beispielsweise die elektrische Heizleistung an das Heizelement unterbrechen.

[0013] Die Steuerungseinrichtung ist vorzugsweise eingerichtet, um zu bestimmen, ob der gemessene Widerstand (hier auch als Istwert bezeichnet) unterhalb, innerhalb oder oberhalb eines vordefinierten Sollwertebereichs liegt und in Abhängigkeit davon die Heizleistung des Heizelements, vorzugsweise Blankdrahtheizelements, zu steuern.

[0014] Der Erfindung liegt besonders die Erkenntnis zugrunde, dass durch Messen eines Widerstands und Angabe eines Sollwertebereichs, zu dem ein gemessener Widerstand unterhalb, innerhalb und oberhalb liegen kann (d.h. der Sollwertebereich umfasst insbesondere nicht den Wert „Null“) sowohl Luft oder Blasen in der Leitung erfasst werden können als auch ein möglicherweise überhöhter Ableitstromwert erkannt werden und entsprechend die Heizleistung angepasst werden kann. Des Weiteren ist keine Berechnung wie beispielsweise die eines hypothetischen Ableitstroms notwendig. Mit geringem Soft- und Hardwareaufwand können somit mit hoher Zuverlässigkeit hier beschriebene Fehlerzustände des Haustechnikgeräts festgestellt werden, um entsprechenden Gegenmaßnahmen wie eine Reduktion der Heizleistung oder ein Abschalten des Geräts zu ergreifen, um den Nutzer oder das Gerät vor Schaden zu bewahren.

[0015] Als Messsensor eignen sich für die Zwecke der Erfindung alle Sensoren, die eine von dem elektrischen Widerstand abhängige Größe bestimmen können. Hierzu zählen insbesondere auch Leitfähigkeitsensoren sowie weitere Anbauteile des Warmwasserbereiters, wie beispielsweise Heizbolzen, Temperaturfühler, Messsonden, Ein-/ Auslaufrohr, Kühlrohr, Verschluss-/ Verrastungsklammern, Drucksensoren, Achse von Motorventil, Drosselschraube, separate Schrauben, etc.

[0016] Optional kann in Abhängigkeit des gemessenen Widerstands auch ein Warnsignal an eine Empfangseinheit gesendet werden. Bei der Empfangseinheit handelt es sich vorzugsweise um einen durch einen Nutzer des Haustechnikgeräts visuell oder akustisch wahrnehmbare Empfangseinheit wie beispielsweise um einen oder mehrere Anzeigeeinrichtungen (Displays), eine oder mehrere Leuchten, einen oder mehrere Summer/Vibrationsmotoren und/oder einen oder mehrere Lautsprecher.

[0017] Hinsichtlich des Sollwertebereichs gelten vorzugsweise nachfolgende, hier als (spezifische) Widerstandswerte angegebene, Bereiche (untere und obere Grenzen sind jeweils im Sollwertebereich enthalten): 200 bis 1200 Ωcm , bevorzugt 350 bis 1000 Ωcm , weiter bevorzugt 450 bis 900 Ωcm . Die Sollwertebereiche sind üblicherweise abhängig von nationalen Vorgaben, so dass Sollwerte auch beispielsweise in dem Bereich von 100 bis 2000 Ωcm liegen können.

[0018] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist die, vorzugsweise einen Mikroprozessor aufweisende, Steuerungseinrichtung einen Startbetriebszustand auf. Im Startbetriebszustand wird die Heizleistung (nur) aktiviert (Heizfreigabe), wenn der Istwert innerhalb des Sollwertebereichs liegt. In diesem Fall kann bspw. warmes Wasser gezapft werden. Liegt der Istwert außerhalb des Sollwertebereichs, bleibt die Heizeinrichtung aus und es kann bei Bedarf ein erstes Warnsignal an eine Empfangseinheit gesendet werden. Damit werden Fehlerzustände der hier erwähnten Art vermieden.

[0019] Der Startbetriebszustand wird gemäß einer weiteren, bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung aktiviert, sobald die Steuereinrichtung ein Warmwasseranfragesignal (bspw. durch entsprechende Zapfhahnstellung und/oder Detektion einer Strömung in der fluidführenden Leitung) empfängt. Zur Detektion einer Strömung kann das Haustechnikgerät einen Durchflusssensor aufweisen. Alternativ ist es auch möglich, dass der Strömungszustand anhand einer Zapfhahnstellung bestimmt wird, wobei eine offene Warmwasserstellung darauf hinweist, dass Fluid durch die in dem Gehäuse angeordnete fluidführende Leitung fließt.

[0020] Gemäß einer weiteren, bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist die Steuerungseinrichtung einen Heizbetriebszustand auf. Der Heizbetriebszustand wird aktiviert, nachdem die Heizfreigabe erteilt wurde. Im fehlerfreien Betrieb (d.h. wenn und solange der Istwert innerhalb des Sollwertebereichs liegt) wird der Heizbetriebszustand erst durch Beendigung der Warmwasseranfrage, die bspw. durch den oben beschriebenen Durchflusssensor detektiert werden kann, beendet. Liegt einer der hier näher beschriebenen Fehler vor, wird der Heizbetriebszustand vor Beendigung der Warmwasseranfrage beendet.

[0021] Demnach weist die Steuerungseinrichtung gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung einen Fehlerbetriebszustand auf, in dem die Heizleistung wenigstens teilweise und bevorzugt vollständig reduziert wird, wenn der Istwert außerhalb des Sollwertebereichs liegt.

[0022] Ein Fehlerbetriebszustand ist vorzugsweise (nur) über Beendigung der Warmwasseranfrage, d.h. bspw. Schließen eines Zapfhahns, zurücksetzbar. Das bedeutet, dass die Steuerungseinrichtung mit Beendigung der Warmwasseranfrage in den Ruhezustand schaltet und für eine erneute Warmwasseranfrage bereit ist. Die Steuerungseinrichtung wird durch erneutes Empfangen eines Warmwasseranfragesignals in den Startbetriebszustand gesetzt. Der eingangs erwähnte Funktionsablauf wiederholt sich.

[0023] Alternativ kann der Fehlerbetriebszustand nur über ein manuelles Zurücksetzen durch einen Benutzer oder einen Techniker ermöglicht werden. Hierdurch wird die Sicherheit des Betriebs weiter erhöht.

[0024] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Steuerungseinrichtung eingerichtet, wiederholt, vorzugsweise kontinuierlich, zu bestimmen, ob ein wiederholt bzw. kontinuierlich gemessener Widerstand unterhalb, innerhalb oder oberhalb eines vordefinierten Sollwertebereichs liegt, insbesondere, wenn sich die Steuerungseinrichtung im Heizbetriebszustand befindet. Der Begriff „wiederholt“ bezieht sich auf mindestens zwei, vorzugsweise mindestens vier, durchgeführte Zyklen des Erfassens und/oder Abgleichs, wobei beispielsweise ein Mittelwert oder eine andere Verarbeitung für die Signalausgabe der Steuerungseinrichtung erfolgen kann. Der Begriff „kontinuierlich“ beschreibt wiederholt in vordefinierten Zeitabständen bis zum Ende des Zapfvorgangs durchgeführte Zyklen des Erfassens und/oder Abgleichs. Die Zeitabstände sind hierbei vorzugsweise beliebig kurz, so dass von einer kontinuierlichen Messung gesprochen wird. Vorzugsweise werden alle der kontinuierlichen Bestimmungen als mindestens zwei, vorzugsweise mindestens vier, wiederholte Zyklen des Erfassens und/oder Abgleichs ausgeführt. Durch diese Maßnahme wird ein sicherer Betrieb des Haustechnikgeräts während der gesamten Dauer der Warmwasseranfrage gewährleistet.

[0025] Beispielsweise sind Schwankungen in der Wasserqualität der Hintergrund für die Anzahl der kontinuierlichen Messungen.

[0026] Die bevorzugten mindestens zwei vorzugsweise mindestens vier Abfolgen der Messungen beziehen sich auf die Kommunikation zwischen der unterschiedlichen Software. Es geht darum, EMV Einflüsse / Störungen, Kommunikationsprobleme, etc. zu vermeiden.

[0027] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Steuerungseinrichtung eingerichtet, um bei Unterschreiten des ermittelten Istwerts von dem vordefinierten Sollwertebereich ein zweites Warnsignal und/oder bei Überschreiten des ermittelten Istwerts von dem vordefinierten Sollwertebereich ein drittes Warnsignal und/oder bei innerhalb eines vordefinierten Zeitraums und bei einem über einen zulässigen Schwankungsgrad schwankenden Istwert ein viertes Warnsignal an die Empfangseinheit zu senden. Dieser Ausführungsform liegt der Zusammenhang zugrunde, dass Wasser mit hohem Salzgehalt eine hohe Leitfähigkeit bzw. einen niedrigen elektrischen Widerstand aufweist als ein entsprechendes Fluid mit niedrigerem Salzgehalt und Luft im Vergleich zu Wasser eine relativ niedrige Leitfähigkeit bzw. einen relativ hohen elektrischen Widerstand aufweist.

[0028] Ein Unterschreiten des Sollwertebereichs durch den gemessenen Widerstand ist indikativ für eine relativ hohe Leitfähigkeit und somit weist das zweite Warnsignal auf eine zu hohe Salzfracht im Fluid (insbesondere Wasser) bzw. auf einen eventuell hohen Ableitstrom hin. Anders ausgedrückt, ein hoher Salzgehalt resultiert in einer hohen Leitfähigkeit - entsprechend einem geringen Widerstand, wodurch der Sollwert unterschritten wird. Analog resultiert ein geringer Salzgehalt in einer geringen Leitfähigkeit - entsprechend einem hohen Widerstand, wodurch der Sollwert überschritten wird. Ein Überschreiten ist in dem hier skizzierten Beispiel also indikativ für eine relativ niedrige Leitfähigkeit, und somit weist das dritte Warnsignal auf die Anwesenheit von Luft in der Leitung bzw. Gefahr der Überhitzung hin. Ein Schwan- ken ist indikativ für Luftblasen im Leitungssystem. Hierauf und auf eine damit einhergehende Gefahr der Überhitzung weist das vierte Warnsignal hin. Der vor- definierte, zulässige Schwankungsgrad (bspw. inner- halb eines vordefinierten Zeitraums maximal zuläs- si- ge Amplitude und/oder Anzahl der Amplituden) kann durch entsprechende Versuche ermittelt werden, bei denen die Leitung mit Luftblasen-freiem und Luftbla- senhaltigem Wasser durchströmt wird und jeweils der Istwert über die Zeit aufgetragen wird.

[0029] Das erste Warnsignal, zweite Warnsignal, dritte Warnsignal und vierte Warnsignal können je nach gewünschtem Informationsgrad hinsichtlich ei- ner möglichen Fehlerursache verschieden voneinan- der oder identisch sein.

[0030] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Er- findung weist die Steuerungseinrichtung einen Ma- nipulationsschutz auf. Zum Schutz vor Manipulati- on, einschließlich einer möglichen Fehlbedienung, ist es insbesondere bevorzugt, dass die Steuerungsei- nrichtung eingerichtet ist, um einen Kurzschluss des Messsensors oder dessen Kabel, ein Abziehen des Messsensorkabels, ein Abziehen der Spannungsver- sorgung der Steuerungseinrichtung und/oder Kabel- bruch von Messsensor oder Spannungsversorgung zu detektieren.

[0031] Zum Schutz der Hauptelektronik vor Störef- fekten (EMV, Burst, Surge-Effekten), ist der Mess- sensor gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung Teil einer Messeinrichtung, die von der Steuerungseinrichtung galvanisch getrennt ist.

[0032] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Er- findung ist der Messsensor in der Nachschaltstrecke angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass auf eine Tem- peraturkorrektur (d.h. Berücksichtigung der Tempe- raturabhängigkeit der Leitfähigkeit) verzichtet werden kann, da in diesem Bereich die Temperatur und damit die Leitfähigkeit bereits den maximal erreichten Wert annimmt. Auch ist in diesem Bereich mit einer höhe- ren Wahrscheinlichkeit mit dem Auftreten von Luftbla-

sen verglichen mit der Strecke vor der Heizeinrich- tung zu rechnen. Alternativ oder zusätzlich kann der Messsensor in der Vorschaltstrecke angeordnet sein. Dies erfordert lediglich eine Anpassung des Wider- standes, beispielsweise einer Widerstandsbrücke auf einer Leiterplatte.

[0033] Der Messsensor weist zwei voneinander be- abstandete Elektroden auf. Diese können entlang des Strömungskanals längs oder quer zum Strö- mungskanal voneinander beabstandet sein. Beson- ders bevorzugt sind die Elektroden orthogonal zum Strömungskanal, das heißt senkrecht zu der Fließ- richtung beabstandet. Hierdurch gibt es besonde- re Vorteile hinsichtlich des Druckverlustes, beson- ders bei kleinen Strömungskanälen. Gleichzeitig wird auch eine Beeinflussung des Messstroms durch den Ableitstrom vermieden.

[0034] Grundsätzlich können die Elektroden aus al- len elektrisch leitenden und wasserführenden Kom- ponenten gebildet werden. Vorzugsweise sind al- le Komponenten der Elektroden trinkwasserkonform. Diese können insbesondere ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus Heizbolzen, Tempera- turfühler, Messsonden, Ein- und/oder Auslaufrohr, Kühlrohr, Verschlussklammern, Verrasterungsklam- mern, Drucksensoren, Motorventilachsen, Schrau- ben und Drosselschrauben. Grundsätzlich ist es möglich, dass wenigstens eine Elektrode durch das Heizelement gebildet wird.

[0035] Bevorzugt ist jedoch das Heizelement selbst keine Elektrode des Messsensors und zusätzlich zum Heizelement sind zwei Elektroden zur Erfassung des Widerstandswerts vorgesehen.

[0036] Bezüglich der trinkwasserkonformen Materia- lien sei insbesondere Edelstahl, wie beispielswei- se Edelstahl, aufgrund dessen einfachen Beschaf- fung, Korrosionsbeständigkeit, Resistenz gegen Fou- ling bzw. Kalkablagerungen und organische Effek- te erwähnt. Des Weiteren sind Metallbeschichtete, eloxierte, verchromte und vernickelte Materialien wie Metalle, Kunststoffe, Nichteisenmetalle und Sinter- werkstoffe denkbar.

[0037] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Er- findung verläuft eine durch die Elektroden gebildete Messstrecke quer zur Strömungsrichtung. Die durch die Elektroden gebildete Messstrecke stellt die kür- zeste Verbindung innerhalb der fluidführenden Lei- tung zwischen den Elektroden dar. Bevorzugt ver- läuft die Messstrecke quer, insbesondere, orthogonal zur Strömungsrichtung. Dadurch können Störströme verhindert werden und eine Beeinflussung der Strö- mung sowie Druckverluste minimiert werden. Zusätz- lich wird die Messung nicht von dem Ableitstrom be- einflusst.

[0038] Des Weiteren wird die Messeinrichtung mit Wechselstrom wie vorzugsweise Sicherheitskleinspannung betrieben. Dadurch werden unerwünschte Elektrolyseeffekte an der Messeinrichtung, insbesondere an den Elektroden, vermieden. Um störende Polarisierungseffekte an der Messeinrichtung, insbesondere an den Elektroden, zu minimieren ist ferner bevorzugt, dass die Messeinrichtung im Niederspannungsbereich betrieben wird.

[0039] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Steuerungseinrichtung einen Mikroprozessor, der eingerichtet ist, den Istwert nach Analog-/Digitalwandlung digital zu verarbeiten.

[0040] Ferner wird die Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum Steuern eines elektrischen Warmwasserbereiters, insbesondere elektronischen Durchlauferhitzers zur Warmwasserbereitung, umfassend: Detektieren eines Widerstands eines durch einen Strömungskanal des Warmwasserbereiters strömenden Fluids mittels eines Messensors, der zwei voneinander beabstandete, in den Strömungskanal reichende Elektroden aufweist und zum Detektieren eines Widerstands des Fluids durch Anlegen einer Wechselspannung zwischen den zwei voneinander beabstandeten Elektroden ausgebildet ist; und Steuern der Heizleistung des Heizelements in Abhängigkeit des detektierten Widerstands, insbesondere Unterbrechen der Heizleistung bei Unterschreiten und/oder Überschreiten eines Schwellwertes des Widerstands.

[0041] Das erfindungsgemäße Verfahren erfordert demnach nicht notwendigerweise eine Datenverarbeitung des detektierten Widerstandes. Vielmehr ist ausreichend, dass für den detektierten Wert, beispielsweise mittels einer Widerstandsbrücke, festgestellt wird, ob der Wert einen Schwellwert unter- und/oder überschreitet.

[0042] Zur Vermeidung von Wiederholungen wird im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auf die zuvor gemachten Ausführungen des erfindungsgemäßen Durchlauferhitzers verwiesen. In den entsprechenden Textpassagen sind die Funktionen des Durchlauferhitzers bereits beschrieben, die jeweils auch auf die verfahrensgegenständlichen Merkmale zutreffen und entsprechende Ausführungsformen darstellen.

[0043] Weitere bevorzugte und/oder zweckmäßige Merkmale und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibung. Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren näher beschrieben. Ähnliche oder gleiche Bauteile sind mit denselben Bezugszeichen bezeichnet.

[0044] Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Durchlauferhitzers;

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Funktionsweise eines erfindungsgemäßen Durchlauferhitzers;

Fig. 3 ein Schaltplan für eine bevorzugte Schaltung eines erfindungsgemäßen Durchlauferhitzers;

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines Warmwasserauslass-seitigen Flansches eines Durchlauferhitzers;

Fig. 5 beispielhafte Anordnungen von Messsensoren eines erfindungsgemäßen Durchlauferhitzers.

[0045] **Fig. 1** zeigt ein Haustechnikgerät **100**, insbesondere einen elektrischen Durchlauferhitzer, mit einer fluidführenden Leitung **9, 10, 11**, in dem sich in einem Leitungsabschnitt **9** ein Heizelement **12** zum Erwärmen des durch die Leitung (**9, 10, 11**) strömenden Fluids erstreckt. Das Heizelement **12** kann als Blankdraitheizelement oder Rohrheizelement, vorzugsweise Blankdraitheizelement, ausgebildet sein. Das Haustechnikgerät umfasst ferner einen Kaltwasserreinlass **6** zum Anschluss an eine wasserzuführende Wasserleitung und einen Warmwasserauslass **7**. Der Warmwasseranschluss **7** kann über eine nicht dargestellte Warmwasserleitung mit einem Wasserhahn verbunden sein.

[0046] Insbesondere wenn es sich bei dem Heizelement **12** um ein Blankdrahtelement handelt, weist die Leitung vor und hinter dem Heizelement **12** eine Vorschaltstrecke **10** und eine Nachschaltstrecke **11** auf. Dabei handelt es sich um unbeheizte Kanäle, die als Widerstandsstrecken, für die am stromdurchflossenen Heizelement **12** anstehenden hohen Spannungen dienen, so dass an den Anschlüssen **6, 7** kein hoher Ableitstrom fließt. Bei einem bestimmungsgemäßen Anschluss der Anschlüsse **6, 7** an einen Schutzleiter fließt der Ableitstrom über den Schutzleiter ab.

[0047] Das Haustechnikgerät umfasst einen Messsensor **21** sowie eine elektronische Steuerungseinrichtung **3**. Der Messsensor **21** ist zum Erfassen eines elektrischen Widerstands ausgestaltet. Die Steuerungseinrichtung **3** ist zum Steuern einer Heizleistung des Heizelements **12** unter Berücksichtigung des Widerstandswertes und einem vordefinierten Widerstandsbereich eingerichtet. Ein detektierter Widerstandswert muss nicht weiterverarbeitet, beispielsweise digitalisiert werden, es ist vielmehr ausreichend, dass ein Sollwert/Istwert-Abgleich, beispielsweise unter Verwendung einer Widerstandsbrücke, durchgeführt wird. Optional kann ein Warnsignal an eine Empfangseinheit gesendet werden. Bei der Empfangseinheit kann es sich um ein Bedien-

teil **5**, eine am Haustechnikgerät angeordnete Warn- und/oder Kontrollleuchte und/oder ein mobiles Endgerät eines Nutzers handeln (nicht dargestellt). In der in **Fig. 1** dargestellten Ausgestaltung ist der Messsensor **21** Teil einer Messeinrichtung **20**, die vorzugsweise von der Steuerungseinrichtung **3** galvanisch getrennt geschaltet ist.

[0048] Das Haustechnikgerät **100** kann ferner einen, mehrere oder folgende in **Fig. 1** dargestellte Komponenten aufweisen.

- Einen Einlasstemperatursensor **4** und/oder Auslasstemperatursensor **8**, der in einem zu dem Heizelement **12** zuführenden Leitungsabschnitt **10** (Vorschaltstrecke) bzw. in einem von dem Heizelement **12** abführenden Leitungsabschnitt **11** (Nachschaltstrecke) angeordnet sein kann; und/oder
- Einen Durchflusssensor **2**, der in der Leitung **9**, **10**, **11**, bspw. in der Vorschaltstrecke **10**, angeordnet sein kann; und/oder
- Ein Ventil **1** (in **Fig. 1** als motorbetriebenes Ventil dargestellt), das in der Vorschaltstrecke **10** angeordnet sein kann; und/oder
- Ein Bedienteil **5** zum Bedienen und/oder Warten des Haustechnikgeräts **100**.

[0049] Vorzugsweise sind die vorgenannten Bestandteile (sofern vorhanden) mit der Steuerungseinrichtung **3** funktional gekoppelt, so dass die Steuerungseinrichtung **3** im fehlerfreien Betrieb (d.h., sofern der gemessene Widerstand innerhalb des Toleranzbereichs liegt) die Heizleistung von dem Heizelement **12** und/oder Ventilstellung von dem Ventil **1** in Abhängigkeit vom Durchfluss und/oder Eingangs- und/oder Ausgangstemperatur des Fluids und/oder einer gewünschten (vorbestimmten) Warmwassertemperatur steuert.

[0050] Grundlegende und bevorzugte Funktionen des erfindungsgemäßen Systems zum Steuern von dem Haustechnikgerät **100** werden im Folgenden unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben. Stellt ein Nutzer eine Warmwasseranfrage an das Haustechnikgerät **100**, bspw. durch Öffnen einen Zapfhahn, bspw. für eine Dusche, so fließt Wasser durch die Leitung **9**, **10**, **11** des Haustechnikgeräts **100**, und der Durchflusssensor **2** registriert den Warmwasserbedarf. Der Durchflusssensor **2** sendet einen Warmwasserbedarfssignal an die Steuerungseinrichtung **3**. Nach Empfangen des Warmwasserbedarfssignals wird die Steuerungseinrichtung **3** aus dem Ruhezustand aufgeweckt und, nach einer möglichen Initialisierungsphase, in einen Startbetriebszustand versetzt.

[0051] Im Startbetriebszustand fragt die Steuerungseinrichtung von der Messeinrichtung **20** den durch

den Messsensor **21** ermittelten (montanen) Istwert ab. Durch Abgleich **E** des Istwerts und eines vordefinierten Sollwerts (Istwert-Sollwert-Abgleich) steuert die Steuerungseinrichtung **3** die Heizleistung des Heizelements **12** wie folgt. Liegt der Istwert in einem vordefinierten Sollwertebereich, so wird die Heizfreigabe **H** erteilt. Andernfalls liegt ein Fehlerzustand vor und es wird keine Heizfreigabe **NH** erteilt. Vorzugsweise führt die Messeinrichtung **20** die Messung mit einer definierten Messspannung (AC) durch. Dabei können der Wasserwiderstand und folglich daraus der Leitwert des Wassers bestimmt werden.

[0052] Ist der Leitwert zu hoch wird keine Heizfreigabe erteilt und das Gerät schaltet in den Fehlerzustand - das Gerät heizt nicht. Der Fehlerzustand kann in dem Bedienteil **5** angezeigt werden. Es ist weiterhin möglich, dass der Fehlerzustand über ein Schließen der Warmwasseranfrage /des Zapfhahns zurückgesetzt werden kann. Mit anderen Worten ist die Steuerungseinrichtung **3** derart eingerichtet, dass sie durch ein Schließen des Zapfhahns, was wiederum mittels des Durchflusssensors **2** ermittelt werden kann, in den Ruhezustand versetzt wird. Dadurch ist das Haustechnikgerät **100** für eine erneute Warmwasseranfrage bereit und kann durch Registrieren einer Warmwasseranfrage aus dem Ruhezustand in den oben beschriebenen Startbetriebszustand versetzt werden.

[0053] Ist der Wasserwiderstand in der Toleranz, wird die Heizfreigabe von der Steuerungseinrichtung **3** erteilt und das Haustechnikgerät **100** beginnt den Heizprozess - es fließt warmes Wasser. Im Bedienteil **5** kann optional die voreingestellte Solltemperatur angezeigt werden. Nach Erteilen der Heizfreigabe, im sogenannten Heizbetrieb, wird über die interagierenden Komponenten (Steuerungseinrichtung **3**, Messeinrichtung **20**, Messsensor **21**) vorzugsweise eine kontinuierliche Messung durchgeführt und die im Startbetriebszustand durchgeführte Funktion wiederholt durchgeführt. Während des gesamten Betriebs bzw. der gesamten Benutzung des Haustechnikgeräts **100** wird durch das entwickelte System der Leitwert des Wassers kontinuierlich überwacht.

[0054] Der Sollwert-Istwert-Abgleich kann erfolgen, indem zwei Messungen durchgeführt werden und der arithmetische Mittelwert (normal und invertierte Werte) gebildet wird. Der arithmetische Mittelwert des Istwerts wird mit dem Sollwertbereich abgeglichen. Als Ergebnis genügt eine binäre Bewertung gemäß „innerhalb der Toleranz“ bzw. „außerhalb der Toleranz“. Das Ergebnis der Bewertung kann per Telegramm verschickt werden.

[0055] Der Sollwertbereich ist bevorzugt softwareseitig parametrierbar bzw. einstellbar. Insbesondere ist es bevorzugt, dass der Sollwertebereich (und somit die Abschaltgrenzen) werkseitig in der Soft-

ware implementiert sind und es nicht möglich ist, dass durch einen Benutzer oder einen Servicetechniker der Sollwertebereich manipuliert oder verändert werden kann.

[0056] Bezugnehmend auf **Fig. 3** wird nun eine bevorzugte Schaltung des erfindungsgemäßen Systems zum Steuern des Haustechnikgeräts **100** beschrieben. Über einen I2C Anschluss werden Versorgungsspannung und I2C Datenleitungen vom Haustechnikgerät **100** zur Ermittlung des Istwerts (Leitwertmessung) realisiert. Ein DCDC Wandler stellt die Isolierung der Versorgungsspannung und ein I²C Iso Baustein die Isolierung der Datenleitung sicher. Zur Entkopplung der restlichen Schaltung vom DCDC Wandler ist vorzugsweise eine 3V3 Linearregler vorgesehen. Dieser versorgt einen Mikrocontroller, den I2C Baustein sekundär, zwei Treiberstufen **30** und eine Verstärkerstufe **31**. Der Mikrocontroller erzeugt über die zwei Treiberstufen **30** eine 3V3 Wechselspannung. Diese wird auf einen Widerstandsteiler aus Vorwiderstand R_v und Wasserwiderstand R_w aufgeprägt. Über die Verstärkerstufe **31** wird das Messsignal zum Mikrocontroller geleitet, dort ausgewertet und per I²C Bus an die Steuerungseinrichtung **3** weitergegeben.

[0057] **Fig. 4** zeigt eine perspektivische Ansicht eines warmwasserauslassseitigen Flansches **15** des Haustechnikgeräts **100** mit als Elektroden **22, 22'** ausgestaltetem Messsensor **21**. Aus Blech gefertigte elektrisch leitende Niederhalter **23** sind mittels Befestigungsschrauben **26** an der Gehäuseoberseite des Flansches **15** befestigt und leiten das Messsignal der Messsensoren **22, 22'** über Kabelschuhhülsen **24** weiter. Die Messsensoren **22, 22'** sind mittels Befestigungsmuttern **25** mit dem Niederhalter **23** elektrisch leitend verbunden und in Axialrichtung der Messsensoren **22, 22'** fixiert.

[0058] **Fig. 5** zeigt beispielhafte Anordnungen von als Elektroden **22, 22'** ausgebildeten Messsensoren **21** im Haustechnikgerät **100**.

[0059] Anordnung A stellt eine Schuko-Stecker-Version ohne metallischen Niederhalter dar. Dabei ragt der Stecker **27** über in einem Bauteil, wie bspw. dem Flansch **15**, befindliche Öffnungen in einen fluidführenden Leitungsabschnitt, der vorzugsweise in der Nachschaltstrecke **11** angeordnet ist. Der Stecker **27** kann mittels Schrauben, Klammer oder über die Klemmkraft des Steckers **27** am Bauteil befestigt sein. Mittels auf den Elektroden **22, 22'** befindlichen O-Ringen, einer Flachdichtung an jeder Elektrode **22, 22'** oder einer großen Flachdichtung zwischen dem Stecker **27** und dem Bauteil (bspw. Flansch **15**) kann die Leitung **11** abgedichtet werden.

[0060] Anordnung B zeigt eine ähnliche Anordnung nach dem Prinzip einer Schuko-Steckdose. Hier kön-

nen die wieder als Elektroden **22, 22'** ausgestaltete Messsensoren **21** dauerhaft - beispielsweise durch Umspritzen, Vergießen, Verkleben, Verschweißen - in einem fluidführenden Bauteil befestigt sein, so dass die Messsensoren **22, 22'** in das durch die Leitung **11** fließende Fluid hineinragen. Mittels Stecker **27** kann eine elektrische Federverbindung zu den Elektroden **22, 22'** hergestellt werden, um ein elektrisches Signal abzugreifen.

[0061] Gemäß Anordnung C sind die Elektroden **22, 22'** als zwei zueinander parallel beabstandete Schrauben ausgebildet.

[0062] In der Variante gemäß Anordnung D ist der Messsensor **21** als zwei zueinander coaxial beabstandete Elektroden **22, 22'** ausgestaltet.

[0063] Anordnung E zeigt eine Draufsicht von zwei auf einer Platine verschraubte Elektroden **22, 22'** als Messsensor **21** mit Leiterbahnen zur Ableitung des Messsignals, das mittels an die Platine anschließbarem Raststecker weitergeleitet werden kann.

[0064] In Anordnung F ist der Messsensor **21** als zwei in ein aus Kunststoff gefertigtes fluidführendes Bauteil vergossene Elektroden **22, 22'** ausgestaltet.

[0065] Anordnung G zeigt eine Anordnung, in der der Messsensor **21** durch eine Schraube **22** und ein elektrisch leitendes Bauteil (z.B. Wasserauslauf) **22'** gebildet ist.

[0066] In Anordnung H ist am Warmwasserauslauf ein elektrisch nichtleitendes Bauteil **28** zwischen zwei elektrisch leitenden, als Elektroden **22, 22'** dienende Leitungsabschnitte angeordnet. Mittels Flachdichtungen kann die Anordnung abgedichtet werden.

Bezugszeichenliste

1	Motorisiertes Ventil
2	Durchflusssensor
3	Steuerungseinrichtung
4	Einlasstemperatursensor
5	Bedienteil
6	Kaltwassereinlass
7	Warmwasserauslass
8	Auslasstemperatursensor
9, 10, 11	Fluidführende Leitung
12	Heizelement
14	Flussrichtung Warmwasserauslauf
15	Warmwasserauslassseitiger Flansch

20	Messeinrichtung
21	Messsensor
22, 22'	Elektroden
23	Niederhalter
24	Kabelschuhülse
25	Mutter
26	Befestigungsschraube
27	Stecker
28	Nichtleitendes Material
30	Treiberstufe
31	Verstärkerstufe
100	Haustechnikgerät
E	Ergebnis Sollwert-Istwert-Abgleich
H	Heizelement aktiv
NH	Heizelement inaktiv

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 2840404 [0004]
- WO 2014/098943 A1 [0005]

Patentansprüche

1. Elektrischer Warmwasserbereiter (100) mit spannungsführenden Heizkörperoberflächen im Wasser, insbesondere elektronischer Durchlauferhitzer, Heißwassersystem, Trinkwasser-Wärmepumpe, Kleinspeicher, Wandspeicher, Standspeicher und/oder Kochendwassergerät, mit

- einem Strömungskanal (9, 10, 11), der eine Vorschaltstrecke (9), eine Heizstrecke (10) und eine Nachschaltstrecke (11) umfasst,
- einem Heizelement (12), insbesondere einem Blankdrahtheizelement, das im Bereich der Heizstrecke angeordnet ist,
- einem Messsensor (21), der zwei voneinander beabstandete, in den Strömungskanal reichende Elektroden (22, 22') aufweist und zum Messen eines Widerstands eines durch den Strömungskanal (9, 10, 11) strömenden Fluids durch Anlegen einer Wechselspannung zwischen den zwei voneinander beabstandeten Elektroden (22, 22') ausgebildet ist; und
- einer elektronischen Steuerungseinrichtung (3) zum Steuern des elektrischen Warmwasserbereiters, wobei die elektronische Steuerungseinrichtung (3) dazu ausgebildet ist, eine Heizleistung des Heizelements (12) in Abhängigkeit des gemessenen Widerstands zu steuern, insbesondere die Heizleistung bei Unterschreiten und/oder Überschreiten eines Schwellwertes des Widerstands zu unterbrechen.

2. Warmwasserbereiter (100) nach Anspruch 1, wobei die Steuerungseinrichtung (3) eingerichtet ist, um zu bestimmen, ob der gemessene Widerstand unterhalb, innerhalb oder oberhalb eines vordefinierten Sollwertebereichs liegt und in Abhängigkeit davon die Heizleistung des Heizelements (12) zu steuern.

3. Warmwasserbereiter (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Messsensor (21) in der Nachschaltstrecke (11) angeordnet ist.

4. Warmwasserbereiter (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei eine durch die Elektroden (22, 22') gebildete Messtrecke quer zur Strömungsrichtung verläuft.

5. Warmwasserbereiter (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Messsensor (21) zur wiederholten, insbesondere zur kontinuierlichen Messung des Widerstands ausgebildet ist.

6. Warmwasserbereiter (100) nach Anspruch 5, wobei die Steuerungseinrichtung (3) eingerichtet ist, wiederholt, vorzugsweise kontinuierlich, zu bestimmen, ob ein wiederholt bzw. kontinuierlich gemessener Widerstand unterhalb, innerhalb oder oberhalb eines vordefinierten Sollwertebereichs liegt.

7. Warmwasserbereiter (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Steuerungseinrichtung

(3) und/oder die Messeinrichtung (20) einen Manipulationsschutz aufweist, wobei die Steuerungseinrichtung (3) bzw. die Messeinrichtung (20) insbesondere eingerichtet ist, um einen Kurzschluss oder eine Unterbrechung in einem Messschaltkreis, der den Messsensor (21) umfasst, und/oder eine Unterbrechung der Spannungsversorgung der Steuerungseinrichtung zu detektieren.

8. Warmwasserbereiter (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Messsensor (21) Teil einer Messeinrichtung (20) ist, die von der Steuerungseinrichtung (3) galvanisch getrennt ist.

9. Warmwasserbereiter (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Elektroden (22, 22') von unterschiedlichen Seiten in den Strömungskanal geschraubt sind und insbesondere Dichtungen, vorzugsweise O-Ring-Dichtungen, aufweisen.

10. Verfahren zum Steuern eines elektrischen Warmwasserbereiters (100), insbesondere elektronischen Durchlauferhitzers (100) Heißwassersystem, Trinkwasser-Wärmepumpe, Kleinspeicher, Wandspeicher, Standspeicher und/oder Kochendwassergerät zur Warmwasserbereitung, umfassend:

- Detektieren eines Widerstands eines durch einen Strömungskanal (9, 10, 11) des Warmwasserbereiters (100) strömenden Fluids mittels eines Messsensors (21), der zwei voneinander beabstandete, in den Strömungskanal reichende Elektroden (22, 22') aufweist und zum Detektieren eines Widerstands des Fluids durch Anlegen einer Wechselspannung zwischen den zwei voneinander beabstandeten Elektroden (22, 22') ausgebildet ist; und
- Steuern der Heizleistung des Heizelements (12) in Abhängigkeit des detektierten Widerstands, insbesondere die Heizleistung bei Unterschreiten und/oder Überschreiten eines Schwellwertes des Widerstands zu unterbrechen.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

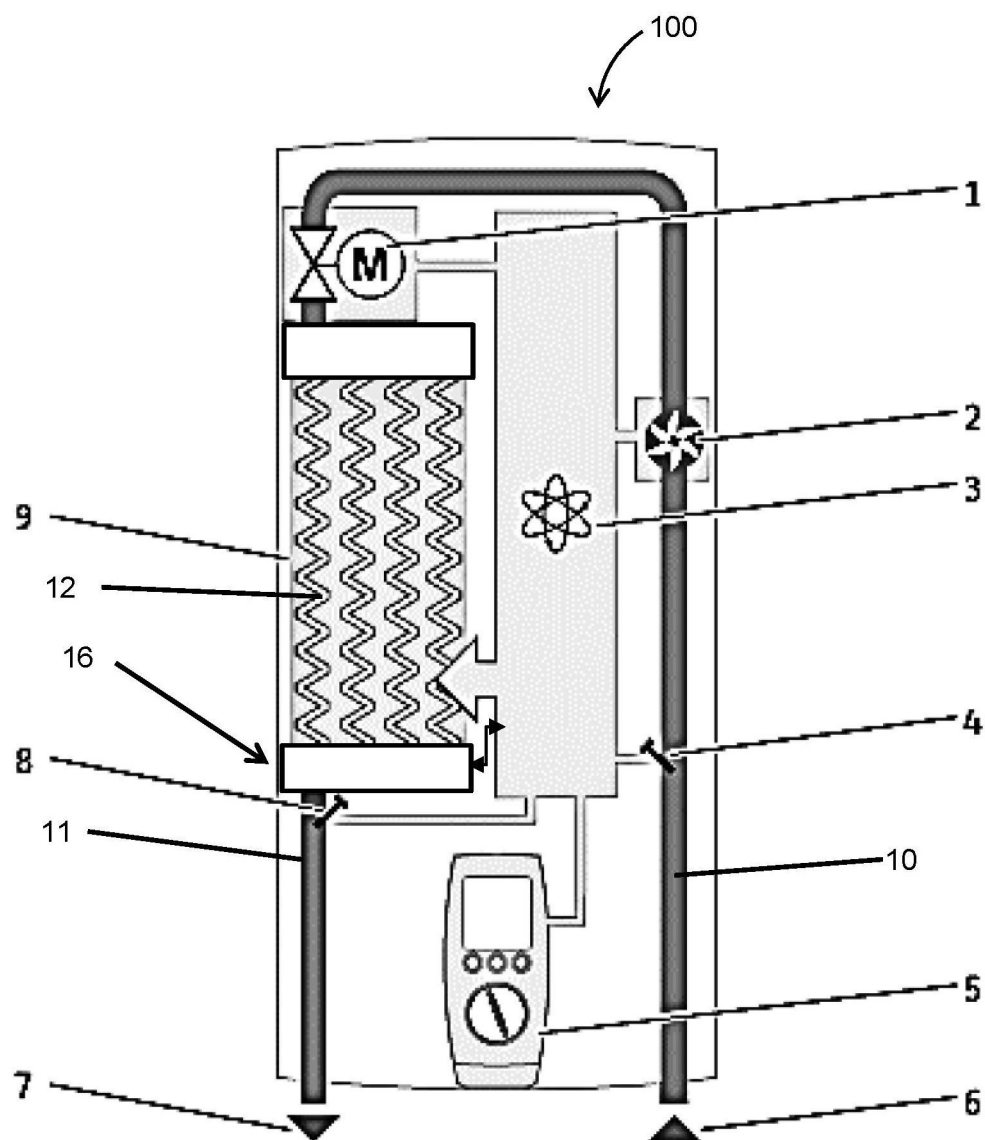


Fig. 2

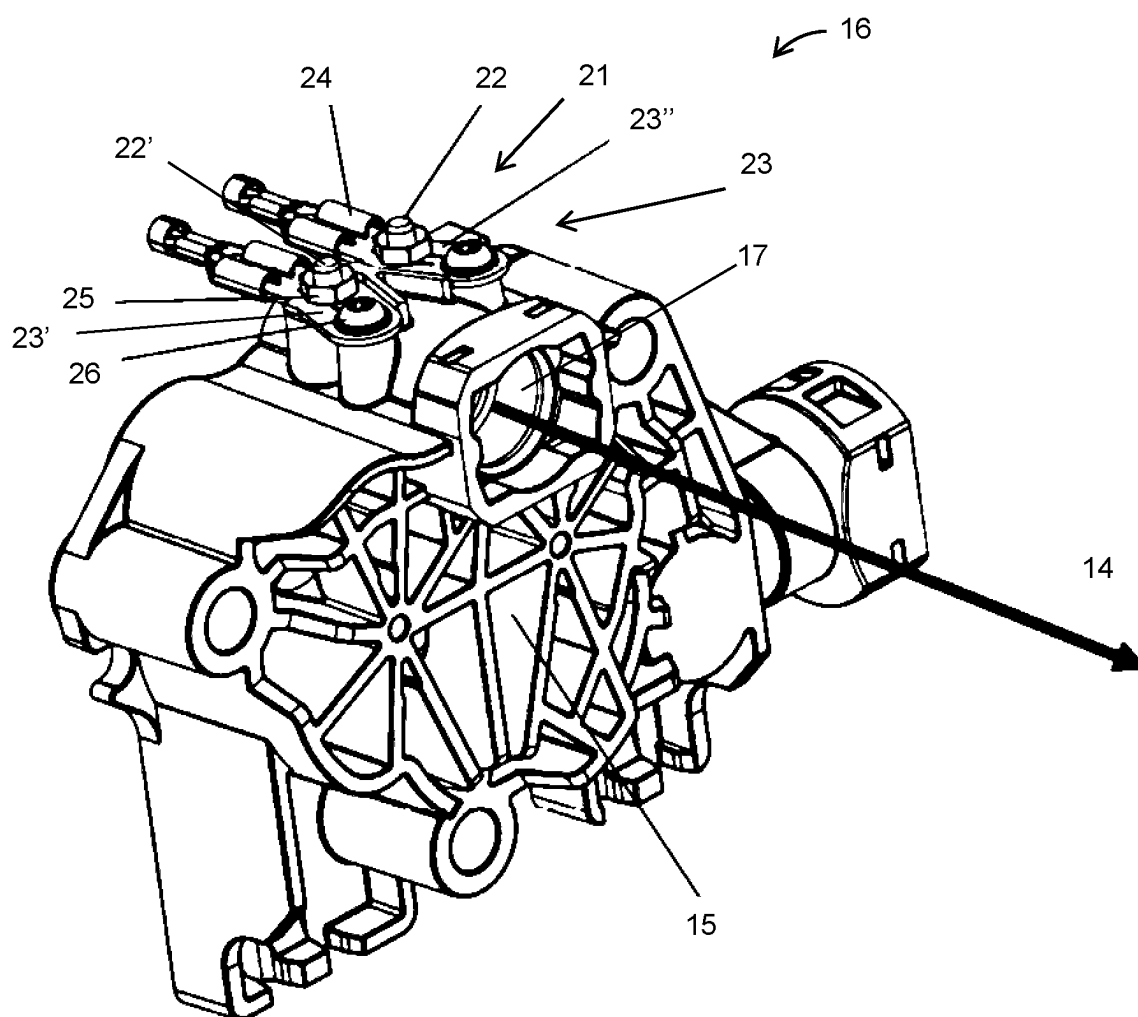


Fig. 3

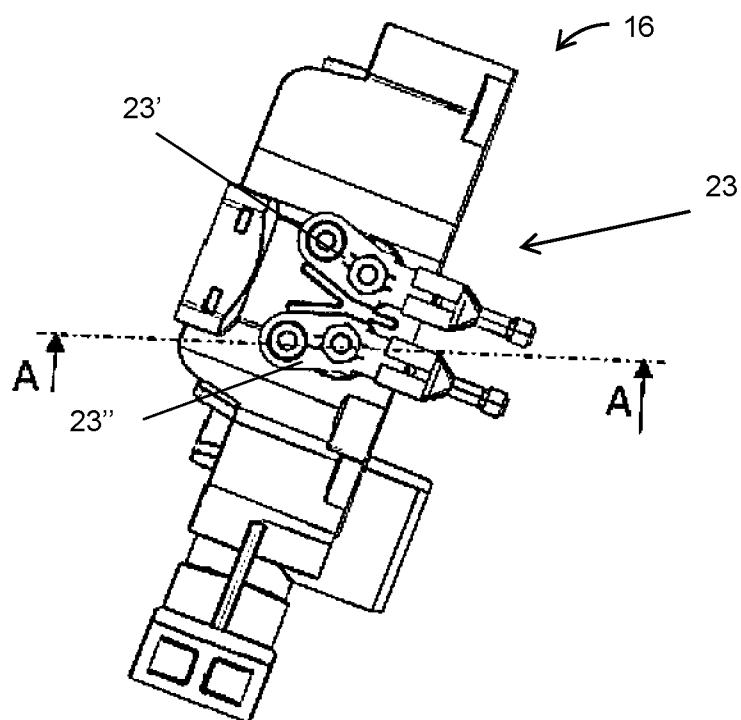
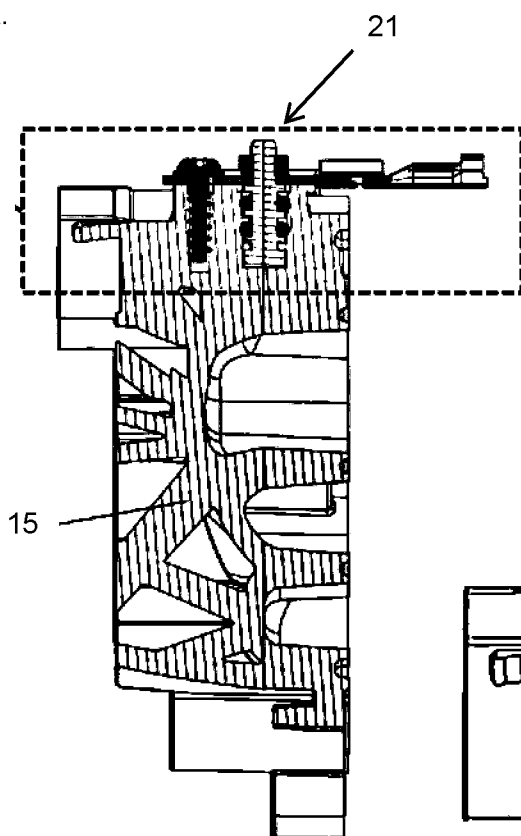


Fig. 4

A.



B.

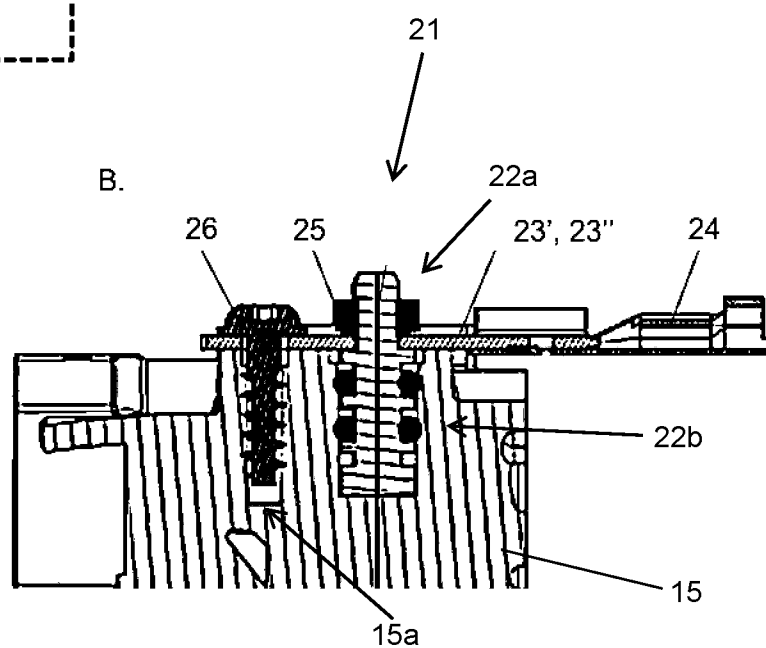
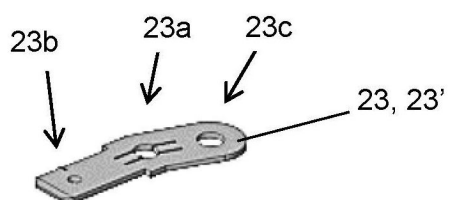
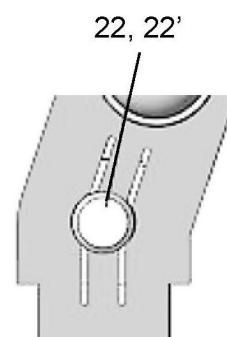


Fig. 5

A.



B.



C.

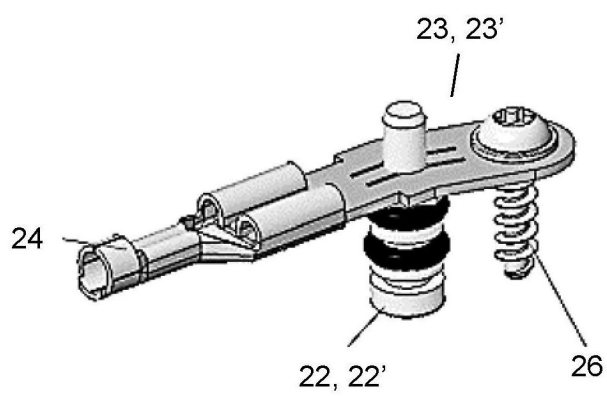
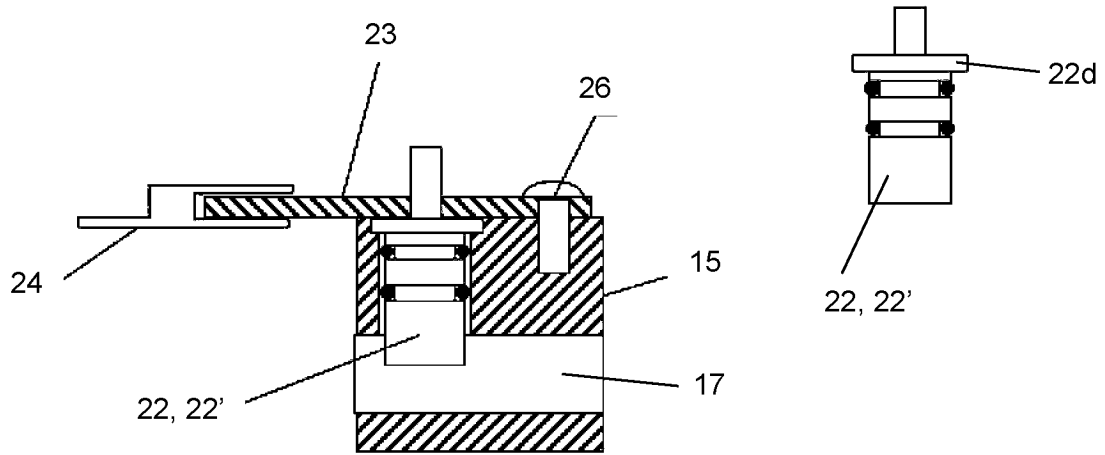
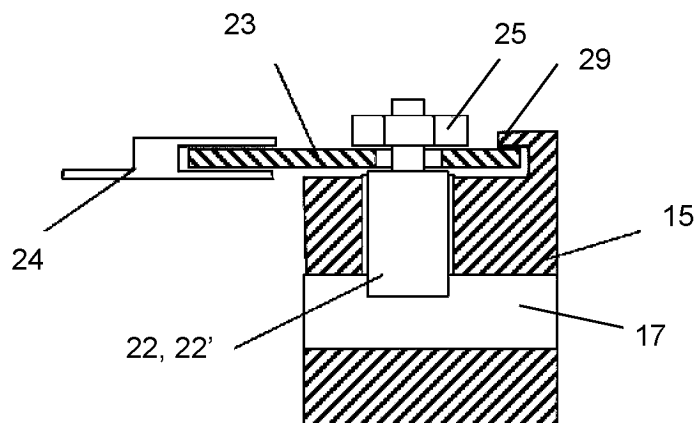


Fig. 6

A.



B.



C.

