

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50157/2015  
(22) Anmeldetag: 27.02.2015  
(45) Veröffentlicht am: 15.08.2021

(51) Int. Cl.: **C02F 1/42** (2006.01)  
**C02F 1/00** (2006.01)  
**F24D 19/00** (2006.01)

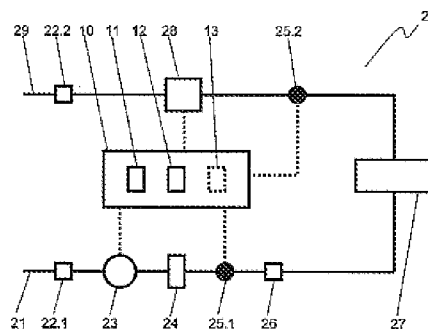
(56) Entgegenhaltungen:  
EP 2272802 A1  
WO 2008057801 A2  
DE 102007009959 A1  
DE 102007055132 A1

(73) Patentinhaber:  
perma-trade Wassertechnik GmbH  
71229 Leonberg (DE)

(74) Vertreter:  
Dr. Müllner Dipl.-Ing. Katschinka OG,  
Patentanwaltskanzlei  
1014 Wien (AT)

### (54) Steuerungseinrichtung und Verfahren zur Steuerung einer Entmineralisierungseinrichtung

(57) Die Erfindung betrifft eine Steuerungseinrichtung (10) mit einer angeschlossenen Eingabeeinheit (11) zur Steuerung einer Vorrichtung zum Einstellen des pH-Wertes und zur gleichzeitigen Entmineralisierung des Heizungswassers einer Heizungsanlage mittels einer Entmineralisierungseinrichtung (20). Dabei ist es vorgesehen, dass die Steuerungseinrichtung (10) eine Verarbeitungseinrichtung (13) aufweist, von der über die Eingabeeinheit (11) eingegebene Materialdaten, welche die Materialeigenschaft zumindest eines Teils des Leitungssystems des Heizungskreislaufs bezeichnen, alleine oder in Verbindung mit ergänzenden Daten derart umsetzbar sind, dass eine zweite Ziel-Leitfähigkeit für das Heizungswasser nach dem Ionentauscher (27) gebildet wird. Die Erfindung betrifft weiterhin ein entsprechendes Verfahren zur Steuerung einer Entmineralisierungseinrichtung (20). Die Steuerungseinrichtung (10) und das Verfahren ermöglichen die Entmineralisierung und die Einstellung des pH-Wertes des Heizungswassers unterschiedlicher Heizungsanlagen.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Steuerungseinrichtung mit einer angeschlossenen Eingabeeinheit zur Steuerung einer Vorrichtung zum Einstellen des pH-Wertes und zur gleichzeitigen Entmineralisierung des Heizungswassers einer Heizungsanlage mittels einer Entmineralisierungseinrichtung bis zum Erreichen einer ersten Ziel-Leitfähigkeit, wobei das Heizungswasser in Fließrichtung über einen ersten Leitfähigkeitssensor zur Bestimmung einer ersten Leitfähigkeit, einen Ionentauscher, aufweisend Anionen- und Kationentauscher, und einen nach dem Ionentauscher angeordneten zweiten Leitfähigkeitssensor zur Bestimmung einer zweiten Leitfähigkeit geleitet ist und wobei die Entmineralisierungseinrichtung in einem Nebenschluss zu einem Heizungskreislauf der Heizungsanlage geschaltet ist.

**[0002]** Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Steuerung einer in einem Nebenschluss zu einem Heizungskreislauf einer Heizungsanlage angeordneten Entmineralisierungseinrichtung zum Entmineralisieren und zum Einstellen des pH-Wertes des Heizungswassers der Heizungsanlage in einen vorgegebenen pH-Wert-Zielbereich, wobei das Heizungswasser in dem Nebenschluss über einen Ionentauscher, enthalten einen Kationentauscher und einen Anionentauscher, geleitet wird und wobei eine erste Leitfähigkeit des Heizungswassers durch einen in Strömungsrichtung vor dem Ionentauscher angeordneten ersten Leitfähigkeitssensor und eine zweite Leitfähigkeit des Heizungswassers durch einen in Strömungsrichtung nach dem Ionentauscher angeordneten zweiten Leitfähigkeitssensor bestimmt wird.

**[0003]** Praktisch in jeder Heizung wird Wasser als Wärmeträgermedium verwendet. Dabei kommt es zu Wechselwirkungen des Wassers und der Wasserbestandteile mit den Heizungswerkstoffen, wobei Schäden durch Korrosionsreaktionen und Belagsbildung entstehen.

**[0004]** Besonders durch die Steigerung der Wirkungsgrade von Heizungsanlagen wurden die Heizflächenbelastungen ( $\text{kW/m}^2$ ) und somit die Oberflächentemperaturen der Wärmeübertragungsflächen an der Wasserseite in den letzten Jahren zunehmend gesteigert. Dies hat zur Folge, dass eine Belagsbildung im Bereich der Flamm- und Rauchgasrohre bei modernen Heizkesseln wesentlich stärkere Auswirkungen hat, als bei älteren Modellen. Je Millimeter Belagsstärke ergeben sich Wirkungsgradverluste von bis zu 15 %.

**[0005]** Aus diesen Gründen wird bei großen Anlagen schon immer enthärtetes bzw. entmineralisiertes Wasser eingesetzt, um den gefürchteten Kesselstein zu verhindern und um mögliche Korrosionsvorgänge weitgehend zu inhibieren. Um letzteres zu gewährleisten, müssen zusätzlich ein erhöhter pH-Wert eingestellt und gegebenenfalls auch chemische Inhibitoren zugesetzt werden.

**[0006]** Was seit längerer Zeit für große Anlagen gilt, wird nun auch auf Klein- bzw. Kleinstanlagen ausgedehnt.

**[0007]** Aus der DE 10 2005 036 356 ist eine Vorrichtung zum Behandeln von Heizungswasser bekannt. Dabei wird eine wasserdurchflossene Kammer verwendet, in der eine Mischung aus sauren und basischen Ionentauscherelementen gehalten ist. Zur Befüllung von Heizungsanlagen wird diese Anordnung an das Frischwassernetz und die zu befüllende Heizungsanlage angeschlossen. Das Frischwasser wird in der Entmineralisierungseinheit behandelt und entmineralisiert, wobei es auf einen pH-Wert im Bereich zwischen 8 und 11 überführt wird. Liegt das Heizungswasser mit einem pH-Wert  $\leq 8$  vor, so muss gezielt der pH-Wert angehoben werden, bis das Wasser den gewünschten pH-Wert-Zielbereich erreicht.

**[0008]** Ist das Ausgangswasser nun leicht sauer, so muss es alkalisiert werden, um den gewünschten Ziel-pH-Wert zu erreichen. Hierzu ist dann eine entsprechende Mischung an Ionentauscherelementen in der Mischbetteinheit einzusetzen.

**[0009]** Sind in dem Heizungskreislauf Aluminiumbauteile enthalten, so ist der pH-Wert im Alkalischen stärker, beispielsweise auf einen Bereich zwischen 8,2 und 8,5, einzugrenzen, um dessen Korrosion zu vermeiden. Die Bestimmung des pH-Wertes des Heizungswassers erfolgt dabei vorzugsweise indirekt über eine Leitfähigkeitsmessung. Die Leitfähigkeit von zumindest teilsalzhaltigem Wasser korreliert mit dem pH-Wert, wobei die Zuordnung nicht eindeutig ist und von

weiteren Faktoren abhängt.

**[0010]** Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Steuerungseinrichtung bereitzustellen, welche es ermöglicht, durch entsprechende Steuerung einer Entmineralisierungseinrichtung einen geeigneten pH-Wert-Bereich für eine vorliegende Heizungsanlage einzustellen.

**[0011]** Es ist weiterhin Aufgabe der Erfindung, ein entsprechendes Verfahren bereitzustellen.

**[0012]** Die die Steuerungseinrichtung betreffende Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, dass die Steuerungseinrichtung eine Verarbeitungseinrichtung aufweist, von der über die Eingabeeinheit eingegebene Materialdaten, welche die Materialeigenschaft zumindest eines Teils des Leitungssystems des Heizungskreislaufs bezeichnen, alleine oder in Verbindung mit ergänzenden Daten derart umsetzbar sind, dass eine zweite Ziel-Leitfähigkeit für das Heizungswasser nach dem Ionentauscher gebildet wird.

**[0013]** Der in der zu entmineralisierenden Heizungsanlage verwendete, insbesondere metallische Werkstoff wird über die Eingabeeinheit eingegeben und bei der Festlegung eines geeigneten pH-Wert-Zielbereichs für diese Anlage berücksichtigt. So kann beispielsweise für Heizungsanlagen, in denen Aluminium verbaut ist, ein eingegrenzter pH-Wert-Zielbereich vorgesehen werden, beispielsweise in einem Bereich zwischen 8,2 und 8,5, während bei Anlagen ohne Aluminiumteile ein pH-Wert-Zielbereich zwischen 8,5 bis 11 ausgegeben wird. Aus dem vorgegebenen pH-Wert-Zielbereich wird die zweite Ziel-Leitfähigkeit für das Heizungswasser nach dem Ionentauscher gebildet. Dabei können ergänzende Daten berücksichtigt werden. Die zweite Ziel-Leitfähigkeit kann ebenfalls als Bereich ausgebildet sein.

**[0014]** Zur Behandlung des Heizungswassers einer bestehenden Heizungsanlage werden eine erste Ziel-Leitfähigkeit des Heizungswassers vor dem Ionentauscher und eine zweite Ziel-Leitfähigkeit des Heizungswassers nach dem Ionentauscher vorgegeben. Durch Einstellen der ersten Ziel-Leitfähigkeit wird eine geeignete Entsalzung des Heizungswassers sichergestellt, um Ablagerungen sicher zu vermeiden. Durch die Einhaltung der zweiten Ziel-Leitfähigkeit wird der pH-Wert des Heizungswassers so eingestellt, dass auch eine Korrosion der Heizungsanlage sicher vermieden wird. Der pH-Wert-Zielbereich oder die zweite Ziel-Leitfähigkeit müssen dazu nicht direkt von dem Bedienpersonal auf Basis von Erfahrungen oder entsprechender Vorgaben eingegeben werden. Es müssen lediglich die in dem Heizungskreislauf vorliegenden Materialien und gegebenenfalls weitere ergänzende Daten eingegeben werden, wodurch fehlerhafte Einstellungen bei der Aufbereitung weitestgehend vermieden werden können.

**[0015]** Die Entmineralisierungseinrichtung ermöglicht so beispielsweise auch die Behandlung des Heizungswassers von älteren Heizungsanlagen, welche mit enthärtetem Heizungswasser befüllt wurden. Deren Heizungswasser hat sich durch die Bildung von Soda selbst alkalisiert, der pH-Wert liegt jedoch zumeist nicht in dem für Aluminiumbauteile geeigneten Bereich. Soll in einer solchen Anlage eine Brennkammer aus Aluminium eingebaut werden, kann das Heizungswasser mit der Entmineralisierungseinrichtung derart aufbereitet werden, dass der pH-Wert in einem für Aluminium geeigneten Bereich liegt.

**[0016]** Um neben den Materialdaten weitere, für die vorliegende Heizungsanlage spezifische Daten bei der Bildung der zweiten Ziel-Leitfähigkeit und somit dem Vorgabewert zur Einstellung des pH-Wertes des Heizungswassers zu berücksichtigen kann es vorgesehen sein, dass zumindest ein Teil der ergänzenden Daten über die Eingabeeinheit eingebbar sind.

**[0017]** Entsprechend einer bevorzugten Ausgestaltungsvariante der Erfindung kann es dabei vorgesehen sein, dass als ergänzende Daten der pH-Wert des Heizungswassers im Ausgangszustand eingebbar ist. Der pH-Wert des Heizungswassers kann vor der Behandlung gemessen und über die Eingabeeinheit eingegeben werden. Er hat als Ausgangsmaß der Wasserstoffionenkonzentration einen wesentlichen Einfluss auf die Korrosion der Werkstoffe. Weiterhin legt er den weiteren Ablauf fest, nach dem die Entmineralisierung durchgeführt wird, wovon auch die gebildete zweite Ziel-Leitfähigkeit abhängig ist.

**[0018]** Die zweite Ziel-Leitfähigkeit stellt ein Maß für den pH-Wert des behandelten Heizungs-

wassers dar. Der Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit des entmineralisierten Heizungswassers und dessen pH-Wert ist jedoch abhängig von dem verwendeten Ionentauscher. Um den gewünschten pH-Wert-Zielbereich durch eine Messung und Einstellung der zweiten Leitfähigkeit einstellen zu können kann es vorgesehen sein, dass die zweite Ziel-Leitfähigkeit des Heizungswassers nach dem Ionentauscher in Abhängigkeit von dem Aufbau und/oder der Zusammensetzung des verwendeten Ionentauschers gebildet wird. Der Zusammenhang kann für einen oder mehrere verwendete Ionentauscher, beispielsweise in Form von Kennfeldern oder Tabellen, in dem Steuergerät hinterlegt sein. Alternativ kann die Entmineralisierungseinrichtung für den Betrieb mit einem bestimmten Ionentauscher, für den zuvor der Zusammenhang zwischen der zweiten Leitfähigkeit und dem pH-Wert ermittelt wurde, vorgesehen sein.

**[0019]** Die erste Ziel-Leitfähigkeit und damit der gewünschte Grad der Entmineralisierung und die zweite Ziel-Leitfähigkeit und damit der pH-Wert-Zielbereich können dadurch in dem Heizungswasser eingestellt werden, dass die Steuerungseinrichtung zur Ansteuerung eines in dem Nebenschluss angeordneten Magnetventils und/oder einer in dem Nebenschluss angeordneten Pumpe ausgelegt ist und dass die Steuerungseinrichtung den Durchfluss durch den Nebenschluss über das Magnetventil und/oder die Pumpe zur Durchführung der Entmineralisierung freigibt und bei Erreichen der ersten Ziel-Leitfähigkeit und/oder der zweiten Ziel-Leitfähigkeit unterbricht. Ausgehend von einem beispielsweise leicht sauren Heizungswasser steigt der pH-Wert während der Entmineralisierung bei einem geeignet zusammengesetzten Ionentauscher an. Die zuvor eingegebenen beziehungsweise ermittelten Ziel-Leitfähigkeiten markieren den Bereich, in dem sowohl die gewünschte Entsalzung beziehungsweise der gewünschte Restsalzgehalt vorliegt und in dem der bestimmte pH-Wert-Zielbereich erreicht ist. Bei Erreichen der Ziel-Leitfähigkeiten wird daher der Durchfluss durch die Entmineralisierungseinrichtung unterbrochen und die Behandlung des Heizungswassers zumindest vorläufig unterbrochen. Abhängig von dem Ausgangs-pH-Wert kann dabei das Erreichen einer der Ziel-Leitfähigkeiten dem Erreichen der anderen Ziel-Leitfähigkeit übergeordnet werden. So kann beispielsweise bei einem alkalischen Ausgangswasser die Entmineralisierung nach Erreichen der ersten Ziel-Leitfähigkeit fortgesetzt werden, bis auch die zweite Ziel-Leitfähigkeit erreicht ist. Dabei wird die erste Ziel-Leitfähigkeit unterschritten, was jedoch entsprechend der Richtlinien zur Wasseraufbereitung akzeptabel ist.

**[0020]** Während der Entmineralisierung des Heizungswassers kann es vorkommen, dass einzelne Heizkreise, beispielsweise durch abgestellte Heizventile, vorübergehend nicht mit dem Heizwasserkreislauf verbunden sind. Das in einem nicht verbundenen Heizkreis, beispielsweise einem Heizkörper, befindliche Heizungswasser wird somit nicht entmineralisiert beziehungsweise auf den pH-Wert-Zielbereich eingestellt. Um auch diesen Teil des Heizungswassers zu behandeln kann es vorgesehen sein, dass die Steuerungseinrichtung einen weiteren Betriebsmodus aufweist, der den Durchfluss durch den Nebenschluss und den Ionentauscher über das Magnetventil und/oder die Pumpe nach einem vorgegebenen Zeitraum nach Erreichen der ersten Ziel-Leitfähigkeit erneut freigibt, die erste Leitfähigkeit des Heizungswassers nach einer vorgegebenen Durchflussdauer überprüft und den Durchfluss unterbricht, wenn die erste Leitfähigkeit der ersten Ziel-Leitfähigkeit entspricht und dass die Steuerungseinrichtung den Durchfluss aufrecht erhält, wenn die erste Leitfähigkeit um mehr als einen vorgegebenen Betrag von der ersten Ziel-Leitfähigkeit abweicht. Durch diesen Betriebsmodus kann auch das Heizungswasser aus nachträglich, beispielsweise durch Öffnen eines Heizventils, angeschlossenen Heizkreisen behandelt werden. Der Betriebsmodus kann selbstständig von der Steuerungseinrichtung oder alternativ durch eine entsprechende Eingabe gestartet werden.

**[0021]** Entsprechend weiterer Varianten der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass die Steuerungseinrichtung zur Ausgabe einer Eingabeaufforderung und zur Aufnahme einer direkten Eingabe für die erste Ziel-Leitfähigkeit ausgelegt ist und/oder dass die Steuerungseinrichtung zur Ausgabe einer Eingabeaufforderung und zur Aufnahme einer Eingabe für eine Kapazität des Ionentauschers ausgelegt ist.

**[0022]** Liegt beispielsweise ein sehr niedriger pH-Wert des Heizungswassers im Ausgangszustand, beispielsweise  $\text{pH} < 6,5$ , vor, so kann gegebenenfalls alleine durch die Entmineralisierung mit einem basisch eingestellten Ionentauscher der erforderliche pH-Wert-Zielbereich auch bei

weitestgehender Entmineralisierung des Heizungswassers nicht erreicht werden. Durch die Eingabe der ersten Ziel-Leitfähigkeit kann in diesem Fall das Heizungswasser zunächst bis zu einem gewünschten Grad entmineralisiert und anschließend der pH-Wert durch Zugabe eines geeigneten Alkalisierungs-/Stabilisierungsmittels auf den gewünschten pH-Wert-Zielbereich eingestellt werden, wobei gleichzeitig eine Stabilisierung (Pufferung) des pH-Wertes des Heizungswassers erfolgt. Dazu kann beispielsweise eine Filtertasche eines vor dem Ionentauscher angeordneten Filters als Einzugsschleuse für das Alkalisierungs-/Stabilisierungsmittel verwendet werden.

**[0023]** Die erforderliche Kapazität des Ionentauschers kann beispielsweise aus dem Produkt des Gesamtvolumens des zu entmineralisierenden Heizungswassers und einem gemessenen Gesamtsalzgehalts des Heizungswassers ermittelt werden. Durch die Eingabe der Kapazität der eingesetzten Ionentauschereinheit kann laufend überprüft werden, ob diese Kapazität für die Entmineralisierung der Heizungsanlage ausreichend ist und es kann die Restkapazität des Ionentauschers während und nach dem Entmineralisierungsvorgangs angezeigt werden.

**[0024]** Die Ionentauscher werden bevorzugt als vorgefertigte Wechselfatronen mit einer festen Kapazität in die Entmineralisierungseinrichtung eingebracht. Dabei können unterschiedliche Patronengrößen mit entsprechend abgestuften Nennkapazitäten vorgesehen sein oder es können mehrere solcher Patronen parallel oder vorzugsweise in Reihe geschaltet in die Entmineralisierungseinrichtung eingebracht werden, um eine ausreichende Menge Ionentauscher für die zu entmineralisierende Heizungsanlage bereitzustellen. Um eine einfache und fehlerfreie Eingabe der Kapazität des eingesetzten Ionentauschers zu gewährleisten kann es vorgesehen sein, dass die Steuerungseinrichtung eine Eingabeaufforderung für die Kapazität des Ionentauschers entsprechend ganzzahliger Vielfachen einer Nennkapazität einer mit Ionentauscher gefüllten und in dem Nebenschluss angeordneten Wechselfatrone ausgibt und/oder dass die Steuerungseinrichtung eine Eingabeaufforderung entsprechend eines ganzzahligen Vielfachen einer Kapazität einer kleinsten Ionentauschermenge ausgibt.

**[0025]** Entsprechend einer möglichen Ausführungsform der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass die Steuerungseinrichtung mit dem ersten Leitfähigkeitssensor der Entmineralisierungseinrichtung verbunden ist und/oder dass die Steuerungseinrichtung mit einem in dem Nebenschluss angeordneten Durchflussmesser verbunden ist und dass die mit dem ersten Leitfähigkeitssensor ermittelte erste Leitfähigkeit des Heizungswassers derart von der Verarbeitungseinrichtung umsetzbar ist, dass der Gesamtsalzgehalt des Heizungswassers gebildet wird und/oder dass der mit dem Durchflussmesser gemessenen Volumenstrom durch den Nebenschluss derart von der Verarbeitungseinrichtung umsetzbar ist, dass eine Restkapazität des Ionentauschers gebildet wird und/oder dass bei einer Unterschreitung eines vorgegebenen Mindestvolumenstroms auf eine Verblockung des Nebenschlusses geschlossen wird.

**[0026]** Der erste Leitfähigkeitssensor ermöglicht die Bestimmung der Leitfähigkeit des Heizungswassers, bevor es durch den Ionentauscher geströmt ist. Daraus kann der Grad des Gesamtsalzgehaltes des Heizungswassers bestimmt und von der Verarbeitungseinrichtung weiter verarbeitet werden. Der Gesamtsalzgehalt ermöglicht die Berechnung der erforderlichen Kapazität des Ionentauschers.

**[0027]** Der von dem Durchflussmesser bestimmte Volumenstrom durch die Entmineralisierungseinrichtung kann, zusammen mit der eingegebenen Kapazität des Ionentauschers, für die Berechnung der Restkapazität des Ionentauscher verwendet werden. Weiterhin kann bei Unterschreitung eines Mindestvolumenstroms auf eine zumindest teilweise Verblockung des Nebenschlusses geschlossen werden. Diese kann zum Beispiel durch einen in dem Nebenschluss angeordneten Feinfilter verursacht werden, welcher durch die Messung des Volumenstroms überwacht werden kann.

**[0028]** Eine einfache Bedienung der Steuerungseinrichtung wird dadurch ermöglicht, dass die Steuerungseinrichtung eine Anzeigeeinheit aufweist und dass die Anzeigeeinheit zur Anzeige von Eingabeaufforderungen für die Materialdaten oder für den pH-Wert des Heizungswassers im Ausgangszustand oder für die Kapazität des Ionentauschers oder für die erste Ziel-Leitfähigkeit des Heizungswassers ausgelegt ist oder dass die Anzeigeeinheit zur Anzeige des Gesamtsalzgehalts

oder der ersten Leitfähigkeit des Heizungswassers oder der zweiten Leitfähigkeit des Heizungswassers oder eines Volumenstroms durch die Entmineralisierungseinrichtung oder einer Restkapazität des Ionentauschers oder eines durchzuführenden Filterwechsels eines in dem Nebenschluss angeordneten Filters jeweils für sich betrachtet oder Kombination der Anzeigen ausgelegt ist.

**[0029]** Um auch Heizungswasser, dessen pH-Wert oberhalb des pH-Wert-Zielbereichs liegt, derart behandeln zu können, dass nach der Behandlung der pH-Wert innerhalb des pH-Wert-Zielbereichs liegt, kann es vorgesehen sein, dass die Steuerungseinrichtung einen Betriebsmodus aufweist, der einen Durchfluss des Heizungswassers durch die Entmineralisierungseinrichtung über die Erschöpfung des Anionentauschers hinaus ermöglicht. Der Ionentauscher fungiert mit seinen Anionentauschern zunächst primär als OH<sup>-</sup> - Lieferant und erhöht den pH-Wert des Heizungswassers. Wird das Heizungswasser über die schnellere Erschöpfung des Anionentauschers hinaus durch die Entmineralisierungseinrichtung und somit den Ionentauscher geleitet, so liefert der Kationentauscher weiter Wasserstoffionen H<sup>+</sup>, wodurch der pH-Wert des Heizungswassers wieder gesenkt wird. Durch gezieltes Überfahren des Ionentauschers kann somit der pH-Wert im Heizungswasser wieder gesenkt und der pH-Wert-Zielbereich, gekennzeichnet durch die entsprechende zweite Ziel-Leitfähigkeit am Ausgang des Ionentauschers, eingestellt werden. Der Betriebsmodus kann selbstständig von der Steuerungseinrichtung oder alternativ durch eine entsprechende Eingabe gestartet werden.

**[0030]** Die das Verfahren betreffende Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, dass eine zweite Ziel-Leitfähigkeit des Heizungswassers nach dem Ionentauscher in Abhängigkeit von den in dem Leitungssystem des Heizungskreislaufs verwendeten metallischen Werkstoffen, insbesondere von in dem Leitungssystem verwendeten Aluminiumbauteilen, und in Abhängigkeit von einem Anfangs-pH- Wert des Heizungswassers ermittelt wird.

**[0031]** Entsprechend den Ausführungen zu der Steuerungseinrichtung kann in Abhängigkeit von den in dem Leitungssystem verwendeten Materialien ein pH-Wert-Zielbereich vorgegeben werden, in dem eine Korrosion des Leitungssystems während des Betriebs der Heizungsanlage sicher vermieden werden kann. Für einen verwendeten Typ Ionentauscher (Mischbett) kann eine Korrelation zwischen dem pH-Wert des Heizungswassers und der gemessenen zweiten Leitfähigkeit nach dem Ionentauscher gebildet werden. An Hand dieser Korrelation wird die zweite Ziel-Leitfähigkeit des Heizungswassers nach dem Ionentauscher gebildet. Dabei können weitere Daten, insbesondere der Anfangs-pH-Wert des Heizungswassers, mit berücksichtigt werden.

**[0032]** Entsprechend bevorzugter Varianten der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass bei Anwesenheit von Aluminiumbauteilen und einem Anfangs-pH-Wert kleiner 9 eine zweite Ziel-Leitfähigkeit nach dem Ionentauscher zwischen 5µS/cm und 20µS/cm, vorzugsweise von 10µS/cm, ermittelt wird und dass bei Anwesenheit von Aluminiumbauteilen und einem Anfangs-pH-Wert größer 9 eine zweite Ziel-Leitfähigkeit zwischen 20µS/cm und 50µS/cm, vorzugsweise von 30µS/cm ermittelt wird. Damit wird der pH-Wert in einem Bereich zwischen 8,2 und 8,5 eingestellt, wodurch die Basenkorrosion von Aluminiumbauteilen sicher vermieden werden kann.

**[0033]** Liegt der Anfangs-pH-Wert des Heizungswassers um mehr als 1,5 - 2 pH-Stufen unter dem erforderlichen pH-Wert-Zielbereich, kann dieser durch das beschriebene Verfahren nicht erreicht werden. Daher kann es vorgesehen sein, dass bei einem Anfangs-pH-Wert kleiner 6,5 eine erste Ziel-Leitfähigkeit des Heizungswassers vor dem Ionentauscher in einem Bereich zwischen 30µS/cm und 150µS/cm, vorzugsweise von 50µS/cm, vorgegeben wird und dass dem Heizungswasser nach Erreichen der ersten Ziel-Leitfähigkeit ein alkalisches Stabilisierungsmittel zugeführt und vorzugsweise über einen vorgegebenen Zeitraum eingespült wird.

**[0034]** Das Heizungswasser kann einen pH-Wert aufweisen, der oberhalb oder unterhalb des einzustellenden pH-Wert-Zielbereichs liegt. Um das Heizungswasser in beiden Fällen in den pH-Wert-Zielbereich einstellen zu können kann es vorgesehen sein, dass der Durchfluss durch den Ionentauscher unterbrochen wird, wenn die erste Ziel-Leitfähigkeit erreicht ist und dass der Durchfluss durch den Ionentauscher über die Erschöpfung des Anionentauschers hinaus freigegeben wird, wenn der über die zweite Leitfähigkeit eingeschätzte bzw. bestimmte pH-Wert über

dem vorgegebenen pH-Wert-Zielbereich liegt.

**[0035]** Liegt der pH-Wert zu Beginn der Entmineralisierung unter dem pH- Wert-Zielbereich, so steigt er im Lauf der Entmineralisierung durch die dabei eingebrachten Hydroxidionen an. Ist der pH-Wert-Zielbereich erreicht, gekennzeichnet durch das Erreichen der zweiten Ziel-Leitfähigkeit, und entspricht die gemessene erste Leitfähigkeit des Heizungswassers der ersten Ziel-Leitfähigkeit, kann der Entmineralisierungsvorgang beendet werden.

**[0036]** Liegt der pH-Wert zu Beginn oder während der Entmineralisierung oberhalb des pH-Wert-Zielbereichs, so steigt er im Laufe der Entmineralisierung durch die eingebrachten Hydroxidionen gegebenenfalls weiter an. Um den pH-Wert wieder zu senken und in den pH-Wert-Zielbereich zu gelangen wird in diesem Fall so lange Heizungswasser über den Ionentauscher geleitet, bis der darin enthaltene Anionentauscher aufgebraucht ist. Durch die jetzt auf Grund des weiterhin aktiven Kationentauschers auftretenden freien Mineralsäuren tritt eine Reduzierung des pH-Wertes ein. Das Heizungswasser kann so lange über den verbliebenen Kationentauscher geleitet werden, bis die zweite Ziel-Leitfähigkeit und somit der pH-Wert-Zielbereich erreicht ist.

**[0037]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen: Figur 1 in einer schematischen Darstellung eine Entmineralisierungseinrichtung mit einer Steuerungseinheit, Figur 2 eine Programmstruktur zur Steuerung der Entmineralisierungseinrichtung.

**[0038]** Figur 1 zeigt in einer schematischen Darstellung eine Entmineralisierungseinrichtung 20 mit einer Steuerungseinheit 10. Die Entmineralisierungseinrichtung 20 kann über einen Zulauf 21 und einen Ablauf 29 in einem Nebenschluss an das Leitungssystem einer nicht dargestellten Heizungsanlage angeschlossen werden, so dass Heizungswasser der Heizungsanlage von dem Zulauf 21 zu dem Ablauf 29 durch die Entmineralisierungseinrichtung zirkulieren kann. Dazu kann die Entmineralisierungseinrichtung 20 beispielsweise über flexible Schläuche zwischen dem Rücklauf und dem Vorlauf der Heizungsanlage eingebunden werden. Dem Zulauf 21 ist ein erstes Absperrventil 22.1 und dem Ablauf ein zweites Absperrventil 22.2 zugeordnet, womit die Zugänge, beispielsweise zum Transport der Entmineralisierungseinrichtung 20, verschlossen werden können.

**[0039]** Dem ersten Absperrventil 22.1 nachfolgend sind in Strömungsrichtung des Heizungswassers eine Pumpe 23, ein Filter 24, ein erster Leitfähigkeitssensor 25.1 zur Messung einer ersten Leitfähigkeit und ein Magnetventil 26 angeordnet. Anschließend ist ein Ionentauscher 27, enthaltend Anionentauscher und Kationentauscher, in Form einer Wechselfatrone in den Kreislauf eingebunden. Dem Ionentauscher 27 folgen ein zweiter Leitfähigkeitssensor 25.2 zur Messung einer zweiten Leitfähigkeit und ein Durchflussmesser 28.

**[0040]** Die Leitfähigkeitssensoren 25.2, 25.1, der Durchflussmesser 28 und die Pumpe 23 sind elektrisch mit der Steuerungseinheit 10 verbunden. Diese enthält eine Eingabeeinheit 11, eine Anzeigeeinheit 12 und eine Verarbeitungseinrichtung 13 in Form eines Mikroprozessors.

**[0041]** Die Wechselfatrone mit dem Ionentauscher 27 ist als ein wasserdurchströmbares Gehäuse ausgebildet. In diesem Gehäuse ist eine Mischung aus stark basischen Anionentauschern und stark sauren Kationentauschern enthalten. Als Anionentauscher kann dabei ein Styrolharz mit OH- aktivierten Gruppen eingesetzt werden. Als Kationentauscher können beispielsweise Styrolharze mit aktivierten Sulfonsäuregruppen verwendet werden. Die Styrolharze liegen in Granulatform vor. Das Mischungsverhältnis liegt dabei im Bereich von 60 bis 70 Gew % Anionentauscher und 30 - 40 Gew % Kationentauscher vor. Die Anionentauscher und Kationentauscher sind in Form eines Mischbetts gemischt in der Wechselfatrone angeordnet.

**[0042]** Während eines Entmineralisierungsvorgangs gelangt Heizungswasser aus dem Heizungskreislauf über den Zulauf 21 in die Entmineralisierungseinrichtung 20. Mittels der Pumpe 23 wird das Heizungswasser durch die Entmineralisierungseinrichtung 20 gefördert und erreicht dabei zunächst den Filter 23. Hier werden Feststoffe im Heizungswasser ausgefiltert. Beispielsweise wird Magnetit abgesondert. Im Anschluss an den als Feinfilter ausgeführten Filter 23 wird das Heizungswasser an dem ersten Leitfähigkeitssensor 25.1 vorbei und über das Magnetventil

26 zu dem Ionentauscher 27 geleitet und durchströmt diesen. Durch den Ionentauscher 27 werden Mineralien aus dem Heizungswasser entfernt. Gleichzeitig geben die Anionentauscher  $\text{OH}^-$  und die Kationentauscher  $\text{H}^+$  in das Heizungswasser ab. Aufgrund des Überschusses des Anionentauschers in der Harzmischung des Ionentauschers 27 und dessen höherer Reaktionsgeschwindigkeit, besonders bei erhöhter Temperatur, wird gegenüber dem  $\text{H}^+$  zunächst ein Überschuss an  $\text{OH}^-$  in das Heizungswasser eingebracht. Hierdurch wird der pH-Wert des Heizungswassers angehoben. Nachdem das so behandelte Heizungswasser den Ionentauscher 27 durchströmt hat wird es zu dem zweiten Leitfähigkeitssensor 25.2 und anschließend zu dem Durchflussmesser 28 geleitet. Hier wird der aktuelle Volumenstrom des Heizungswassers als auch das Gesamtvolumen des durch die Entmineralisierungseinrichtung 20 geleiteten Heizungswassers ermittelt. Nach dem Durchflussmesser 28 gelangt das Heizungswasser über das zweite Absperrventil 22.2 und den Ablauf 29 wieder zurück in den Heizungskreislauf.

**[0043]** Durch die zumindest teilweise Entsalzung des Heizungswassers in der Entmineralisierungseinrichtung 20 werden Ablagerungen in dem Heizungskreislauf vermieden. Durch geeignete Einstellung des pH-Wertes des Heizungswassers und der Entfernung korrosiver Anionen, wie z. B. Chlorid und Sulfat, kann die Korrosion innerhalb des Heizungskreislaufes vermieden oder zumindest verringert werden.

**[0044]** Die Steuerungseinrichtung 10 ist dazu ausgelegt, die Entmineralisierungseinrichtung 20 derart zu steuern, dass nach dem Entmineralisierungsvorgang sowohl ein für die vorliegende Heizungsanlage geeigneter Restsalzgehalt wie auch ein geeigneter pH-Wert vorliegen.

**[0045]** Dazu fordert die Steuerungseinrichtung 10 zunächst über die Anzeigeeinheit 12 dazu auf, einzugeben, ob in dem Heizungskreislauf korrosionsempfindliche Bauteile, im vorliegenden Ausführungsbeispiel Aluminiumbauteile, vorliegen. Die entsprechende Eingabe erfolgt über die Eingabeeinheit 11 und wird an die Verarbeitungseinrichtung 13 weiter geleitet. Bei Anwesenheit von Aluminium wird von der Verarbeitungseinrichtung 13 ein pH-Wert-Zielbereich zwischen 8,2 und 8,5 ausgegeben, während für Heizungsanlagen ohne Aluminiumbauteile ein pH-Wert-Zielbereich zwischen 8 und 10 vorgegeben wird.

**[0046]** Anschließend erfolgt eine Abfrage des pH-Wertes des Heizungswassers im Ausgangszustand und ob dieser, im Falle von Aluminium im Heizkreis, über dessen Einsatzgrenze liegt. Aus der daraus folgenden Eingabe und dem zuvor ermittelten pH-Wert-Zielbereich bildet die Verarbeitungseinrichtung 13 eine durch die Entmineralisierung des Heizungswassers zu erreichende zweite Ziel-Leitfähigkeit am zweiten Leitfähigkeitssensor 25.2 hinter dem Ionentauscher 27.

**[0047]** In einer weiteren Abfrage fordert die Steuerungseinheit 10 die Eingabe der Kapazität des Ionentauschers. Die Kapazität des Ionentauschers ergibt sich aus dem Produkt des Wasservolumens in Liter und dem Grad Gesamtsalzgehalt ( $^{\circ}\text{GSG}$ ) des Wassers, das mit dem Ionentauscher entmineralisiert werden kann. Dabei kann der  $^{\circ}\text{GSG}$  aus der mit dem ersten Leitfähigkeitssensor 25.1 bestimmten Leitfähigkeit ermittelt werden. Vorzugsweise werden für den Ionentauscher 27 einheitliche Wechsellatzen mit einer entsprechenden Nennkapazität verwendet. Da mehrere Wechsellatzen gleichzeitig in den Nebenschluss eingebracht werden können, erfolgt die Abfrage der Kapazität des Ionentauschers 27 in ganzzahligen Vielfachen der Nennkapazität einer Wechsellatze. Alternativ kann die Kapazität auch in festen Schritten, beispielsweise in 5000er Schritten, eingegeben werden.

**[0048]** In einem weiteren Schritt wird eine im Heizungswasser zu erreichende erste Ziel-Leitfähigkeit am ersten Leitfähigkeitssensor 25.1 abgefragt und die entsprechende Eingabe an die Verarbeitungseinrichtung 13 weiter geleitet. Im vorliegenden Fall besteht dazu eine Auswahlmöglichkeit zwischen  $50\mu\text{S}/\text{cm}$ ,  $100\mu\text{S}/\text{cm}$  und  $150\mu\text{S}/\text{cm}$ . Im Anschluss gibt die Steuerungseinrichtung 10 den Durchfluss des Heizungswassers durch die Entmineralisierungseinrichtung 20 durch entsprechende Ansteuerung der Pumpe 23 und des Magnetventils 26 frei. Der Durchfluss wird so lange aufrechterhalten, bis entweder die erste Ziel-Leitfähigkeit, überwacht mit dem ersten Leitfähigkeitssensor 25.1 oder die zweite Ziel-Leitfähigkeit, überwacht mit dem zweiten Leitfähigkeitssensor 25.2 hinter dem Ionentauscher, erreicht ist.

**[0049]** Das Heizungswasser wird während der Entmineralisierung kontinuierlich durch den Heizungskreislauf und die Entmineralisierungseinrichtung 20 zirkuliert, sodass der pH-Wert stetig an dem Ionentauscher 27 angehoben wird. Wenn, wie im vorliegenden Ausführungsbeispiel, Aluminiumteile, beispielsweise in Form eines Aluminiumwärmetauschers, in den Heizkreislauf integriert sind, dann soll der pH-Wert auf einen pH-Wert-Zielbereich zwischen 8,2 und 8,5 gebracht werden. Liegt das Ausgangswasser nun beispielsweise im pH-Wertbereich von  $< 8$  vor, so wird das Heizungswasser solange über den Ionentauscher 27 zirkuliert, bis es den gewünschten pH-Wert im Bereich von 8,2 bis 8,5, ermittelt durch die erreichte zweite Ziel-Leitfähigkeit am zweiten Leitfähigkeitssensor 25.2, aufweist. Liegt ein Ausgangswasser im pH-Wertbereich  $\geq 8,5$  vor, so wird das Heizungswasser zunächst aufgrund der überschüssigen Eindosierung von  $\text{OH}^-$  in der Mischbetteinheit 50 auf einen pH-Wert  $> 8,5$  gebracht. Das Heizungswasser wird dann solange weiter über den Ionentauscher 27 zirkuliert, bis der Anionentauscher erschöpft ist und relativ geringere Mengen an  $\text{OH}^-$  als die Kationentauscher  $\text{H}^+$  an das Heizungswasser abgibt. Ab diesem Betriebspunkt wird damit das Heizungswasser wieder angesäuert und damit der pH-Wert abgesenkt. Die Pumpe 20 wird dann solange angesteuert, bis die zweite Leitfähigkeit der zweiten Ziel-Leitfähigkeit entspricht und damit der gewünschte pH-Wertbereich zwischen 8,2 und 8,5 erreicht ist. Dabei kann die mit dem ersten Leitfähigkeitssensor 25.1 gemessene erste Leitfähigkeit unter die erste Ziel-Leitfähigkeit sinken.

**[0050]** Während der Entmineralisierung wird die Kapazität des Ionentauschers rückwärts gezählt und auf der Anzeigeeinheit 12 angezeigt. Weiterhin werden die Leitfähigkeit und der Volumenstrom angezeigt. Ein notwendiger Filtertausch wird angezeigt, wenn der Durchflussmesser 28 einen verringerten Durchfluss unterhalb eines vorgegebenen Mindest-Volumenstroms durch die Entmineralisierungseinrichtung 20 ermittelt.

**[0051]** Figur 2 zeigt eine Programmstruktur zur Steuerung der in Figur 1 gezeigten Entmineralisierungseinrichtung 20. Dabei ist das zugehörige Programm in der Steuerungseinrichtung 10 hinterlegt und wird von der Verarbeitungseinrichtung 13 abgearbeitet.

**[0052]** In einem ersten Block 30 wird die Anwesenheit von Aluminiumbauteilen in den Heizungskreislauf abgefragt und eingegeben. In einem zweiten Block 31 erfolgt eine Abfrage der für Aluminiumwerkstoffe schädlichen pH-Obergrenze und Eingabe. Im einfachsten Fall erfolgt hier eine Angabe, ob der pH-Wert kleiner oder größer 9 ist. In einem dritten Block 32 wird die erste Ziel-Leitfähigkeit für das Heizungswasser vorgegeben. In einem vierten Block 33 erfolgt die Abfrage und Eingabe der Kapazität des eingesetzten Ionentauschers 27. Da der Ionentauscher 27 in Wechsellpatronen mit fester Nennkapazität in die Entmineralisierungseinrichtung 20 eingebaut wird erfolgt die Abfrage der Kapazität des Ionentauschers 27 als ganzzahlige Vielfache dieser Nennkapazität. Alternativ wird die Eingabe der Kapazität in 5000er Schritten ermöglicht, um auch bereits verwendete Wechsellpatronen mit einer reduzierten Restkapazität aufbrauchen zu können.

**[0053]** Aus den eingegebenen Daten wird erfindungsgemäß in einem fünften Block eine zweite Ziel-Leitfähigkeit des Heizungswassers nach dem Ionentauscher 27 gebildet. Sind Aluminiumbauteile in den Heizungskreislauf verwendet, wird der pH-Wert auf einen Bereich zwischen 8,2 und 8,5 festgelegt. Sind keine Aluminiumbauteile verwendet, kann der pH-Wert-Zielbereich auf 8 bis 10 ausgedehnt werden. Aus der Kenntnis des Mischungsverhältnisses (Anionen-/Kationenaustauscherharz) der verwendeten Patrone und des Ausgangs-pH-Werts des Heizungswassers kann aus dem pH-Wert-Zielbereich die zweite Ziel-Leitfähigkeit hinter dem Ionentauscher bestimmt werden. Um beispielsweise einen für Aluminium geeigneten pH-Wert-Zielbereich zwischen 8,2 und 8,5 zu erreichen, wird bei einem Ausgangs-pH-Wert des Heizungswassers kleiner 9 eine zweite Ziel-Leitfähigkeit von ungefähr  $10\mu\text{S}/\text{cm}$  angegeben. Liegt ein Ausgangs-pH-Wert größer 9 vor, wird hingegen eine zweite Ziel-Leitfähigkeit von ca.  $30\mu\text{S}/\text{cm}$  vorgegeben. Ist der Ausgangs-pH-Wert kleiner 7, kann der pH-Wert-Zielbereich nicht für alle Heizungswässer durch den Ionenaustausch während der Entmineralisierung erreicht werden. In diesem Fall wird die im dritten Block 32 eingegebene erste Ziel-Leitfähigkeit des Heizungswassers auf den kleinsten Wert (hier:  $50\mu\text{S}/\text{cm}$ ) eingestellt und durch Einschleusen eines Alkalisierungsmittels die gewünschte Alkalität erzeugt.

**[0054]** Ist die zweite Ziel-Leitfähigkeit festgelegt, wird die Entmineralisierung in einem sechsten Block 41 gestartet. Dazu wird das in Figur 1 gezeigte Magnetventil 26 geöffnet und Heizungswasser mit der Pumpe 23 durch die Entmineralisierungseinrichtung 20 gepumpt. Nach dem Start erfolgt im siebten Block 42 eine Messung des Volumenstroms und der Leitfähigkeit des Heizungswassers vor und nach dem Ionentauscher. Die gemessene erste Leitfähigkeit, der gemessene Volumenstrom und die aus dem Volumenstrom und der eingegebenen Kapazität des Ionentauschers 27 ermittelte Restkapazität des Ionentauschers 27 werden in einem achten Block 50 über die Anzeigeeinheit 12 angezeigt. Liegt der gemessene Volumenstrom unterhalb von einem vorgegebenen Mindestvolumenstrom, so wird dies ebenfalls angezeigt. In diesem Fall kann die Entmineralisierung unterbrochen und ein Einsatz des Filters 24 ausgetauscht werden. In einer dem achten Block 50 nachfolgenden ersten Abfrage 60 wird an Hand der ermittelten Restkapazität überprüft, ob der Ionentauscher 27 aufgebraucht ist. Ist dies der Fall, folgt der Programmablauf zu einem vierzehnten Block 47, in dem der Durchfluss durch die Entmineralisierungseinrichtung 20 unterbrochen wird. Die Wechselfatrone mit dem Ionentauscher 27 kann jetzt getauscht werden. Anschließend springt der Ablauf wieder vor den vierten Block 33 zur Abfrage der Kapazität des Ionentauschers 27.

**[0055]** Wird bei der ersten Abfrage 60 festgestellt, dass die Kapazität des Ionentauschers 27 nicht aufgebraucht ist, wird in einer nachfolgenden zweiten Abfrage 61 überprüft, ob die gemessene erste Leitfähigkeit kleiner ist als die gebildete Ziel-Leitfähigkeit. Ist dies nicht der Fall, springt der Ablauf vor den siebten Block 42 und die Entmineralisierung des Heizungswassers wird fortgesetzt. Ist die gemessene erste Leitfähigkeit kleiner als die erste Ziel-Leitfähigkeit, wird der Durchfluss durch die Entmineralisierungseinrichtung 20 in einem neunten Block 43 gestoppt. Im zehnten Block 51 erfolgt die Anzeige der Restkapazität des Ionentauschers 27.

**[0056]** In einer dritten Abfrage 62 kann eine weitere Behandlung des Heizungswassers gestartet werden. Diese weitere Behandlung bietet die Möglichkeit, die erste Leitfähigkeit des Heizungswassers nach einer vorgegebenen Wartezeit erneut zu überprüfen und bei Abweichung von der vorgegebenen ersten Ziel-Leitfähigkeit neu einzustellen. Damit wird es ermöglicht, das Wasser aus Heizkreisen, die während des eventuell kurzen Aufbereitungsprozesses nicht geöffnet waren, mit zu erfassen. Wird eine solche Nachbehandlung nicht gewünscht, wird der Entmineralisierungsvorgang in einem sechzehnten Block 49 beendet. Wird eine weitere Behandlung angefordert, erfolgt zunächst im elften Block 44 eine Wartezeit von im vorliegenden Ausführungsbeispiel 30 Minuten. Anschließend wird in einem zwölften Block 45 das Magnetventil 26 geöffnet und die Pumpe 23 gestartet. In einem dreizehnten Block 46 erfolgt eine Verzögerung von vorliegend 30 Sekunden, in denen Heizungswasser durch die Entmineralisierungseinrichtung 20 fließt. Anschließend springt der Programmablauf vor den siebten Block 42 und es erfolgt eine erneute Messung der ersten Leitfähigkeit und ein Vergleich mit der ersten Ziel-Leitfähigkeit.

**[0057]** Die Steuerungseinrichtung 10 ermöglicht mit dem dargestellten Programmablauf die Entmineralisierung und die pH-Wert-Einstellung von Heizungsanlagen, angepasst an die jeweils vorliegenden Bedingungen. Ist der pH-Wert des Heizungswassers vor der Behandlung kleiner 6,5, so können durch die Entmineralisierung nicht ausreichend Hydroxidionen in das Heizungswasser eingebracht werden, um den pH-Wert so weit anzuheben, dass Korrosion vermieden werden kann. In diesem Fall kann ein niedriger Ziel-Leitwert vorgegeben werden. Anschließend kann dem Heizungswasser ein Stabilisator zugeführt werden, welcher den pH-Wert stabilisiert und in den gewünschten pH-Wert-Zielbereich anhebt.

**[0058]** Ist kein Aluminium in dem Heizungskreislauf verwendet, kann ein großer pH-Wert-Zielbereich mit entsprechenden Ziel-Leitfähigkeiten vorgegeben werden. Die Entmineralisierung erfolgt so lange, bis die erste Ziel-Leitfähigkeit erreicht ist. Auch bei vergleichsweise hohen Ausgangswerten für den pH-Wert des Heizungswassers verbleibt dieser auch nach der Entmineralisierung und dem damit verbundenen Hydroxidioneneintrag in dem erweiterten pH-Wert-Zielbereich.

**[0059]** Sind Aluminiumbauteile in dem Heizungskreislauf verwendet, ist der pH-Wert auf einen Zielbereich zwischen 8,2 und 8,5 eingeschränkt. Bei einem Ausgangs-pH-Wert von weniger als 1,5 Stufen unterhalb des pH-Wert-Zielbereichs kann dieser durch den OH<sup>-</sup> Eintrag während der

Entmineralisierung direkt erreicht werden. Liegt ein höherer Ausgangs-pH-Wert, aber kleiner 9 vor, so wird dieser während der Entmineralisierung zunächst weiter angehoben. In diesem Fall wird eine zweite Ziel-Leitfähigkeit von ca. 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$  vorgegeben und das Heizungswasser kurzzeitig über die Erschöpfung des Anionentauschers hinaus über den Ionentauscher 27 geleitet. Durch den jetzt reduzierten Eintrag von Hydroxidionen bei gleich bleibendem Eintrag von Wasserstoffionen in das Heizungswasser wird der pH-Wert wieder etwas gesenkt. Ausgehend von einem stark basischen Heizungswasser mit einem Ausgangs-pH-Wert  $>9$  wird ein zweiter Ziel-Leitwert von ca. 30  $\mu\text{S}$  ausgegeben.

**[0060]** In diesem Fall wird der Ionentauscher 27 für einen längeren Zeitraum über die Erschöpfung des Anionentauschers hinaus von dem Heizungswasser durchströmt, so dass eine deutliche Abnahme des pH-Wertes durch die eingetragenen Wasserstoffionen erfolgt, bis der pH-Wert-Zielbereich erreicht ist.

**[0061]** Der Ablauf der Heizungswasseraufbereitung wird im Folgenden an Hand von drei konkreten Ausführungsbeispielen dargestellt.

**[0062]** Ein erstes Ausführungsbeispiel geht von einem alten Heizungswasser mit einem pH-Wert 7 und einer Ausgangs-Leitfähigkeit zwischen 200 und 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  aus. Das Heizungswasser ist dabei, wie es in der Praxis vorkommen kann, durch massive Eisenoxidation versauert.

**[0063]** Da in dem Heizungskreislauf Aluminium verbaut ist, ergibt sich ein pH-Wert-Zielbereich zwischen 8,2 und 8,5. Als erste Ziel-Leitfähigkeit werden 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  vorgegeben.

**[0064]** Um das Wasser zu entmineralisieren und auf den pH-Wert-Zielbereich zwischen 8,2 bis 8,5 zu bringen wird die Entmineralisierungseinrichtung 20 eingangsseitig an den Heizungsrücklauf angeschlossen und über eine Schlauchverbindung ausgangseitig mit dem Vorlauf der Heizungsanlage verbunden. Die Entmineralisierungseinrichtung 20 enthält als Ionentauscher 27 eine Vollentsalzungspatrone, die einen Überschuss an basischem Ionenaustauscherharz aufweist. Bedingt durch die Harzmischung wird sich dadurch besonders im warmen Wasser der pH-Wert um 1 - 1,5 Stufen erhöhen, sofern die Entsalzungspatrone nur bis zu einer definierten Durchbruchleitfähigkeit am zweiten Leitfähigkeitssensor 25.2 von ca. 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$  eingesetzt wird. Bei einer erforderlichen Anwendung von mehreren Patronen darf nur jede einzelne bis zu dieser Leitfähigkeit, gemessen am zweiten Leitfähigkeitssensor 25.2, eingesetzt werden. Ob der pH-Wert erhöht, gehalten oder gesenkt werden muss, wird über die im Programm durch die Werkstoffauswahl hinterlegte Durchbruchleitfähigkeit (zweite Zielleitfähigkeit) ausgewählt. Als mit dem ersten Leitfähigkeitssensor 25.1 überwachte erste Ziel-Leitfähigkeit wird für das Umlaufwasser 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  eingegeben.

**[0065]** Ein zweites Anwendungsbeispiel geht ebenfalls von einem alten Heizungswasser, jedoch mit einem Ausgangs-pH-Wert von 9,5, aus. Das Heizungswasser ist bereits voll enthärtet, wobei ein Alkalisierungsmittel zugegeben wurde. Wegen eines nachträglichen Einbaus von Aluminiumkomponenten (Brennwerttechnik) in den Heizungskreislauf ist ein Ziel-pH-Wert von 8,2 bis 8,5 erforderlich.

**[0066]** Die Entmineralisierungseinrichtung 20 wird, wie zum ersten Ausführungsbeispiel beschrieben, an den Heizungskreislauf angeschlossen. Über die Eingabeeinheit 11 erfolgt im Menü Werkstoff die Auswahl für Aluminium und für einen Ausgangs-pH-Wert  $> 9$ . Als erste Ziel-Leitfähigkeit werden 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  angegeben. Bedingt durch die Werkstoffauswahl Aluminium und des Anlagen-pH-Wert  $> 9$  wird der Durchfluss durch den Ionentauscher 27 jetzt erst bei 30 bis 50  $\mu\text{S}/\text{cm}$  abgeschaltet, d. h. die Mischbettpatrone wird merklich in den sauren Bereich gefahren. Die eingestellte erste Zielleitfähigkeit des Heizungswassers ist in diesem Modus der Durchbruchleitfähigkeit (zweite Ziel-Leitfähigkeit) am zweiten Leitfähigkeitssensor 25.2 untergeordnet. Am ersten Leitfähigkeitssensor 25.1 kann daher die erste Ziel-Leitfähigkeit gegebenenfalls unterschritten werden. Dies stellt jedoch in der Praxis kein Problem dar, da entsprechend den Richtlinien die erste Ziel-Leitfähigkeit nur als Obergrenze anzusehen ist.

**[0067]** Auch das dritte Anwendungsbeispiel geht von einem alten Heizungswasser mit einer Leitfähigkeit von 800  $\mu\text{S}/\text{cm}$  aus. Das Wasser weist Rückstände von degradiertem Frostschutzmittel

bei einem pH-Wert von 5,5 auf. In dem Heizungskreislauf sind keine Aluminiumbauteile verwendet. Der pH-Wert-Zielbereich wird daher für eine aluminiumfreie Anlage auf 9,5 und die erste Ziel-Leitfähigkeit auf  $< 200 \mu\text{S/cm}$  vorgegeben.

**[0068]** Der pH-Wert des Anlagenwassers kann bei einem Ausgangswert von 5,5 nicht über das Mischbettharz um 4 pH-Stufen angehoben werden. Daher wird zunächst auf eine erste Ziel-Leitfähigkeit des Anlagenwassers von max.  $50 \mu\text{S/cm}$  entsalzt, um die Pufferungskapazität des Heizungswassers bestmöglich zu verkleinern. Über die Auswahl des einzustellenden Werkstoffs (Stahl) wird die zweite Ziel-Leitfähigkeit (Durchbruchleitfähigkeit des Ionentauschers 27) auf  $10 \mu\text{S/cm}$  eingestellt.

**[0069]** Nach Erreichen der ersten Ziel-Leitfähigkeit im Anlagenwasser hat sich der pH-Wert nur um ca. eine Stufe erhöht. Zur weiteren Erhöhung des pH-Wert wird nun die Mischbettpatrone entfernt. Über eine in der Apparatur eingebaute Filtertasche, in welcher der Filter 24 eingebaut ist und welche auch als Einzugsschleuse für Chemikalien dienen kann, wird ein Alkalisierungs/Pufferungskonzentrat eingeschleust. In einem separaten Betriebsmodus kann nun für ca. 15 Minuten mit Unterstützung der in der Entmineralisierungseinrichtung 20 vorhandenen Pumpe 23 das Alkalisierungs/Pufferungskonzentrat in der Heizungsanlage verteilt werden. Die erforderliche Menge des Alkalisierungs/Pufferungskonzentrats kann in Abhängigkeit des Anlagenvolumens und des aktuellen pH-Werts über eine beigefügte Tabelle ermittelt werden.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Einstellen des pH-Wertes und zur gleichzeitigen Entmineralisierung einer Heizungsanlage mit einer Steuerungseinrichtung (10) mit einer angeschlossenen Eingabeeinheit (11) zur Steuerung der Vorrichtung und mit einer Entmineralisierungseinrichtung (20) zur Entmineralisierung des Heizungswassers bis zum Erreichen einer ersten Ziel-Leitfähigkeit, wobei das Heizungswasser in Fließrichtung über einen ersten Leitfähigkeitssensor (25.1) zur Bestimmung einer ersten Leitfähigkeit, einen Ionentauscher (27), aufweisend Anionen- und Kationentauscher, und einen nach dem Ionentauscher (27) angeordneten zweiten Leitfähigkeitssensor (25.2) zur Bestimmung einer zweiten Leitfähigkeit geleitet ist und wobei die Entmineralisierungseinrichtung (20) in einem Nebenschluss zu einem Heizungskreislauf der Heizungsanlage geschaltet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerungseinrichtung (10) eine Verarbeitungseinrichtung (13) aufweist, welche über die Eingabeeinheit (11) eingegebene Materialdaten über die Materialeigenschaft zumindest eines Teils des Leitungssystems des Heizungskreislaufs verarbeitet, um eine zweite Ziel-Leitfähigkeit für das Heizungswasser nach dem Ionentauscher (27) zu ermitteln.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ergänzende Daten über die Eingabeeinheit (11) eingebbar sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass als ergänzende Daten der pH-Wert des Heizungswassers im Ausgangszustand eingebbar ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Ziel-Leitfähigkeit des Heizungswassers nach dem Ionentauscher (27) in Abhängigkeit von dem Aufbau und/oder der Zusammensetzung des verwendeten Ionentauschers (27) gebildet wird.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerungseinrichtung (10) zur Ansteuerung eines in dem Nebenschluss angeordneten Magnetventils (26) und/oder einer in dem Nebenschluss angeordneten Pumpe (23) ausgelegt ist und dass die Steuerungseinrichtung (10) den Durchfluss durch den Nebenschluss über das Magnetventil (26) und/oder die Pumpe (23) zur Durchführung der Entmineralisierung freigibt und bei Erreichen der ersten Ziel-Leitfähigkeit und/oder der zweiten Ziel-Leitfähigkeit unterbricht.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerungseinrichtung (10) einen weiteren Betriebsmodus aufweist, der den Durchfluss durch den Nebenschluss und den Ionentauscher (27) über das Magnetventil (26) und/oder die Pumpe (23) nach einem vorgegebenen Zeitraum nach Erreichen der ersten Ziel-Leitfähigkeit erneut freigibt, die erste Leitfähigkeit des Heizungswassers nach einer vorgegebenen Durchflussdauer überprüft und den Durchfluss unterbricht, wenn die erste Leitfähigkeit der ersten Ziel-Leitfähigkeit entspricht, und dass die Steuerungseinrichtung (10) den Durchfluss aufrecht erhält, wenn die erste Leitfähigkeit um mehr als einen vorgegebenen Betrag von der ersten Ziel-Leitfähigkeit abweicht.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerungseinrichtung (10) zur Ausgabe einer Eingabeaufforderung und zur Aufnahme einer direkten Eingabe für die erste Ziel-Leitfähigkeit ausgelegt ist und/oder dass die Steuerungseinrichtung (10) zur Ausgabe einer Eingabeaufforderung und zur Aufnahme einer Eingabe für eine Kapazität des Ionentauschers (27) ausgelegt ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerungseinrichtung (10) eine Eingabeaufforderung für die Kapazität des Ionentauschers (27) entsprechend ganzzahligen Vielfachen einer Nennkapazität einer mit Ionentauscher (27) gefüllten und in dem Nebenschluss angeordneten Wechselfatrone ausgibt und/oder dass die Steuerungseinrichtung (10) eine Eingabeaufforderung entsprechend eines ganzzahligen Vielfachen einer Kapazität einer kleinsten Ionentauschermenge ausgibt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerungseinrichtung (10) mit dem ersten Leitfähigkeitssensor (25.1) der Entmineralisierungseinrichtung (20) verbunden ist und/oder dass die Steuerungseinrichtung (10) mit einem in dem Nebenschluss angeordneten Durchflussmesser (28) verbunden ist und dass die mit dem ersten Leitfähigkeitssensor (25.1) ermittelte erste Leitfähigkeit des Heizungswassers derart von der Verarbeitungseinrichtung (13) umsetzbar ist, dass der Gesamtsalzgehalt des Heizungswassers gebildet wird und/oder dass der mit dem Durchflussmesser (28) gemessene Volumenstrom durch den Nebenschluss derart von der Verarbeitungseinrichtung (13) umsetzbar ist, dass eine Restkapazität des Ionentauschers (27) gebildet wird und/oder dass bei einer Unterschreitung eines vorgegebenen Mindestvolumenstroms auf eine Verblockung des Nebenschlusses geschlossen wird.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerungseinrichtung (10) eine Anzeigeeinheit (12) aufweist und dass die Anzeigeeinheit (12) zur Anzeige von Eingabeaufforderungen für die Materialdaten oder für den pH-Wert des Heizungswassers im Ausgangszustand oder für die Kapazität des Ionentauschers (27) oder für die erste Ziel-Leitfähigkeit des Heizungswassers ausgelegt ist oder dass die Anzeigeeinheit (12) zur Anzeige des Gesamtsalzgehalts oder der ersten Leitfähigkeit des Heizungswassers oder der zweiten Leitfähigkeit des Heizungswassers oder eines Volumenstroms durch die Entmineralisierungseinrichtung (20) oder einer Restkapazität des Ionentauschers (27) oder eines durchzuführenden Filterwechsels eines in dem Nebenschluss angeordneten Filters jeweils für sich betrachtet oder Kombination der Anzeigen ausgelegt ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerungseinrichtung (10) einen Betriebsmodus aufweist, der einen Durchfluss des Heizungswassers durch die Entmineralisierungseinrichtung (20) über die Erschöpfung des Anionentauschers hinaus ermöglicht.
12. Verfahren zur Steuerung einer in einem Nebenschluss zu einem Heizungskreislauf einer Heizungsanlage angeordneten Entmineralisierungseinrichtung (20) zum Entmineralisieren und zum Einstellen des pH-Wertes des Heizungswassers der Heizungsanlage in einen vorgegebenen pH-Wert-Zielbereich, wobei das Heizungswasser in dem Nebenschluss über einen Ionentauscher (27), enthalten einen Kationentauscher und einen Anionentauscher, geleitet wird und wobei eine erste Leitfähigkeit des Heizungswassers durch einen in Strömungsrichtung vor dem Ionentauscher (27) angeordneten ersten Leitfähigkeitssensor (25.1) und eine zweite Leitfähigkeit des Heizungswassers durch einen in Strömungsrichtung nach dem Ionentauscher angeordneten zweiten Leitfähigkeitssensor (25.2) bestimmt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine zweite Ziel-Leitfähigkeit des Heizungswassers nach dem Ionentauscher in Abhängigkeit von den in dem Leitungssystem des Heizungskreislaufs verwendeten metallischen Werkstoffen, insbesondere von in dem Leitungssystem verwendeten Aluminiumbauteilen, und in Abhängigkeit von einem Anfangs-pH-Wert des Heizungswassers ermittelt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Anwesenheit von Aluminiumbauteilen und einem Anfangs-pH-Wert kleiner 9 eine zweite Ziel-Leitfähigkeit nach dem Ionentauscher zwischen  $5\mu\text{S}/\text{cm}$  und  $20\mu\text{S}/\text{cm}$ , vorzugsweise von  $10\mu\text{S}/\text{cm}$ , ermittelt wird und dass bei Anwesenheit von Aluminiumbauteilen und einem Anfangs-pH-Wert größer 9 eine zweite Ziel-Leitfähigkeit zwischen  $20\mu\text{S}/\text{cm}$  und  $50\mu\text{S}/\text{cm}$ , vorzugsweise von  $30\mu\text{S}/\text{cm}$  ermittelt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem Anfangs-pH-Wert kleiner 6,5 eine erste Ziel Leitfähigkeit des Heizungswassers vor dem Ionentauscher (27) in einem Bereich zwischen  $30\mu\text{S}/\text{cm}$  und  $150\mu\text{S}/\text{cm}$ , vorzugsweise von  $50\mu\text{S}/\text{cm}$ , vorgegeben wird und dass dem Heizungswasser nach Erreichen der ersten Ziel-Leitfähigkeit ein alkalisches Stabilisierungsmittel zugeführt und vorzugsweise über einen vorgegebenen Zeitraum eingespült wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Durchfluss durch den Ionentauscher (27) unterbrochen wird, wenn die erste Ziel-Leitfähigkeit erreicht ist und dass der Durchfluss durch den Ionentauscher (27) über die Erschöpfung des Anionentauschers hinaus freigegeben wird, wenn der über die zweite Leitfähigkeit bestimmte pH-Wert über dem vorgegebenen pH-Wert-Zielbereich liegt.

**Hierzu 2 Blatt Zeichnungen**

1 / 2

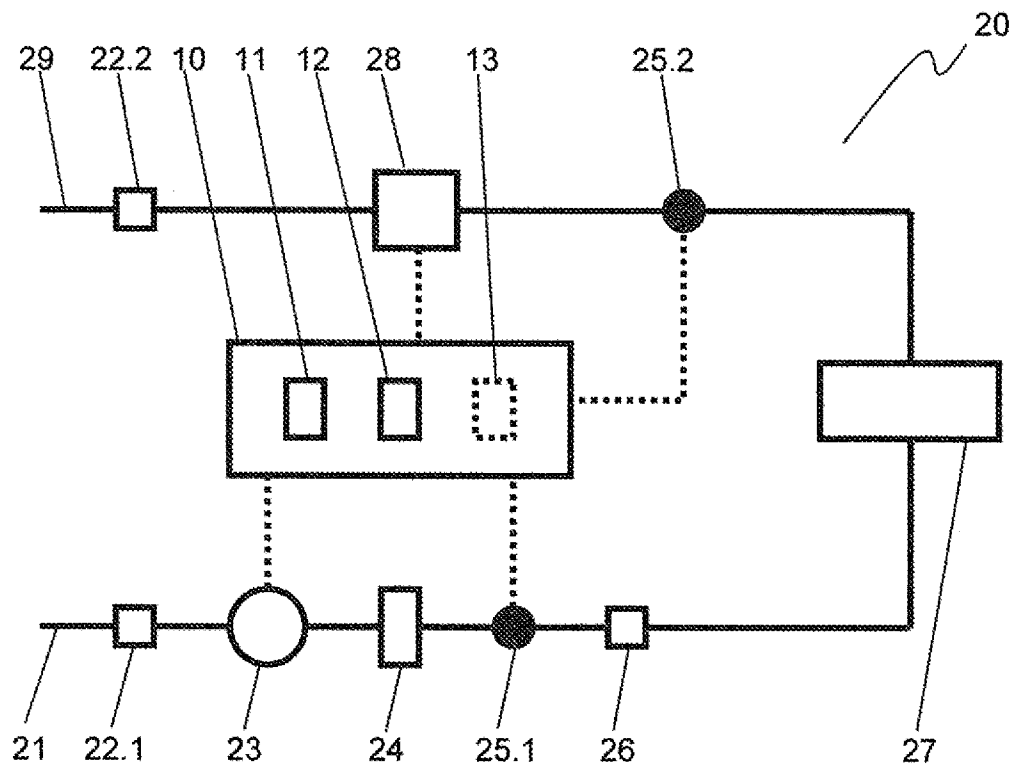


Fig. 1

2 / 2

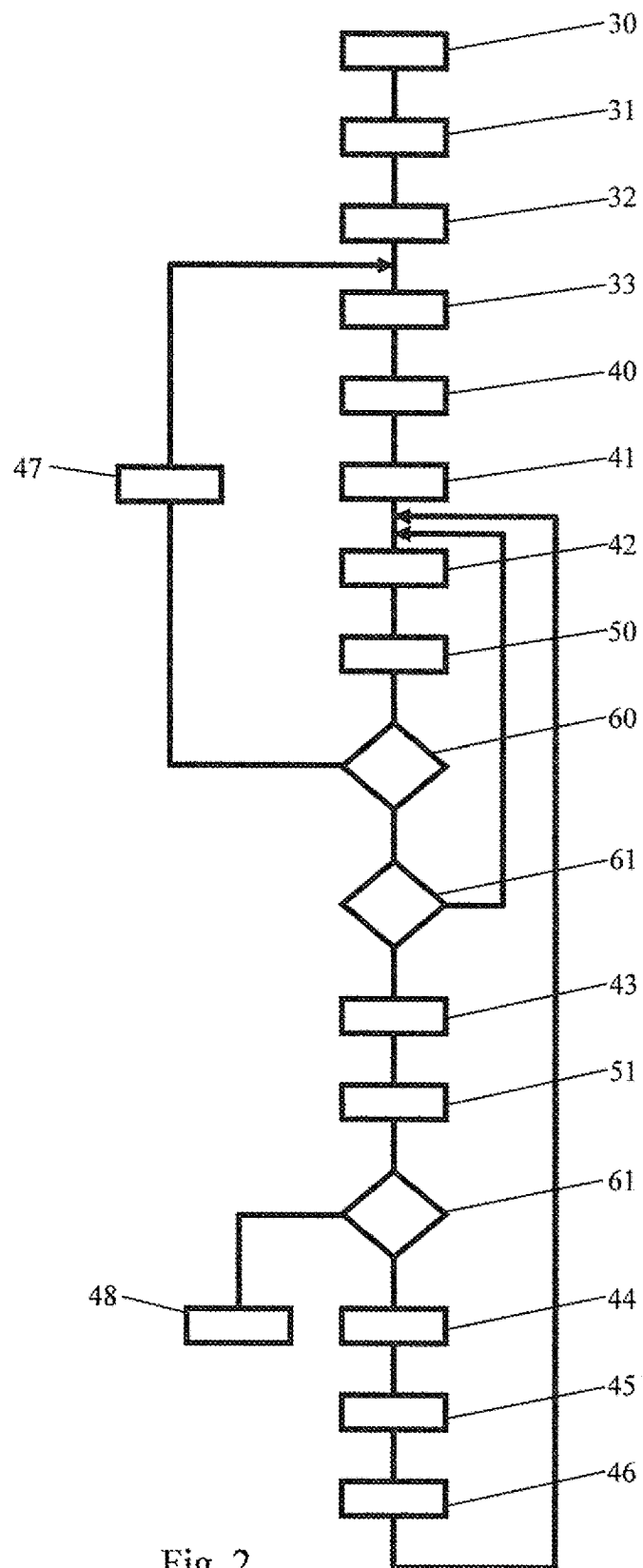


Fig. 2