



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**19.08.2015 Patentblatt 2015/34**

(51) Int Cl.:  
**F24D 19/00** (2006.01) **F24D 19/10** (2006.01)  
**F28F 19/00** (2006.01) **F28F 27/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15151896.6**

(22) Anmeldetag: **21.01.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **Rutten, Tim**  
**688, KK Velp (NL)**

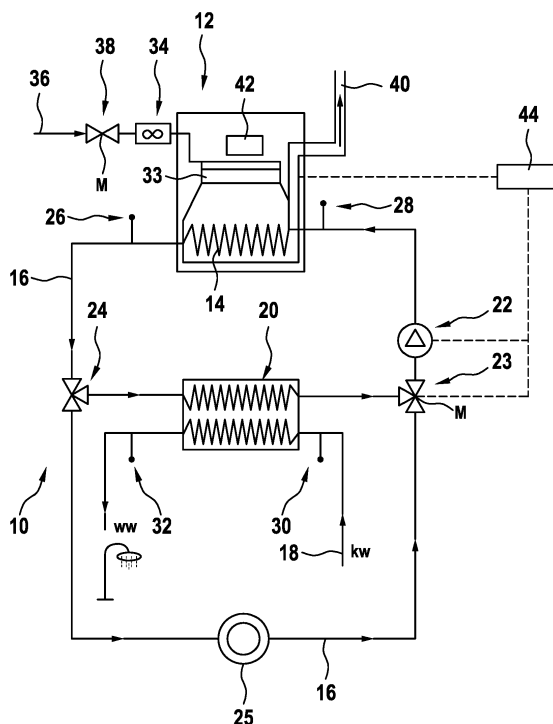
(30) Priorität: **12.02.2014 DE 102014202478**

(54) **VERFAHREN ZUR DIAGNOSE EINER HEIZUNGSANLAGE MIT MINDESTENS EINEM WÄRMETAUSCHER**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Diagnose einer Heizungsanlage mit mindestens einem erwärmbaren Wärmetauscher, der von einem zu erwärmenden Fluid durchströmt wird. Es wird vorgeschlagen, dass eine Meldung ausgegeben und/oder gespeichert wird, wenn eine Erwärmung des Fluids um eine bestimmte oder be-

stimmbare Temperatur länger als eine vorbestimmte oder vorbestimmbare Zeit benötigt und/oder wenn die Erwärmung durch den Wärmetauscher eines bestimmten oder bestimmbaren Massenstroms des Fluids unterhalb einer vorbestimmten oder vorbestimmbaren Temperaturdifferenz bleibt.

**Fig. 1**



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Diagnose einer Heizungsanlage mit mindestens einem erwärmbaren Wärmetauscher, der von einem zu erwärmenden Fluid durchströmt wird. Die Erfindung betrifft auch eine Heizungsanlage, in welcher das Verfahren zur Diagnose läuft.

## Stand der Technik

**[0002]** Wärmetauscher finden überall dort Anwendung, wo ein kaltes Medium, wie beispielsweise Wasser, durch Wärmeübertragung erwärmt werden soll. Mit zunehmender Benutzung und zunehmendem Alter des Wärmetauschers nimmt seine Wärmeübertragungsleistung ab, beispielsweise aufgrund Verschmutzung. Daher muss ein Wärmetauscher in regelmäßigen Abständen gereinigt werden.

**[0003]** Es ist wünschenswert, eine Heizungsanlage, welche mindestens einen Wärmetauscher aufweist, so auszustatten, dass die Ursachen für eine verminderte Funktionstüchtigkeit des Wärmetauschers, insbesondere durch Verschmutzung, frühzeitig erkannt werden können, so dass eine Wartung und gegebenenfalls eine Reparatur des Wärmetauschers frühzeitig ermöglicht und die volle Funktionsfähigkeit des Wärmetauschers schnell wieder hergestellt werden kann.

## Offenbarung der Erfindung

**[0004]** Diese Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Verfahren zur Diagnose in einer Heizungsanlage mit mindestens einem erwärmbaren Wärmetauscher, der von einem zu erwärmenden Fluid durchströmt wird, gemäß dem Hauptanspruch behoben. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Meldung ausgegeben und/oder gespeichert wird, wenn eine Erwärmung des Fluids um eine bestimmte oder bestimmbare Temperatur länger als eine vorbestimmte oder vorbestimmbare Zeit benötigt und/oder wenn die Erwärmung durch den Wärmetauscher eines bestimmten oder bestimmbaren Massenstroms des Fluids unterhalb einer vorbestimmten oder vorbestimmbaren Temperaturdifferenz bleibt.

**[0005]** Hierbei ist ein Fluid definiert als eine fließfähige Substanz, welche Wärme aufnehmen, speichern und abgeben kann, wie ein Gas oder eine Flüssigkeit. Grundsätzlich denkbar sind auch feste Stoffe, die Wärme speichern und abgeben können. Wenn hier die Bezeichnung Fluid verwendet wird, so sind Wärme übertragende Medien im allgemeinen gemeint, die in einer Heizungsanlage Einsatz finden können.

**[0006]** Unter einem Wärmetauscher wird eine Vorrichtung zum Übertragen von Wärme auf ein Fluid verstanden. Synonym wird auch die Bezeichnung Wärmeübertrager verwendet.

**[0007]** Die Zeit zur Erwärmung des Fluids um eine bestimmte oder bestimmbare Temperatur wird auch abkürzend als die Aufwärmzeit bezeichnet.

**[0008]** Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Merkmale sind vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Diagnose einer Heizungsanlage nach dem Hauptanspruch möglich.

**[0009]** In einem Schritt des Verfahrens wird ein oder werden mehrere Parameter bestimmt und/oder gespeichert, wie die Zeit zur Erwärmung des Fluids um eine bestimmte oder bestimmbare Temperatur, das heißt, die Aufwärmzeit, und/oder ein Wärmeübertragungskoeffizient des Wärmetauschers und/oder eine Temperaturdifferenz zwischen einer Vorlauf- und Rücklauf-temperatur des Wärmetauschers, was den Vorteil hat, dass diese Informationen zu Diagnose- und/oder Prognosezwecken verwendet werden können, beispielsweise bezüglich des Zustandes des Wärmetauschers. Hierbei ist es vorteilhaft, wenn eine Meldung, insbesondere über eine verminderte Funktionstüchtigkeit des Wärmetauschers, insbesondere aufgrund einer Verschmutzung, ausgegeben und/oder gespeichert wird, sobald die Anzahl der Fälle, in denen der oder die Parameter einen bestimmten oder bestimmbaren Schwellenwert erreicht, einen bestimmten oder bestimmbaren Wert überschreitet. Eine solche Hysterese hat den weiteren Vorteil, dass nicht gleich bei einem ersten Auftreten eines solchen Falles eine Meldung ergeht, sondern dass die Häufung der auftretenden Fälle als sicherer Hinweis gewertet werden kann.

**[0010]** Um eine noch sicherere Aussage über den Leistungszustand des Wärmetauschers erhalten zu können, ist es vorteilhaft, wenn zusätzlich zur Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf-temperatur und Rücklauf-temperatur des Wärmetauschers eine Leistung einer Pumpe in einem ersten Teilheizkreis als Indikator verwendet werden kann. Wird beispielsweise im Laufe der Zeit eine höhere Leistung der Pumpe benötigt, bei gleichbleibender oder gar sinkender Temperaturdifferenz, so weist dies auf eine verminderte Funktionsfähigkeit hin.

**[0011]** Zur Bestimmung der Temperaturdifferenz ist es von Vorteil, wenn in einem Verfahrensschritt die Vorlauf-temperatur, insbesondere über einen ersten Sensor im Vorlauf des ersten Teilheizkreises, und die Rücklauf-temperatur, insbesondere über einen zweiten Sensor im Rücklauf des ersten Teilheizkreises, bestimmt werden können.

**[0012]** In einem Schritt des Verfahrens wird mindestens je ein Schwellenwert für den oder die Parameter vorgegeben und/oder berechnet, sofern sie noch nicht festgelegt sind. Auch wird mindestens je ein Wert als obere Schranke für die

Anzahl der Fälle, in denen der oder die Parameter den zugehörigen Schwellenwert erreichen, vorgegeben, sofern er noch nicht festgelegt ist. Dies hat den Vorteil, dass Einstellungen für die Diagnose der Heizungsanlage flexibel und dem Bedarf entsprechend vorgenommen und/oder genau über Berechnungen bestimmt werden können. Zugleich wird der Komfort für den Anwender erhöht, welchem ermöglicht wird, Werte selbst einzugeben oder bereitgestellte Werte zu verwenden.

**[0013]** Für die weitere Diagnose und für Prognosezwecke ist es vorteilhaft, wenn der oder die Parameter, der jeweils zugehörige Schwellenwert und/oder der jeweils zugehörige Wert für die Anzahl der Fälle, in denen der jeweilige Schwellenwert erreicht wird, aufgezeichnet und/oder ausgegeben und/oder ausgelesen werden können.

**[0014]** In einem weiteren Schritt des Verfahrens wird ein Zähler initiiert, sobald der Schwellenwert zum ersten Mal erreicht wird, und der Zähler wird erhöht, wenn der oder die Parameter den jeweiligen Schwellenwert ein weiteres Mal erreichen. Je nach Wahl des oder der Parameter wird der Zähler auch dann initiiert oder erhöht, wenn der Schwellenwert unterschritten oder überschritten wird. Dies ist vorteilhaft, da solch ein Zähler als Startpunkt für die Diagnose der Heizungsanlage dienen kann. Ein weiterer Vorteil liegt in der Prognose eines möglichen Fehlbetriebs der Heizungsanlage beziehungsweise der Notwendigkeit einer Wartung, so dass schnell auf Fehler reagiert werden kann.

**[0015]** Vorteilhaft ist es dabei, wenn der Zähler aufgezeichnet und/oder ausgegeben und/oder ausgelesen werden kann.

**[0016]** Der Schwellenwert für den Wärmeübertragungskoeffizienten kann berechnet werden, was den Vorteil hat, dass ein genauer, theoretischer Wert als Referenzwert verwendet werden kann. Dabei wird in einem Schritt des Verfahrens der Schwellenwert  $k_{Schwelle}$  gemäß der Formel

$$k_{Schwelle} = \frac{c \cdot \dot{m} \cdot \Delta T_{Schwelle}}{A \cdot \overline{\Delta T_{Schwelle}}}$$

berechnet, wobei  $c$  die Wärmekapazität des Fluids,  $\Delta T_{Schwelle}$  die Temperaturdifferenz, beispielsweise zwischen dem Wärmetauscher und dem Fluid oder die Temperaturdifferenz von Vorlauftemperatur zu Rücklauftemperatur,  $\dot{m}$  der Massenstrom des Fluids,  $A$  die freie Wärmeübertragungsfläche und  $\overline{\Delta T_{Schwelle}}$  die zu  $\Delta T_{Schwelle}$  gehörende, gemittelte logarithmische Temperaturdifferenz ist, welche berechnet wird aus den Eintrittstemperaturen in den Wärmetauscher und den Austrittstemperaturen aus dem Wärmetauscher.

**[0017]** Die Erfindung betrifft auch eine Heizungsanlage mit mindestens einem erwärmbaren Wärmetauscher, der von einem zu erwärmenden Fluid durchströmt wird, in welcher oben geschildertes Verfahren zur Diagnose läuft. Dabei wird eine Meldung ausgegeben und/oder gespeichert, wenn eine Erwärmung des Fluids um eine bestimmte oder bestimmbare Temperatur länger als eine vorbestimmte oder vorbestimmbare Zeit benötigt und/oder wenn die Erwärmung durch den Wärmetauscher eines bestimmten oder bestimmbaren Massenstroms des Fluids unterhalb einer vorbestimmten oder vorbestimmbaren Temperaturdifferenz bleibt.

Zeichnung

**[0018]** In den Figuren ist eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Heizungsanlage zu sehen, sowie ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Fehlerdiagnose, welches in der folgenden Beschreibung näher erläutert wird. Es zeigen

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Heizungsanlage,  
Figur 2 die prinzipiellen Schritte des Verfahrens zur Diagnose in der Heizungsanlage.

Beschreibung der Zeichnungen

**[0019]** Das Ausführungsbeispiel in Figur 1 zeigt eine Heizungsanlage 10 mit einem Wärmeerzeuger 12, welcher mit einem Wärmetauscher 14 versehen ist. In einem ersten Teilheizkreis 16 wird ein Fluid, beispielsweise Heizwasser, durch den Wärmetauscher 14 erwärmt, und ein zweiter Teilheizkreis 18 dient der Erwärmung von kaltem Brauchwasser mit Hilfe eines Wärmetauschers 20, beispielsweise im Durchlaufprinzip. Der erste Teilheizkreis 16 weist eine Pumpe 22 und ein Dreiwegeventil 24 und ein Dreiwegeventil 25 auf, um die Zirkulation des Fluids zu gewährleisten. Dabei wird mindestens ein Wärmeverbraucher 25 mit warmem Heizwasser versorgt. Im Vorlauf des Wärmeerzeugers 12 befindet sich ein Sensor 26, insbesondere ein Temperatursensor, zur Messung der Vorlauftemperatur. Ebenso befindet sich im Rücklauf ein Sensor 28 zur Messung der Rücklauftemperatur.

**[0020]** Im zweiten Teilheizkreis 18 wird kaltes Brauchwasser zum Wärmetauscher 20 transportiert, wo es erwärmt wird, anschließend wird das warme Brauchwasser zum Endnutzer geleitet. Ein Sensor 30 misst die Temperatur des

Kaltwassers vor Eintritt durch den Wärmetauscher 20, ein Sensor 32 misst die Temperatur des erwärmten Kaltwassers nach Austritt.

**[0021]** Bei dem Wärmeerzeuger 12 kann es sich um verschiedenartige Heizgeräte handeln, welche mit fossilen oder erneuerbaren Ressourcen betrieben werden. Im Ausführungsbeispiel befinden sich ein Gasbrenner 33 und der Wärmetauscher 14 im Wärmeerzeuger 12. Hierbei wird dem Wärmeerzeuger 12 mit Hilfe eines Gebläses 34 über eine Leitung 36 ein Gas-Luft-Gemisch zugeführt. In dieser Leitung 36 befindet sich weiter ein Ventil 38. Abgasprodukte werden über eine Abgasleitung 40 nach außen geführt. Durch eine vom Gasbrenner 33 erzeugte Flamme wird das Fluid, welches durch den Wärmetauscher 14 zirkuliert, erwärmt.

**[0022]** Im Ausführungsbeispiel in Figur 1 weist die Heizungsanlage 10 weiter eine Anzeige 42 sowie eine Steuer- und/oder Regeleinheit 44 auf, wobei sich diese außerhalb des Wärmeerzeugers 12 befindet. Die Anzeige 42 ist am Wärmeerzeuger 12 angebracht. Der Wärmeerzeuger 12, die Steuer- und/oder Regeleinheit 44 und die Anzeige 42 sind miteinander verbunden und können miteinander kommunizieren. Oftmals ist der Wärmeerzeuger 12 über die Steuer- und/oder Regeleinheit 44 noch mit dem Wärmeverbraucher 25 und mit weiteren Steuer- oder Regelelementen verbunden, wie beispielsweise mit der Pumpe 22, den Ventilen 23, 24, dem Gebläse 34, dem Ventil 38 und/oder mit einem Raumthermostaten, um einen noch optimierteren und einwandfreieren Ablauf zu gewährleisten. Denkbar ist in diesem Fall eine kabelgebundene oder eine kabellose Verbindung, sowie eine Mischung aus diesen Verbindungsarten.

**[0023]** Alternativ kann sich die Steuer- und/oder Regeleinheit 44 auch innerhalb des Wärmeerzeugers 12 befinden. Andere Ausführungsformen sind ebenso denkbar. Dasselbe trifft auf die Anzeige 42 zu.

**[0024]** Zur Diagnose der Heizungsanlage 10 läuft ein Verfahren ab, welches anhand der Figur 2 beschrieben wird.

**[0025]** Die Zeit zur Erwärmung des Fluids durch den Wärmetauscher 14, 20, kurz Aufwärmzeit genannt, dessen Wärmeübertragungskoeffizient und die Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf- und Rücklauf-temperatur des Wärmetauschers 14, 20 sind systeminhärente Parameter und werden erfindungsgemäß als Indikatoren für eine verminderte Funktionstüchtigkeit des Wärmetauschers 14, 20, insbesondere aufgrund Verschmutzung, herangezogen. So sinkt der Wärmeübertragungskoeffizient bei zunehmendem Widerstand des Wärmetauschers 14, 20, was beispielsweise genau dann der Fall ist, wenn die Oberfläche des Wärmetauschers 14, 20 zunehmend verschmutzt ist. In diesem Fall sinkt auch die Leistungsfähigkeit des Wärmetauschers 14, 20, was zum einen zu einer höheren Aufwärmzeit führt, zum anderen, sofern man eine feste Laufzeit vorgibt, zu einer geringeren Temperaturdifferenz nach Ablauf dieser Zeit.

**[0026]** Während der Wärmeübertragungskoeffizient und die Temperaturdifferenz während des Betriebs des Gasbrenners 33 bestimmt werden, ist die Bestimmung der Aufwärmzeit abhängig vom Brennerstart. Die Zeitmessung beginnt bei Brennerstart und endet, sobald eine Solltemperatur für das Fluid, beispielsweise für das Brauchwasser oder Heizwasser, erreicht wurde.

**[0027]** Kern des Verfahrens ist die Ausgabe einer Meldung, wenn eine Erwärmung des Fluids um eine bestimmte oder bestimmbare Temperatur länger als eine vorbestimmte oder vorbestimmbare Zeit benötigt oder wenn die Erwärmung durch den Wärmetauscher 14, 20 eines bestimmten oder bestimmbaren Massenstroms des Fluids unterhalb einer vorbestimmten oder vorbestimmbaren Temperaturdifferenz bleibt. Auch beide Fälle können eintreten. Die Meldung wird für spätere Zwecke, wie für eine Prognose oder Diagnose, gespeichert, so dass sie zu jedem beliebigen Zeitpunkt abrufbar ist.

**[0028]** Das Verfahren ist prinzipiell auf beliebige Wärmetauscher anwendbar. Im Folgenden wird es anhand des Wärmetauschers 14 erläutert.

**[0029]** Zu Beginn des Verfahrens, in Schritt 50, gibt der Anwender den oder die Parameter ein, anhand derer die Diagnose durchgeführt werden soll. Er kann eine Diagnose anhand der Aufwärmzeit, des Wärmeübertragungskoeffizienten oder der Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf- und Rücklauf-temperatur auswählen. Es können auch mehrere Modi gleichzeitig gewählt werden, welche dann parallel oder seriell durchgeführt werden. Im Folgenden wird der Fall betrachtet, dass alle Modi gewählt und parallel ausgeführt werden.

**[0030]** In Schritt 52 werden die Vorlauf-temperatur über den Sensor 26 und die Rücklauf-temperatur über den Sensor 28 gemessen. Weiter wird ein Sollwert für eine Temperatur des Fluids, wie ein Sollwert für die Temperatur des Heizwassers und des Brauchwassers, vorgegeben.

**[0031]** In den Schritten 53, 54 und 55 werden die für das Verfahren notwendigen Werte vorgegeben oder berechnet, sofern sie noch nicht vorhanden sind. Für gleiche Systeme können die Werte vorgegeben werden. Beispielsweise können sie als Standardwerte gesetzt werden, die automatisch verwendet oder vom Anwender gewählt werden. Sie können auch vom Anwender eingegeben werden. Für neue oder gewartete Systeme können die Werte neu eingestellt oder neu berechnet werden.

**[0032]** Für die Aufwärmzeit wird in Schritt 53 ein Schwellenwert 56 vorgegeben oder berechnet. Weiter kann ein Wert bzw. eine Maximalzahl 58 bestimmt werden, welche eine obere Schranke für die Anzahl der Fälle, in denen die Aufwärmzeit den Schwellenwert 56 erreicht oder übersteigt, darstellt. Beträgt die Maximalzahl 58 beispielsweise 20, so ergeht eine Meldung, wenn der 21. Fall einer erhöhten Aufwärmzeit eintritt. Der Schwellenwert 56 liegt im System als Standardwert vor oder kann vom Anwender geändert oder vorgegeben werden.

**[0033]** Für den Wärmeübertragungskoeffizienten als Indikator für eine verminderte Funktionstüchtigkeit des Wärme-

tauschers 14 wird in Schritt 54 ein Schwellenwert  $60 k_{Schwelle}$  vorgegeben oder berechnet. Für die Berechnung werden ideale Wärmeübertragungsverhältnisse des Wärmetauschers 14 vorausgesetzt. Der Schwellenwert 60 wird über den Ausdruck

$$k_{Schwelle} = c \cdot \dot{m} \cdot \Delta T_{Schwelle} / A \cdot \overline{\Delta T_{Schwelle}}$$

berechnet. Hierbei ist  $\Delta T_{Schwelle}$  eine feste, vorgegebene Temperaturdifferenz zwischen einem idealen, beispielsweise unverschmutzten, Wärmetauscher, welcher von der vom Gasbrenner 33 erzeugten heißen Luft erwärmt wird, und dem Heizwasser, an welches die Wärme abgegeben wird, A die freie Wärmeübertragungsfläche,  $\dot{m}$  der Massen- bzw. Volumenstrom und c die Wärmekapazität des Fluids. Die Temperatur und der Massenstrom können über entsprechende Sensoren gemessen werden. Die Wärmekapazität des Fluids kann Tabellen entnommen werden. Weiter ist  $\overline{\Delta T_{Schwelle}}$  die zu  $\Delta T_{Schwelle}$  gehörende, feste gemittelte logarithmische Temperaturdifferenz, welche bestimmt wird aus den fest vorgegebenen Temperaturen der anwesenden Eintritte und Austritte des idealen Wärmetauschers. Durch den Wärmetauscher 14 strömt das heiße Abgas des Gasbrenners 33, das sich abkühlt und seine Wärmeenergie auf das Heizwasser überträgt.

**[0034]** Zu Schritt 54 gehört auch die Vorgabe einer Maximalzahl 62 für den Wärmeübertragungskoeffizienten, ab welcher eine Meldung über die verminderte Funktionstüchtigkeit des Wärmetauschers 14 ausgegeben werden soll. Die Maximalzahl 62 gibt eine obere Schranke für die Anzahl der Fälle vor, in denen der Wärmeübertragungskoeffizient den Schwellenwert 60 unterschreitet.

**[0035]** Wird die Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf und Rücklauf des Wärmetauschers 14 als Indikator herangezogen, so wird in Schritt 55 ein Schwellenwert 64 und eine Maximalzahl 66 für die Temperaturdifferenz vorgegeben oder berechnet, analog zu den Schritten 53 und 54. Die Maximalzahl 66 ist eine obere Schranke für die Anzahl der Fälle, in denen die Temperaturdifferenz den Schwellenwert 64 unterschreitet. Wurden die Vorlauf- und Rücklauf-temperatur noch nicht gemessen, beispielsweise weil Schritt 52 übersprungen wurde, so wird dies in Schritt 55 nachgeholt.

**[0036]** Soll die Leistung der Pumpe 22 zusammen mit der Temperaturdifferenz als Indikator für eine verminderte Funktionstüchtigkeit des Wärmetauschers 14 mit herangezogen werden, so wird in Schritt 55 ein Schwellenwert 65 für die Leistung der Pumpe 22 zusätzlich vorgegeben. Alternativ kann er berechnet werden. Die Maximalzahl 66 ist dann eine obere Schranke für die Anzahl der Fälle, in denen die Temperaturdifferenz den Schwellenwert 64 erreicht oder unterschreitet und die Leistung der Pumpe 22 den Schwellenwert 67 erreicht oder überschreitet.

**[0037]** Alle Werte werden gespeichert und können vom Anwender abgerufen oder geändert werden.

**[0038]** In Schritt 68 werden ein Zähler 70 für die Aufwärmzeit, ein Zähler 72 für den Wärmeübertragungskoeffizienten und ein Zähler 74 für die Temperaturdifferenz initiiert. Beispielsweise werden sie auf 0 gesetzt.

**[0039]** Sobald der Wärmeerzeuger 12 startet, beginnt in Schritt 76 eine Zeitmessung zur Bestimmung der Aufwärmzeit des Fluids durch den Wärmetauscher 14. Erreicht das Heizwasser die vorgegebene Sollwerttemperatur, wird die Zeitmessung beendet. Die verstrichene Zeit wird als Aufwärmzeit abgespeichert.

**[0040]** In Schritt 77 wird der Wärmeübertragungskoeffizient berechnet. Hierfür wird die Formel

$$k = c \cdot \dot{m} \cdot \Delta T / A \cdot \overline{\Delta T}$$

zugrunde gelegt. Hier ist nun  $\Delta T$  die (variable) Temperaturdifferenz zwischen dem Wärmetauscher 14 und dem Heizwasser und  $\overline{\Delta T}$  die (variable) mittlere logarithmische Temperaturdifferenz zwischen Wärmetauscher 14 und Heizwasser, gegeben durch

$$\overline{\Delta T} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln \left[ \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right]}$$

**[0041]** Dabei wurde  $\Delta T_2 \geq \Delta T_1$  angenommen, damit die mittlere logarithmische Temperaturdifferenz positiv ist.  $\Delta T_2$  und  $\Delta T_1$  sind folgendermaßen definiert: Am ersten Eintritt des Wärmetauschers 14 wird die Temperatur  $T_{\text{Eintritt1}}$  der heißen Luft gemessen bzw. die Temperatur des Wärmetauschers 14. Am ersten Austritt herrscht die Temperatur  $T_{\text{Austritt1}}$  der erkalteten Luft in der Abgasleitung. Beim zweiten Eintritt, dem Eintritt des Rücklaufheizwassers in den Wärmetauscher 14, wurde in Schritt 52 über den Sensor 28 die Rücklauf-temperatur  $T_{\text{Eintritt2}}$  gemessen, und am zweiten Austritt aus dem

Wärmetauscher die Vorlauftemperatur  $T_{\text{Austritt2}}$  durch den Sensor 26. Man berechnet nun die Differenzen  $\Delta T_1 := |T_{\text{Eintritt1}} - T_{\text{Austritt2}}|$  und  $\Delta T_2 := |T_{\text{Austritt1}} - T_{\text{Eintritt2}}|$ , sofern  $\Delta T_1 \geq \Delta T_2$ . Sonst ist  $\Delta T_2 := |T_{\text{Eintritt1}} - T_{\text{Austritt2}}|$  und  $\Delta T_1 := |T_{\text{Austritt1}} - T_{\text{Eintritt2}}|$ .

**[0042]** In Schritt 78 wird die Berechnung der Temperaturdifferenz zwischen der Vorlauf- und Rücklauf-temperatur durchgeführt. Wurden die Vorlauf- und Rücklauf-temperatur noch nicht gemessen, beispielsweise weil Schritt 52 übersprungen wurde, so wird die Messung vor der Berechnung der Temperaturdifferenz durchgeführt.

**[0043]** In Schritt 80 findet die Abfrage statt, ob die jeweiligen Parameter ihren zugehörigen Schwellenwert erreichen: Es wird abgefragt, ob die Aufwärmzeit größer als der Schwellenwert 56 ist, ob der Wärmeübertragungskoeffizient kleiner als der Schwellenwert 60 ist und ob die Temperaturdifferenz kleiner als der Schwellenwert 64 ist.

**[0044]** Trifft dies nicht zu (Schritt 82), so bleiben die Zähler 70, 72, 74 unverändert. Das Verfahren wird in den Schritten 76, 77 und/oder 78 fortgesetzt, je nachdem, ob die Aufwärmzeit, der Wärmeübertragungskoeffizient und/oder die Temperaturdifferenz ausgewählt wurden (Schritt 50).

**[0045]** Ergibt die Abfrage in Schritt 80 ein Ja, ist die Aufwärmzeit also größer als der Schwellenwert 56 oder der Wärmeübertragungskoeffizient kleiner als der Schwellenwert 60 oder die Temperaturdifferenz kleiner als der Schwellenwert 64, so werden die Zähler 70, 72, 74 in Schritt 84 erhöht, beispielsweise um 1.

**[0046]** Selbstverständlich sind Mischformen denkbar, zum Beispiel, die Aufwärmzeit ist größer als der Schwellenwert 56 und der Wärmeübertragungskoeffizient ist kleiner als der Schwellenwert 60. Dann werden der Zähler 70 und der Zähler 72 erhöht. Oder die Temperaturdifferenz ist kleiner als der Schwellenwert 64 und die Aufwärmzeit größer als der Schwellenwert 56. Dann werden der Zähler 74 und der Zähler 72 erhöht, usw. Welche und wieviele Zähler erhöht wurden, kann auch einen Hinweis auf eine verminderte Funktionsfähigkeit des Wärmetauschers 14 geben. Deshalb wird der momentane Stand der Zähler 70, 72, 76 abgespeichert und ist zu jedem Zeitpunkt auslesbar.

**[0047]** In Schritt 86 wird abgefragt, ob mindestens einer der Zähler 70, 72, 76 die zugehörige Maximalzahl 64, 66, 68 erreicht oder überschritten hat.

**[0048]** Ist dem nicht so, so beginnt das Verfahren wieder bei Schritt 76, Schritt 77 und Schritt 78, sofern alle drei Modi im parallelen Durchlauf gewählt wurden, wie in diesem Ausführungsbeispiel angenommen. Der Wärmeerzeuger 14 läuft weiter und es wird von neuem geprüft, ob eine verminderte Funktion oder Fehlfunktion vorliegt.

**[0049]** Wurden nicht alle Modi gewählt, beispielsweise nur einer, so wird das Verfahren nach Schritt 82 in Schritt 76, Schritt 77 oder Schritt 78 fortgesetzt, je nachdem, welcher Modus gewählt wurde. Entsprechend sind Mischformen möglich. Auch eine serielle Verarbeitung der Schritte 76, 77, 78 ist möglich, was jedoch nicht dargestellt ist.

**[0050]** Das Verfahren kann zwischenzeitlich unterbrochen oder vorzeitig beendet werden, um wieder in einem Schritt nach Wahl fortzusetzen, beispielsweise in einem der Schritte 50, 52, 53, 54, 55 usw.

**[0051]** Wird das Verfahren beispielsweise in Schritt 80, oder einem anderen Schritt, unterbrochen und wählt der Anwender Schritt 50, so entspricht dies einer Art Neustart. Bereits gemessene oder berechnete Parameter, wie die Aufwärmzeit, oder Meldungen wurden gespeichert und sind auslesbar. Es können neue Werte eingegeben werden, die der Diagnose zugrunde gelegt werden, oder es werden voreingestellte Standardwerte oder bereits früher eingegebene Werte verwendet.

**[0052]** Wird beispielsweise von Schritt 84, oder einem anderen Schritt, in Schritt 68 gesprungen, so entspricht dies einer Art Zurücksetzen. In Schritt 68 werden die Zähler 70, 72, 74 initiiert, beispielsweise auf 0 gesetzt. War beispielsweise mindestens einer der Zähler 70, 72, 74 größer als dieser Initialwert so wird er wieder auf diesen zurückgesetzt. Damit beginnt das Verfahren mit der Abzählung der Verletzungsfälle von neuem, verwendet aber die bereits eingegebenen Werte und Messwerte.

**[0053]** Das Verfahren kann auch so programmiert werden, dass es nach einem gewählten Schritt zu einem anderen wählbaren Schritt automatisch wechselt. Es kann auch vollkommen abgestellt werden.

**[0054]** Ergibt in Schritt 86 die Abfrage, dass mindestens eine der Maximalzahlen 58, 62, 66 erreicht oder überschritten wurde, so wird in Schritt 88 eine entsprechende Meldung darüber ausgegeben und gespeichert. Mit abgespeichert wird das Datum und die Uhrzeit der Meldung. Beispielsweise kann die Meldung Text beinhalten, der besagt, dass die Funktionstüchtigkeit des Wärmetauschers 14 vermindert ist, insbesondere aufgrund einer Verschmutzung. Der Text kann zusätzlich besagen, dass der Wärmetauscher 14 einer Wartung oder Reinigung oder dergleichen bedarf. Die Meldung kann zusätzlich oder allein aus einem Blinken einer Leuchtquelle, wie beispielsweise einer Leuchtdiode, bestehen, oder aus einem Ton, wie einem einmaligen oder mehrmaligen Piepston. Andere Meldungsarten sind ebenso denkbar. Die Meldung kann so lange bestehen, bis der Anwender sie aktiv beendet. Denkbar ist auch eine einmalige Ausgabe, die nicht aktiv beendet werden muss. Die Meldung wird zur Abrufung zu einem späteren Zeitpunkt aufgezeichnet.

**[0055]** So kann in Schritt 88 beispielsweise ein Piepston für einige Sekunden ergehen, parallel hierzu leuchtet oder blinkt ein rotes Licht so lange, bis der Anwender bestätigt, dass er die Meldung zur Kenntnis genommen hat, beispielsweise über einen Knopfdruck oder einen gesprochenen Befehl.

**[0056]** Der Wärmeerzeuger 12 läuft nach erfolgter Meldung weiter in normalem Betrieb, auch wenn keine Wartung oder Reinigung oder dergleichen durchgeführt wurde, und auch wenn die Meldung weiter besteht.

**[0057]** In Schritt 90 wird abgefragt, ob eine Wartung oder Reinigung oder dergleichen durchgeführt wurde.

[0058] Ist dem nicht so, so läuft das Verfahren bei Schritt 76, Schritt 77 und Schritt 78 weiter, falls alle drei Modi gewählt wurden. Die Meldung wird weiterhin ausgegeben. Beispielsweise besteht weiter das Blinken einer Leuchtdiode.

[0059] Nach erfolgter Wartung oder Reinigung, das heißt, die Abfrage in Schritt 90 wurde bejaht, werden in Schritt 92 die Parameterwerte, wie die Aufwärmzeit, der Wärmeübertragungskoeffizient, die Temperaturdifferenz, die Vorlauf- und Rücklauftemperaturen, die Zähler 70, 72, 74, zurückgesetzt. Das Verfahren startet wieder bei Schritt 50, und die Diagnose des Wärmeerzeugers 14 beginnt von neuem.

[0060] Alle Werte, ob eingegeben, berechnet oder im Laufe des Verfahrens bestimmt, werden gespeichert und aufgezeichnet. Auch der Zeitpunkt ihrer Entstehung wird abgespeichert. Beispielsweise kann in Erfahrung gebracht werden, wie schnell hintereinander die Aufwärmzeit, der Wärmeübertragungskoeffizient oder die Temperaturdifferenz ihre entsprechenden Schwellenwerte 56, 60, 64 nicht eingehalten haben, wann die entsprechenden Zähler 70, 72, 74 erhöht wurden und wann die Maximalzahl 58, 62, 66 erreicht wurde. Weiter wird der Zeitpunkt und die Art der Meldung in Schritt 88 gespeichert. Nach einer Wartung kann der Speicher zurückgesetzt werden, um einen Speicherüberlauf zu vermeiden. Der Zeitpunkt der Wartung bleibt dabei erhalten. Der Speicher kann auch per Hand zurückgesetzt werden. Dem Anwender stehen also alle Daten für Diagnose- und Prognosezwecke zur Verfügung.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Diagnose einer Heizungsanlage (10) mit mindestens einem erwärmbaren Wärmetauscher (14, 20), der von einem zu erwärmenden Fluid durchströmt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Meldung ausgegeben und/oder gespeichert wird, wenn eine Erwärmung des Fluids um eine bestimmte oder bestimmbare Temperatur länger als eine vorbestimmte oder vorbestimmbare Zeit benötigt und/oder wenn die Erwärmung durch den Wärmetauscher (14, 20) eines bestimmten oder bestimmbaren Massenstroms des Fluids unterhalb einer vorbestimmten oder vorbestimmbaren Temperaturdifferenz bleibt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein oder mehrere Parameter, wie die Zeit zur Erwärmung des Fluids um eine bestimmte oder bestimmbare Temperatur und/oder ein Wärmeübertragungskoeffizient des Wärmetauschers (14, 20) und/oder eine Temperaturdifferenz zwischen einer Vorlauf- und Rücklauftemperatur des Wärmetauschers (14, 20), bestimmt und/oder gespeichert werden, und dass eine Meldung, insbesondere über eine verminderte Funktionstüchtigkeit des Wärmetauschers (14, 20), insbesondere aufgrund einer Verschmutzung, ausgegeben und/oder gespeichert wird, sobald die Anzahl der Fälle, in denen der oder die Parameter einen bestimmten oder bestimmbaren Schwellenwert erreicht, einen bestimmten oder bestimmbaren Wert (58, 62, 66) überschreitet.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperaturdifferenz zwischen Vorlauftemperatur und Rücklauftemperatur des Wärmetauschers (14, 20) und eine Leistung einer Pumpe (22) als Indikator einer verminderten Funktionstüchtigkeit des Wärmetauschers (14, 20), insbesondere aufgrund einer Verschmutzung, verwendet werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vorlauftemperatur, insbesondere über einen ersten Sensor (57) im Vorlauf eines ersten Teilheizkreises (54), und eine Rücklauftemperatur, insbesondere über einen zweiten Sensor (58) im Rücklauf des ersten Teilheizkreises (54), bestimmt werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens je ein Schwellenwert (56, 60, 64) für den oder die Parameter und dass mindestens je ein Wert (58, 62, 66) für die Anzahl der Fälle, in denen der oder die Parameter den Schwellenwert (56, 60, 64) erreichen, vorgegeben und/oder berechnet werden, sofern sie noch nicht festgelegt sind.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder die Parameter, der jeweils zugehörige Schwellenwert (56, 60, 64) und/oder der jeweils zugehörige Wert (58, 62, 66) aufgezeichnet und/oder ausgegeben und/oder ausgelesen werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Zähler initiiert wird, sobald der Schwellenwert (56, 60, 64) zum ersten Mal erreicht wird, und dass der Zähler erhöht wird, wenn der Schwellenwert (56, 60, 64) ein weiteres Mal erreicht wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zähler aufgezeichnet und/oder ausgegeben wird und/oder auslesbar ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwellenwert (58) für den Wärmeübertragungskoeffizienten,  $k_{Schwelle}$ , gemäß der Formel

$$k_{Schwelle} = \frac{c \cdot \dot{m} \cdot \Delta T_{Schwelle}}{A \cdot \overline{\Delta T}_{Schwelle}}$$

berechnet wird, wobei  $c$  die Wärmekapazität des Fluids,  $\Delta T_{Schwelle}$  die Temperaturdifferenz, beispielsweise zwischen dem Wärmetauscher (14, 20) und dem Fluid oder die Temperaturdifferenz von Vorlauftemperatur zu Rücklauftemperatur,  $\dot{m}$  der Massenstrom des Fluids,  $A$  die freie Wärmeübertragungsfläche und  $\overline{\Delta T}_{Schwelle}$  die zu  $\Delta T_{Schwelle}$  gehörende, gemittelte logarithmische Temperaturdifferenz ist, welche berechnet wird aus den Eintrittstemperaturen in den Wärmetauscher (14, 20) und den Austrittstemperaturen aus dem Wärmetauscher (14, 20).

10. Heizungsanlage mit mindestens einem erwärmbaren Wärmetauscher (14, 20), der von einem zu erwärmenden Fluid durchströmt wird und bei der ein Verfahren zur Diagnose insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche läuft, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Meldung ausgegeben und/oder gespeichert wird, wenn eine Erwärmung des Fluids um eine bestimmte oder bestimmbare Temperatur länger als eine vorbestimmte oder vorbestimmbare Zeit benötigt und/oder wenn die Erwärmung durch den Wärmetauscher (14, 20) eines bestimmten oder bestimmbaren Massenstroms des Fluids unterhalb einer vorbestimmten oder vorbestimmbaren Temperaturdifferenz bleibt.

Fig. 1

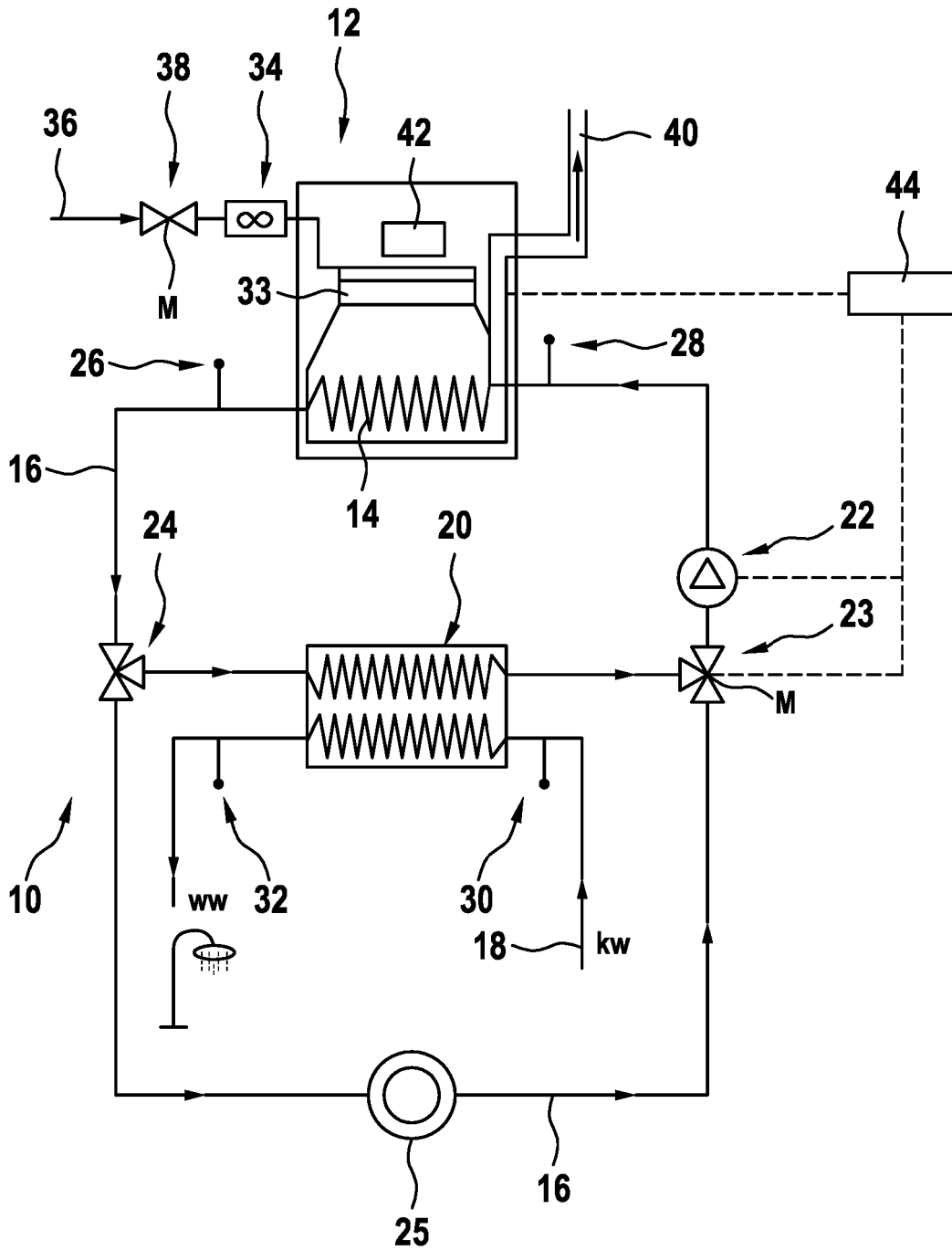
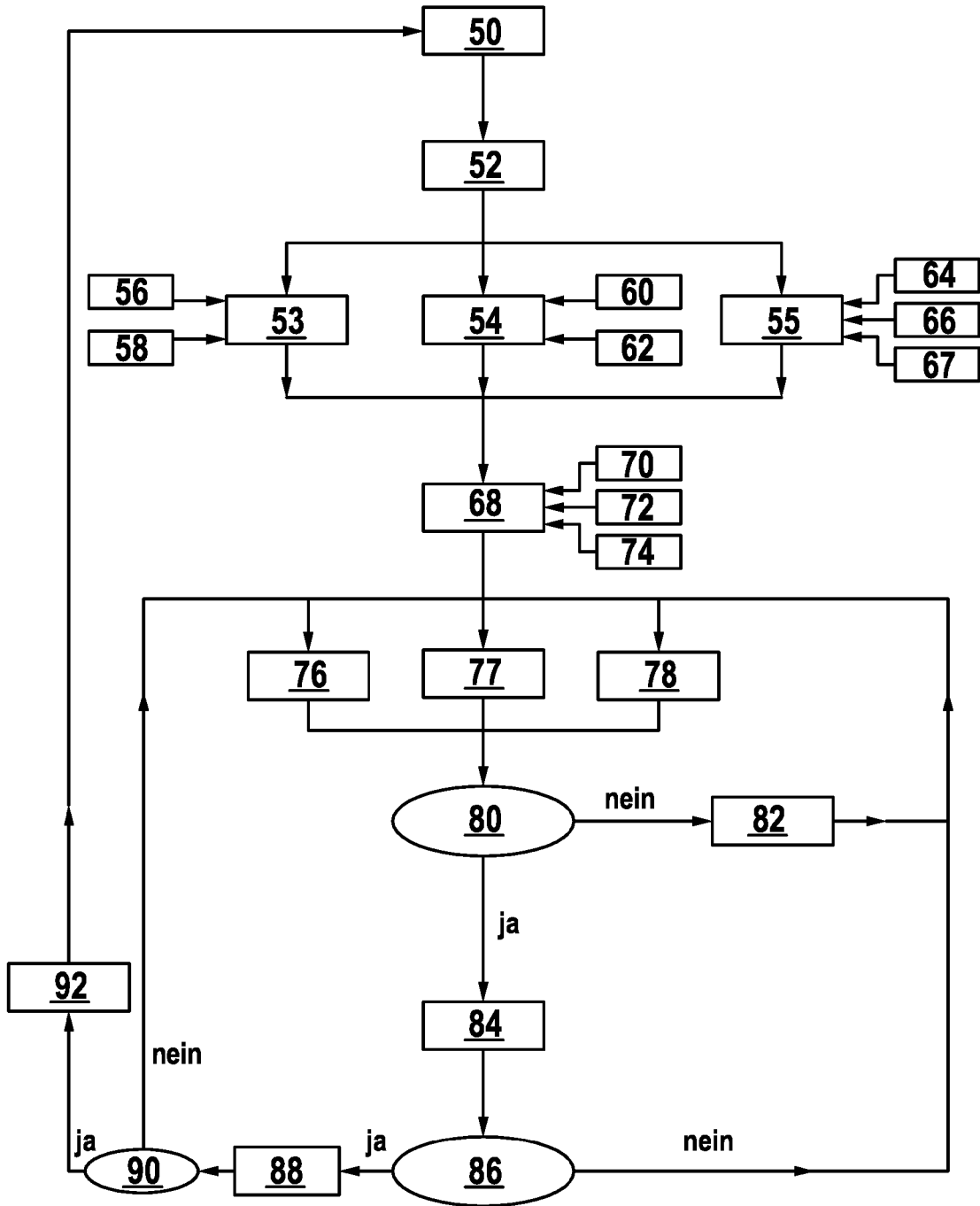


Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 15 15 1896

5

10

15

20

25

30

35

40

45

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 617 239 A2 (NIEDERER ARMIN [LI]) 28. September 1994 (1994-09-28)	1-6,10	INV. F24D19/00 F24D19/10 F28F19/00 F28F27/00
Y	* Spalte 5 - Spalte 8; Ansprüche 1,4,6; Abbildungen 1, 2 *	7-9	
X	WO 2007/031087 A1 (DANFOSS AS [DK]; BENONYSSON ATLI [DK]) 22. März 2007 (2007-03-22)	1,4,10	
X	US 2005/011278 A1 (BROWN GREGORY C [US] ET AL) 20. Januar 2005 (2005-01-20)	1,4,10	
X	EP 2 280 230 A2 (VIESSMANN WERKE KG [DE]) 2. Februar 2011 (2011-02-02)	1,10	
X	US 2004/153280 A1 (LINDGREN MATTS [SE]) 5. August 2004 (2004-08-05)	1,10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y	US 2010/206869 A1 (NELSON JONATHAN D [US] ET AL) 19. August 2010 (2010-08-19)	7,8	F24D F28F
Y	EP 0 155 826 A2 (BABCOCK & WILCOX CO [US]) 25. September 1985 (1985-09-25)	9	
Y	US 2005/133211 A1 (OSBORN MARK D [US] ET AL OSBORN MARK DAVID [US] ET AL) 23. Juni 2005 (2005-06-23)	9	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>11. Juni 2015</b>	Prüfer <b>Riesen, Jörg</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1  
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

50

55

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 15 1896

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-06-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0617239 A2	28-09-1994	DE 4309313 A1	29-09-1994
		EP 0617239 A2	28-09-1994
		US 5607008 A	04-03-1997
-----			
WO 2007031087 A1	22-03-2007	CN 101310149 A	19-11-2008
		DE 102005043952 A1	05-04-2007
		DK 1926942 T3	23-03-2015
		EP 1926942 A1	04-06-2008
		US 2009020282 A1	22-01-2009
		WO 2007031087 A1	22-03-2007
-----			
US 2005011278 A1	20-01-2005	CN 1853098 A	25-10-2006
		EP 1646864 A2	19-04-2006
		JP 4624351 B2	02-02-2011
		JP 2007531868 A	08-11-2007
		RU 2324171 C2	10-05-2008
		US 2005011278 A1	20-01-2005
-----			
EP 2280230 A2	02-02-2011	DE 102009034556 A1	03-02-2011
		EP 2280230 A2	02-02-2011
-----			
US 2004153280 A1	05-08-2004	AT 406547 T	15-09-2008
		CN 1520502 A	11-08-2004
		EP 1393004 A1	03-03-2004
		PL 366393 A1	24-01-2005
		US 2004153280 A1	05-08-2004
-----			
US 2010206869 A1	19-08-2010	AU 2010214023 A1	25-08-2011
		CA 2751098 A1	19-08-2010
		CN 102483242 A	30-05-2012
		EP 2417397 A2	15-02-2012
		US 2010206869 A1	19-08-2010
-----			
EP 0155826 A2	25-09-1985	AU 565509 B2	17-09-1987
		AU 3976485 A	26-09-1985
		BR 8500511 A	03-12-1985
		CA 1220274 A1	07-04-1987
		DE 3580929 D1	31-01-1991
		EP 0155826 A2	25-09-1985
		ES 8603051 A1	16-03-1986
		HK 31291 A	03-05-1991
		IN 161899 A1	20-02-1988
		JP S60207900 A	19-10-1985
		MX 162084 A	25-03-1991

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 15 1896

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10

11-06-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005133211 A1	23-06-2005	US 2005133211 A1 WO 2005066569 A1	23-06-2005 21-07-2005

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82