

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 074 795 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.02.2001 Patentblatt 2001/06

(51) Int. Cl.⁷: **F24D 19/10**

(21) Anmeldenummer: **00115690.0**

(22) Anmeldetag: **21.07.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **Leverberg, Siegfried**
46149 Oberhausen (DE)

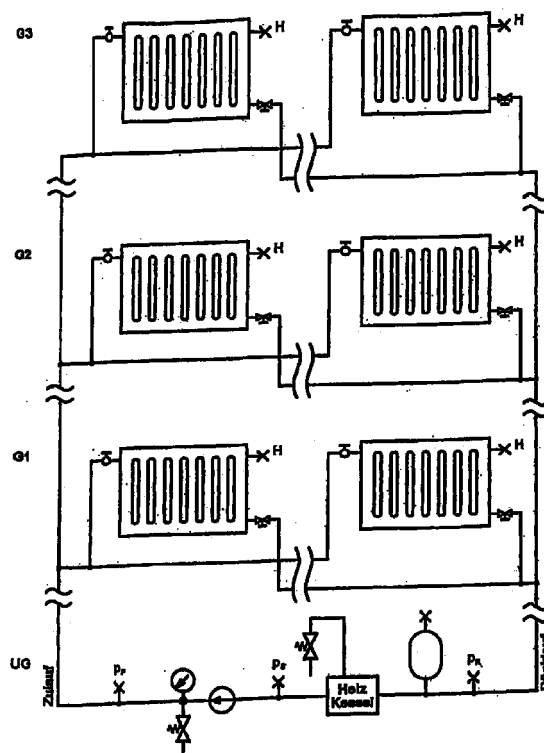
(72) Erfinder: **Leverberg, Siegfried**
46149 Oberhausen (DE)

(30) Priorität: **28.07.1999 DE 19935057**
26.01.2000 DE 10003394

(74) Vertreter:
Viering, Jentschura & Partner
Essener Strasse 5
46047 Oberhausen (DE)

(54) **Verfahren zum hydraulischen Abgleichen einer Heizungsanlage**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum hydraulischen Abgleichen einer Heizungsanlage. Zum hydraulischen Abgleichen einer Heizungsanlage wird der Zulaufdruck p_z an jedem Heizkörper zwischen dessen Zulaufventil und Ablaufventil gemessen und wird bei eingeschalteter Umwälzpumpe und geöffnetem Zulaufventil der Druck am jeweiligen Heizkörper bei laufender Druckmessung auf den in Abhängigkeit von der für den jeweiligen Heizkörper durch Berechnung ermittelten Soll-Druckdifferenz (Δp) ermittelten Einstelldruck (p_E) durch Verstellen von dessen Rücklaufventil eingestellt.



EP 1 074 795 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum hydraulischen Abgleich einer Warmwasser-Heizungsanlage, welche (wenigstens eine) Umwälzpumpe und mehrere Heizkörper aufweist, wobei die Heizkörper mit einem im Durchfluss verstellbaren Zulaufventil, einem im Durchfluss verstellbaren Rücklaufventil und einer absperribaren Entlüftungsöffnung versehen sind.

[0002] Mit der Umwälzpumpe in derartigen Heizungsanlagen werden die Druckverluste im Verteilnetz überwunden und die Zirkulation des Heizwassers vom Wärmeerzeuger zu den Heizkörpern als Verbraucher und zurück erreicht. Falls die Heizungsanlage nicht hydraulisch abgeglichen wird, kann es zur Überversorgung oder Unterversorgung strömungstechnisch bevorzugter bzw. benachteiligter Verbraucher kommen. Wird dieser Mangel durch die Erhöhung der Pumpenleistung korrigiert, resultiert daraus eine unnötig hohe elektrische Antriebsleistung an der Umwälzpumpe. Mangelnder hydraulischer Abgleich führt überdies zu einer ungleichmäßigen Wärmeabgabe, zu Geräuschen in der Anlage, zur Einschränkung der Regelfähigkeit und damit dazu, dass notwendige Temperaturdifferenzen nicht erreicht werden.

[0003] In der Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB/DIN 18380) wird daher gefordert: "... Der hydraulische Abgleich ist so vorzunehmen, dass bei bestimmungsgemäßem Betrieb, also z.B. auch nach Raumtemperaturabsenkung oder Betriebspausen der Heizanlage, alle Wärmeverbraucher entsprechend ihres Wärmebedarfs mit Heizwasser versorgt werden". Bei der praktischen Durchführung des hydraulischen Druckausgleichs bedeutete dies bisher, die richtige Voreinstellung der sich aus der Wärmebedarfsrechnung ergebenden Wassermengen an den Verbrauchern über vom Hersteller mitgelieferte Diagramme, Datenschieber und Softwareprogramme zu ermitteln und mit Hilfe der Zulaufventile, die überwiegend als Thermostatventile ausgeführt sind, und der Rücklaufventile durchzuführen.

[0004] Aus der DE-OS 4 221 725 ist es auch bekannt, zur Vermeidung eines Abgleichs nach Schätz- oder Rechenwerten zunächst alle Heizkörper-Thermostatventile voll zu öffnen und in jedem Raum die dadurch entstehende Raumtemperatur zu messen. Dann werden die Ventile in den zu hoch aufgeheizten Räumen so weit geschlossen, dass sich in allen Räumen die gewünschte gleichmäßige Solltemperatur einstellt, und den nun vorliegenden Öffnungsgrad jedes einzelnen Ventils als maximale Offenstellung für alle weiteren Regelaktivitäten in das zentrale Regelgerät einzugeben. Ein derartiges Verfahren ist jedoch zeitaufwendig, ungenau und insbesondere im Hinblick auf Einsparungen in der benötigten Energiemenge nicht mehr zeitgemäß.

[0005] Durch die Erfindung wird die Aufgabe gelöst, ein Verfahren zum hydraulischen Abgleichen einer Heizungsanlage zu schaffen und so zu gestalten, dass sich an jedem Heizkörper die aufgrund von wärmetechnischen Berechnungen gewünschte Druckdifferenz kontrollierbar und nachweisbar einstellen lässt. Hierdurch kann erreicht werden, die Warmwasserheizungsanlagen energetisch besonders sparsam betreiben zu können, um weniger Energie zu verbrauchen und damit die Umweltbelastung zu verringern. Außerdem wird durch die Kontrollierbarkeit der in Frage kommenden technischen Werte eine Optimierung der Systemfunktion erreicht.

[0006] Dies wird erfindungsgemäß insbesondere erreicht durch die Merkmale, die in einem der Patentansprüche beschrieben sind.

[0007] In dem erfindungsgemäßen Verfahren sind nicht nur die Einstellvorgänge für die Druckdifferenz an den einzelnen Heizkörpern enthalten, sondern durch das erfindungsgemäße Verfahren wird auch die Beurteilung der hydraulischen Gesamtfunktion einer Heizungsanlage und eine Dokumentation der technischen Werte derselben ermöglicht. Diese Dokumentation soll dazu dienen, die bei der Inbetriebnahme fixierten Werte zu registrieren. Sie ist ein Beleg für die Einstellwerte und kann im Bedarfsfall für Kontrolle und Nachjustierung benutzt werden.

[0008] Außerdem kann sie dazu verwendet werden, bei später auftretenden Störungen durch Messen eine eventuelle Abweichung von der Normalfunktion (Störung) festzustellen, um eine schnelle und sichere Beurteilung der Störungsursache zu ermöglichen.

[0009] Nach der Erfindung wird die Druckdifferenz am Heizkörper für den maximal durchfließenden Volumenstrom grundsätzlich mit Hilfe des ohnehin vorhandenen oder einzubauenden Rücklaufventils eingestellt. Diese Einstellung wird stets mit voll geöffnetem Zulaufventil (Thermostatventil) durchgeführt. Die Größe des Volumenstroms unterhalb des Maximalwertes wird dann vom Thermostatventil bestimmt. Eine Voreinstellung am Thermostatventil ist daher im allgemeinen nicht mehr erforderlich, kann aber in bestimmten Fällen zusätzlich vorgesehen sein. Für die Rücklaufventile ist es empfehlenswert, speziell bei Neubauten, eine Konstruktion zu wählen, die durch ihr Drosselverhalten eine möglichst genaue Einstellung begünstigt.

[0010] Gemäß der Erfindung werden Messungen direkt am jeweiligen Heizkörper durchgeführt. Der mögliche Messort reicht vom Zulaufventil bis zum Rücklaufventil. Wenngleich sich hierzu festinstallierte Messgeräte verwenden lassen oder die Messgeräte zum Zwecke der jeweiligen Messungen montieren bzw. demontieren lassen, wird es erfindungsgemäß vorgezogen, fest installierte Messanschlüsse vorzusehen, die je nach Bedarf für den Anschluss des Messgerätes benutzt werden können. Hierdurch wird eine vereinfachte, aber sichere Messung für die jeweilige Einstellung ermöglicht, wobei Arbeitskosten und Energieaufwand eingespart werden. Durch die Einsparung an Arbeitsaufwand und Energiekosten sind derartige Bedarfsanschlüsse besonders wirtschaftlich.

[0011] Ein derartiger Bedarfsmessanschluß wird gemäß der Erfindung insbesondere anstelle der bisher üblichen Entlüftungsstopfen an den Heizkörpern vorgesehen und eingesetzt. Durch ein entsprechend gestaltetes manuell bedienbares Entlüftungs- und Messanschlußventil ergeben sich einfache Möglichkeiten für Entlüftung, Druckentlastung, Befüllung und Messung an jedem Heizkörper. Die Anschlüsse können selbstöffnend beim Anschließen und selbstschließend beim Abkoppeln von Entlüftungs- und/oder Messeinrichtungen sein. Daher gestatten solche Ventile eine einfache, saubere, schnelle und sichere Arbeitsweise bei der Handhabung des Einstellverfahrens, ohne das System außer Betrieb setzen zu müssen. Ein derartiger Anschluss ist in der EP-99104565.9 desselben Anmelders beschrieben.

[0012] Durch die Erfindung wird eine exakte, messbare Einstellung des vorgegebenen Differenzdruckes Δp an jedem einzelnen Heizkörper ermöglicht. Damit kann der hydraulische Abgleich so durchgeführt werden, dass bei bestimmungsgemäßem Betrieb alle Wärmeverbraucher entsprechend ihres Wärmebedarfs mit Heizwasser versorgt werden.

[0013] Weiter sollten die Einstellwerte der jeweiligen Strangregulierungen gemessen und überwacht werden. Über eine Messstelle pro Strang, Geschoss bzw. Wohneinheit besteht die Möglichkeit, die gewünschten Werte für die Strangregulierungen einzustellen, zu überprüfen, zu überwachen und die jeweils angeschlossenen Heizkörper individuell einzuregulieren.

[0014] Im folgenden werden mehrere Verfahrensweisen erläutert, die abhängig sind von der Bestückung der Heizkörper mit Messstellen für die Druckmessung. Die Verfahrensweisen werden in den Figuren 1 bis 2 der Zeichnung anhand einer beispielgebenden Heizungsanlage für drei Geschosse durch die symbolhaft angegebene Bestückung der Anlagenteile erläutert und anhand dieser Beispiele im folgenden beschrieben. Die Bestückungssymbole sind aus Figur 3 ersichtlich.

Verfahrensweise I:

- mit einem Mess- und Entlüftungsanschluß anstelle des bisher üblichen Entlüftungsstopfens

Verfahrensweise II:

- mit einem Mess- und Entlüftungsanschluß anstelle des bisher üblichen Entlüftungsstopfens
- mit einem Mess- und Entlüftungsanschluß im Zulauf vor dem Thermostatventil

[0015] Für die hier verwendeten Druckangaben gelten die folgenden Definitionen:

Statischer Druck P_{ST} :

Der statische Druck ist das Gewicht der Flüssigkeitssäule, die auf einer darunter liegenden Flächeneinheit ruht. Zur Messung sind die Entlüftungseinrichtungen an der höchsten Stelle angeschlossen zu lassen, damit der für diese Messung erforderliche Luftdruck Zutritt hat.

Mindestdruck p_M :

Der Mindestdruck ist der Druck, der im System entsteht, wenn nach Entlüften gegen den Druck des Ausdehnungsgefäßes weiter befüllt wird. Er errechnet sich durch Addition des statischen Druckes und des Druckanstiegs, der aufgrund der Weiterbefüllung entsteht. Der Mindestdruck kann bei ruhender Pumpe und geöffnetem Zulauf- und Rücklaufventil an "H" gemessen werden.

Pumpendruck p_P :

Der Pumpendruck ist der unmittelbar nach der Pumpe gemessene Druck. Im weiteren Verlauf der Anlage wird er als Zulaufdruck bezeichnet.

Umlaufdruck p_U :

Der Umlaufdruck ist der Druck, der am Heizkörper direkt unter folgenden Bedingungen gemessen wird:

- a) Thermostatventil voll geöffnet,
- b) Rücklaufventil voll geöffnet,
- c) Umwälzpumpe in Betrieb.

Der gemessene Wert berücksichtigt alle an dieser Stelle wirksam werdenden Druckverluste in der Zulauf- sowie in der Rücklaufleitung.

Druckverlust p_V :

Der Druckverlust ist der Druck, der auf dem Leitungsweg bis zur Messstelle und auf dem Leitungsweg nach

der Messstelle durch Flüssigkeitsreibung verlorengeht.

Differenzdruck oder Druckdifferenz Δp :

Der Differenzdruck ist der Druck, der aufgrund der Ventileinstellungen beim Durchfließen eines bestimmten Volumenstroms durch den Heizkörper entsteht. Die Festlegung des Volumenstromes erfolgt aufgrund einer wärmetechnischen Berechnung, die anhand des $q_V / \Delta p$ Diagramms des verwendeten Ventils den Sollwert für den Differenzdruck ergibt.

Einstelldruck p_E :

Der Einstelldruck ist der Druck, der aus der Subtraktion des Δp -Sollwertes vom Zulaufdruck errechnet wird. Die Einstellung erfolgt unter Ablesung der Messwerte mit Hilfe des Rücklaufventils.

Zulaufdruck p_Z :

Der Zulaufdruck ist der Druck, der in der Zulaufleitung des Heizkörpers vor dem Thermostatventil (Zulaufventil) herrscht. Wenn der maximale Zulaufdruck an der Messstelle im Heizkörper gemessen werden soll, muß das Thermostatventil voll geöffnet und das Rücklaufventil geschlossen sein.

Rücklaufdruck p_R :

Der Rücklaufdruck ist der Druck, der in der Rücklaufleitung des Heizkörpers nach dem Rücklaufventil herrscht. Wenn der maximale Rücklaufdruck an der Messstelle am Heizkörper gemessen werden soll, muß das Thermostatventil geschlossen und das Rücklaufventil geöffnet werden.

Arbeitsdruckbereich p_A : $p_A = p_Z - p_R$

Der Arbeitsdruckbereich ist die Differenz zwischen Zulaufdruck und Rücklaufdruck, innerhalb dessen eine Δp -Einstellung am einzelnen Heizkörper vorgenommen werden kann.

[0016] Seitens des Erfinders wurden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren das physikalische Prinzip der Durchflußmengeneinstellung über Druckmessungen berücksichtigt. Dabei sind aus der Fluidtechnik die Vorgänge an Drosseln bekannt, die sich im Prinzip durch die Größen Durchfluß Q (l/min.), Drosselquerschnitt A (mm²) und die Druckdifferenz Δp (bar bzw. mbar) über die Drosselstelle beschreiben lassen. Die mathematische Beziehung ist dabei vereinfacht, dass der Durchfluß Q dem Drosselquerschnitt A x der Quadratwurzel aus der Druckdifferenz Δp proportional ist.

[0017] Unter der Voraussetzung, dass sich die beschriebene Drosselstelle als Konstantdrossel oder konstant eingestellte Drosselstelle parallel zu übrigen System befindet und eine Stromteilung im System vorliegt sowie der physikalischen Tatsache, dass Flüssigkeiten immer den Weg des geringsten Widerstandes gehen, ist eine Durchflußeinstellung durch das Einstellen der Druckdifferenz über die konstante Drosselstelle möglich, wenn eine zweite einstellbare Drosselstelle mit der konstanten Drosselstelle in Reihe nachgeschaltet ist. Dieser Sachverhalt tritt auch bei Heizungsanlagen auf.

[0018] Wichtig für die Durchflußmengeneinstellung ist hierbei nur das unmittelbare Druckgefälle über die konstante Drosselstelle, das Druckniveau spielt hierbei keine Rolle. Damit läßt sich bei Kenntnis der Kennlinie für die konstante Drosselstelle (Druckdifferenz/Durchfluß-Kennlinie) der Durchfluß problemlos über eine Druckdifferenzbestimmung einstellen. Der maximale Durchfluß ist erreicht, wenn die einstellbare Drosselstelle ganz geöffnet ist, bei geschlossener einstellbarer Drosselstelle ist der Durchfluß Null. Alle beliebigen anderen Einstellungen der Verstelldrossel folgen auf Grund der dann vorliegenden Druckdifferenz über die konstante Drosselstelle dem obengenannten Durchflußgesetz.

[0019] Bei Heizkörpern, die im Zulauf und im Rücklauf eine Drosselstelle besitzen, kann die Regelung der Durchflußmenge über nacheinander ausgeführte Druckmessungen durchgeführt werden. Dabei gilt folgende Vereinbarung für den hydraulischen Abgleich gemäß der vorliegenden Erfindung bezüglich der Drosselstellen zu den Ventileinstellungen:

- Zulaufventil ZLV (Zulaufdrossel) ist soweit geöffnet, dass keine extra Querschnittsverengung durch die Thermostatwirkung des Ventiles eintritt. Das Ventil gilt für die weitere Betrachtung als konstante Drosselstelle.
- Rücklaufventil RLV (Ablaufdrossel) ist verstellbar von ganz geöffnet bis ganz geschlossen. Das Ventil gilt für die weitere Betrachtung als einstellbare Drosselstelle.

[0020] Bei Inbetriebnahme und praktischem Abgleich müssen zunächst alle Drosselstellen der gesamten Heizkörper vorab bei einer Anlage grob aufeinander abgestimmt werden, das bedeutet:

Die Thermostatventile (Vorlaufventile) ZLV soweit aufdrehen, dass ihre Einstellung der Maximaleinstellung während des normalen Heizungsbetriebes entspricht, ohne dass eine Thermostatwirkung bereits eintritt.

Alle Rücklaufventile RLV ganz zudrehen, so dass bei diesen Heizkörpern keine Durchströmung auftritt, um somit einen hydraulischen Kurzschluß zu vermeiden.

Dann die Rücklaufventile RLV der Reihe nach über das ALMAT-Control-Messgerät so einstellen, dass die einzelnen Heizkörper mit der gewünschten Durchflußmenge durchströmt werden.

Danach die Einstellungen der einzelnen Heizkörper nochmals durch Messung der Durchflußmenge überprüfen, gegebenenfalls ist noch eine Feineinstellung vorzunehmen.

[0021] Zur Feineinstellung der einzelnen Heizkörper müssen die Rücklaufventile RLV noch nachgestellt werden, wobei die Einstellung auf den exakten bzw. gewünschten Durchflußwert einfach und auch kontrollierbar möglich ist. Hiermit wird es sogar möglich, die Durchflußmenge der einzelnen Heizkörper so einzustellen, dass die Abkühlung des Heizwassers in den oberen Stockwerken dadurch berücksichtigt werden kann, indem der Durchsatz auf einen etwas höheren Wert bei diesen Heizkörpern

[0022] Die erfindungsgemäßen Verfahrensweisen werden anhand der folgenden Beschreibungen weiter erläutert.

Verfahrensweise I

[0023] Bei der Verfahrensweise I erfolgen alle Messungen für die gewünschten Drücke und zum Einstellen der Druckdifferenz am einzelnen Heizkörper über einen einzigen Mess- und Entlüftungsanschluß, der anstelle des bisher üblichen Entlüftungsstopfens eingesetzt wird. Der erste Abgleich sollte grundsätzlich vorzugsweise bei kalter Anlage, bei geschlossenem Mischer und laufender Pumpe durchgeführt werden. Der Einstellwert für die Druckdifferenz wird durch Subtraktion des gewünschten Δp vom Zulaufdruck errechnet und bei ständiger Kontrolle durch die Druckmessung am Rücklaufventil eingestellt.

Verfahrensablauf:

[0024]

1. Anlage befüllen und gründlich entlüften.

Die Entlüftung sollte von dem untersten Geschoss nach oben hin so gründlich durchgeführt werden, dass keinerlei Lufteinschlüsse in der Flüssigkeit mehr vorhanden sind. Dies ist die Voraussetzung dafür, dass die bestmöglichen Wirkungsgrade an den Verbrauchern erzielt werden und die steuer- und regeltechnischen Vorgänge einwandfrei ablaufen können. Alle Zulauf- und Rücklaufventile der Heizkörper sind geöffnet.

2. Entlüftungseinrichtungen an der höchsten Stelle angeschlossen lassen und statische Drücke in den einzelnen Geschossen messen und registrieren.

Die Entlüftungsöffnungen an der höchsten Stelle müssen deshalb angeschlossen bleiben, um dem Luftdruck Zutritt zu lassen, was für eine Messung der Wassersäule Voraussetzung ist. Normalerweise genügt die Messung an nur einem Heizkörper pro Geschoss. Wenn aber die Höhenmaße der Heizkörper sehr unterschiedlich sind, ist es zweckmäßig, an jedem Heizkörper zu messen, um genauere Werte zu bekommen. Alle Zulauf- und Rücklaufventile sind geöffnet.

3. Entlüftungsöffnungen schließen

Gegen den Druck des Ausgleichsgefäßes nach Vorschrift weiter befüllen, bis der vorgeschriebene Mindestdruck p_M erreicht ist. Alle Zulauf- und Rücklaufventile sind geöffnet.

4. Umwälzpumpe einschalten

Dazu müssen alle Zulauf- und Rücklaufventile an den Heizkörpern voll geöffnet sein. Damit keine unerwünschten regeltechnischen Wirkungen eintreten, ist es ggf. zweckmäßig, die Thermostatköpfe der Zulaufventile zu entfernen. Jeder Zuführungsstrang wird berücksichtigt, falls eigene Pumpen dafür vorhanden sind.

5. Pumpendruck messen und registrieren

Dieser Wert ist wichtig, um den Druckverlust im System errechnen und beurteilen zu können. Dazu wird der Druck kurz hinter der Pumpe in der Druckleitung gemessen. Entsprechendes gilt auch für die Saugleitung auf der Ansaugseite der Pumpe. Die Messstelle muß möglichst im Höhen-Niveau der Pumpe liegen. Jeder Zuführungsstrang wird entsprechend berücksichtigt, falls er eine eigene Pumpe aufweist.

6. Vordrosselung (optional)

Um einen hydraulischen Abgleich besser vornehmen zu können, insbesondere in Heizungssystemen mit einer größeren Anzahl von Heizkörpern, bei denen verschiedene Druckverhältnisse gegeben sein können, sollte vorzugsweise zwischen Zulaufseite und Rücklaufseite ein Druckgefälle eingestellt werden. Dazu werden im ersten Schritt alle Thermostatventile des jeweiligen Stranges, bzw. des Systems geschlossen. In einem zweiten Schritt wird an jedem Heizkörper eine Druckmesseinrichtung angeschlossen, das Thermostatventil geöffnet und über das

Rücklaufventil ein Druckgefälle von ca. 200-300 mbar eingestellt, wobei der einzustellende Wert vom jeweiligen System abhängt, aber in dem vorgenannten Bereich liegt. Danach wird das Thermostatventil wieder geschlossen und die Druckmesseinrichtung abgekoppelt. Im dritten Arbeitsvorgang werden alle Thermostatventile des Systems, bzw. des Stranges wieder geöffnet und alle Heizkörper sollten einen Vordrosselungswert von ca. 20-30 mbar aufweisen.

7. Arbeitsdruckbereich an jedem Heizkörper errechnen und registrieren.

$$\text{Arbeitsdruckbereich } p_A = \text{Zulaufdruck } p_Z - \text{Rücklaufdruck } p_R$$

Der Arbeitsdruckbereich sagt aus, welcher Spielraum für die Einstellung der Druckdifferenz Δp zur Verfügung steht. Außerdem gibt der Arbeitsdruckbereich im obersten Geschoss Auskunft darüber, ob die Pumpe für dieses System leistungsstark genug ausgelegt ist oder nicht. Das letztere ist der Fall, wenn der Arbeitsdruckbereich am Heizkörper kleiner ist als die gewünschte Druckdifferenz Δp .

8. Druckverlust bis zur Messstelle am Heizkörper errechnen und registrieren.

Durch die Berechnung des Druckverlustes bis hin zu jedem einzelnen Heizkörper hat man die Möglichkeit

- a) die Auslegung des Leitungsnetzes zu bewerten
- b) bei späteren Störungen durch Vergleichsmessungen die Suche nach Störungsursachen zu erleichtern.

9. Differenzdruck/Druckdifferenz am Heizkörper einstellen. Einstelldruck errechnen:

$$\text{Einstelldruck } p_E = \text{Zulaufdruck } p_Z - \text{Sollwert der Druckdifferenz } \Delta p.$$

Die Einstellung der Druckdifferenz auf den errechneten Wert erfolgt mit Hilfe des jeweiligen Rücklaufventils am Heizkörper bei ständiger Sichtkontrolle auf die Anzeige der Druckmesseinrichtung. Um eine einfache und genaue Einstellung vornehmen zu können, sollten (vor allem bei Neubauten) Rücklaufventile eingesetzt werden, die durch ihr Drosselverhalten den Einstellvorgang erleichtern. Bei voll geöffnetem Thermostatventil begrenzt man damit den maximalen Durchfluss durch den Heizkörper. Unterhalb dieses Wertes wird dann die Größe des Volumenstroms vom Thermostatventil bestimmt.

[0025] Um eine letztgültige Aussage über die einregulierten Werte zu erhalten, kann man, ggf. nach der zweckmäßig von unten nach oben erfolgenden Druckeinstellung, noch einmal kontrollieren und, falls erforderlich, nachjustieren.

[0026] Um den maximalen Volumenstrom zu reduzieren, könnten die Thermostatventile ggf. auch eine andere Grundeinstellung haben, die aber dokumentiert werden müsste, damit die Ausgangsposition wiederholbar ist.

[0027] Es besteht aber auch die Möglichkeit, den maximalen Volumenstrom bei voll geöffnetem Thermostatventil durch Einstellen eines unterschiedlichen Differenzdruckes zu verändern.

Vereinfachte Verfahrensweise für den hydraulischen Angleich

[0028] Die beschriebene Verfahrensweise beinhaltet nicht nur den Vorgang des hydraulischen Abgleichs durch Einstellung der Druckdifferenz Δp am einzelnen Heizkörper, sondern bietet auch die Möglichkeit, durch entsprechende Messungen bzw. einfache Berechnungen die hydraulische Gesamtfunktion einer Heizungsanlage beurteilen zu können.

[0029] Eine vereinfachte Verfahrensweise, die z.B. bei Überprüfungen der Einstellungen angewendet werden kann, ohne dass der Brenner außer Betrieb zu setzen ist, oder einen schnellen Abgleich ohne Erfassung der sonstigen technischen Werte, kann bei einer schnell durchgeführten Messung, da ein Einschalten des Brenners zu Druckänderungen führen kann, wie folgt durchgeführt werden:

a) Zulaufdruck messen

Der Zulaufdruck wird am einzelnen Heizkörper gemessen. Dazu müssen Thermostatventil geöffnet und Rücklaufventil geschlossen sein.

b) Sollwert für Druckdifferenz festlegen

Der Sollwert für die einzustellende Druckdifferenz Δp wird aus der Wärmeberechnung anhand von Hersteller-

Daten für die Ventile oder aufgrund von Erfahrungswerten festgelegt.

c) Einstelldruck errechnen

Der Sollwert der Druckdifferenz wird vom Messwert für den Zulaufdruck subtrahiert. Dadurch ergibt sich der Einstellwert p_E .

d) Die Einstellung des gewünschten Differenzdruckes Δp erfolgt durch Einstellen des errechneten Wertes p_E mit Hilfe des jeweiligen Rücklaufventils und bei ständiger Sichtkontrolle auf die Anzeige der Druckmesseinrichtung.

10 Verfahrensweise II

[0030] Diese Verfahrensweise bietet die Möglichkeit, eine zusätzliche Messung vorzunehmen, um die Einstellung zu vereinfachen bzw. sicherer zu machen.

[0031] Die Einstellung der Druckdifferenz am einzelnen Heizkörper ist nämlich abhängig von der Konstanz des Zulaufdruckes vor dem Verbraucher während des Einstellvorganges. Der erste Abgleich sollte grundsätzlich vorzugsweise bei kalter Anlage, bei geschlossenem Mischer und laufender Pumpe durchgeführt werden. Da der Zulaufdruck eine wichtige Kontrollgröße für die Anlagenfunktion ist, kann es wünschenswert sein, zumindest eine Messstelle dafür in jedem Geschoss bzw. in jeder Wohneinheit vorzusehen. In jedem Geschoss ist dies deswegen sinnvoll, weil der statische Druck und damit die abgelesenen Werte der Zulaufdrücke unterschiedliche Werte haben. Diese Messstelle kann z.B. im Bad oder in der Toilette installiert werden. Wenn dort ein Manometer ständig angeschlossen ist, hat der Betreiber sogar die Möglichkeit, auf einfache Weise die Heizungsfunktion von seiner Wohnung aus kontrollieren zu können. Er kann z.B. beurteilen, ob das System - nach Entlüftungsvorgängen - wieder aufgefüllt werden muß und ob z.B. die gewünschten Werte für die jeweilige Strangregulierung gehalten werden.

[0032] Zur Veranschaulichung der in den einzelnen Stockwerken vorhandenen Druckverhältnisse in der Heizungsanlage wird auf die Figur 4 verwiesen. Dabei zeigt Figur 4 den prinzipiellen Verlauf wichtiger Druckwerte. Dabei ist folgendes zu beachten.

[0033] Die gezeichneten Meßstellen folgen einer gedachten, senkrecht verlaufenden Rohrleitung mit angenommener Höhe und fiktiven Widerstandswerten. Dabei werden in der Darstellung nicht die zusätzlichen Widerstände berücksichtigt, die sich aus den Verteilungsnetzen in den jeweiligen Geschossen ergeben.

[0034] Der Nullpunkt für das doppelseitige Koordinatensystem liegt dann im Ruhezustand für den statischen Druck (p_{ST}) und für den Mindestdruck (p_M) bei 0_1 . Der Schnittpunkt der Geraden Zu mit der X-Achse (P-Werte) gibt den unmittelbar hinter der Pumpe im Zulauf gemessenen Druck an, der im weiteren Verlauf der Anlage als Zulaufdruck bezeichnet wird.

[0035] Da aus den oben genannten Gründen die bisher üblichen Berechnungsvorgänge entfallen können und eine graphische Darstellung für die routinemäßig erfaßten Meßwerte nicht sinnvoll erscheint, bleibt nur die Registrierung der technischen Werte in tabellarischer Form.

Patentansprüche

1. Verfahren zum hydraulischen Abgleichen einer Warmwasser-Heizungsanlage, welche im Leitungsnetz eine Umwälzpumpe und mehrere Heizkörper, die auch in unterschiedlichen Geschossen vorhanden sein können, aufweist, wobei die Heizkörper mit einem im Durchfluss verstellbaren Zulaufventil, einem im Durchfluss verstellbaren Rücklaufventil und einer absperrbaren Entlüftungsöffnung versehen sind, wobei bei dem Verfahren

a) die Heizungsanlage befüllt wird und die Zulaufventile und Rücklaufventile aller Heizkörper geöffnet werden und die Heizkörper vom untersten Geschoss nach den oberen Geschossen hin entlüftet werden,

b) die Entlüftungsöffnungen abgesperrt werden und die Heizungsanlage bei abgeschalteter Umwälzpumpe und geöffneten Zulaufventilen und Ablaufventilen gegen den Druck des Ausgleichsgefäßes weiterbefüllt wird, bis der vorbestimmte Mindestdruck (p_M) erreicht ist,

c) die Umwälzpumpe eingeschaltet wird und bei geöffneten Zulaufventilen und Ablaufventilen der Zulaufdruck (p_U) an jedem Heizkörper zwischen dessen Zulaufventil und Ablaufventil gemessen wird und

d) bei eingeschalteter Umwälzpumpe und geöffnetem Zulaufventil der Druck am jeweiligen Heizkörper bei laufender Druckmessung auf den in Abhängigkeit von der für den jeweiligen Heizkörper durch Berechnung ermittelten Soll-Druckdifferenz (Δp) ermittelten Einstelldruck (p_E) durch Verstellen von dessen Rücklaufventil eingestellt wird

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Rücklaufventil verstellt wird, bis der Druckmesswert der Differenz aus dem gemessenen Zulaufdruck (p_U) und der Soll-Druckdifferenz Δp entspricht.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei eine Vordrosselung am jeweiligen Heizkörper dadurch durchgeführt wird, dass in Schritt c) nach Einschalten der Umwälzpumpe bei geöffnetem Zulaufventil das Rücklaufventil bei laufenden Druckmessungen verstellt wird, bis ein vorgegebener Druckdifferenzwert für die Vordrosselung erreicht wird.
- 5 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei als Druck am jeweiligen Heizkörper der Druck an der Entlüftungsöffnung des jeweiligen Heizkörpers gemessen wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Heizkörper bzw. die Heizkörper und deren Ablaufventile für die Druckmessungen mit Bedarfsmessanschlüssen ausgestattet werden.
- 10 6. Verfahren nach den Ansprüchen 4 und 5, bei welchem die Heizkörper an ihrer Entlüftungsöffnung mit einem Entlüftungsventil ausgestattet werden, welches als Entlüftungsauslaß und als Druckmessanschluß gestaltet ist.
- 15 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei vor dem Einschalten der Umwälzpumpe und bei geöffneten Zulaufventilen und Ablaufventilen eine Entlüftungsöffnung an der höchsten Stelle der Anlage geöffnet wird und die statischen Drücke (p_{ST}) in jedem der Geschosse an wenigstens einem Heizkörper gemessen und registriert werden.
- 20 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei nach dem Einschalten der Umwälzpumpe der Pumpendruck (p_p) kurz hinter und kurz vor der Umwälzpumpe in deren Druckleitung, bzw. in deren Saugleitung gemessen und registriert wird.
- 25 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Druckverlust (p_v) der Anlage bis zur Messstelle am Heizkörper als Differenz von Pumpendruck (p_p) und Zulaufdruck (p_z) errechnet und registriert wird.
- 30 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Arbeitsdruckbereich (p_A) an jedem Heizkörper als Differenz von Zulaufdruck (p_U) und Rücklaufdruck (p_R) errechnet und registriert wird.
- 35 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei in jedem Geschoss bzw. jeder Wohneinheit zumindest ein Mess- und Entlüftungsanschluß im Zulaufstrang zur ständigen Messung des Zulaufdruckes (p_z) eingerichtet wird.
12. Verfahren zum hydraulischen Abgleichen einer im Betrieb befindlichen Warmwasser-Heizungsanlage, welche im Leitungsnetz eine Umwälzpumpe und mehrere Heizkörper, die auch in unterschiedlichen Geschossen vorhanden sein können, aufweist, wobei die Heizkörper mit einem im Durchfluss verstellbaren Zulaufventil, einem im Durchfluss verstellbaren Rücklaufventil und einer absperrbaren Entlüftungsöffnung versehen sind, wobei bei dem Verfahren am einzelnen Heizkörper:
 - a) bei geöffnetem Thermostatventil und bei geschlossenem Rücklaufventil der Zulaufdruck p_z gemessen wird;
 - 40 b) der Sollwert für die einzustellende Druckdifferenz Δp aus der Wärmeberechnung anhand von Hersteller-Daten für die Ventile oder aufgrund von Erfahrungswerten für den jeweiligen Heizkörper festgelegt wird;
 - c) der Einstelldruck p_E durch Subtraktion des Sollwertes für die einzustellende Druckdifferenz Δp vom Zulaufdruck p_z errechnet wird;
 - d) der errechnete Einstelldruck p_E mit Hilfe des jeweiligen Rücklaufventils und bei ständiger Sichtkontrolle auf die Anzeige der Druckmesseinrichtung eingestellt wird;
 - 45 e) die Schritte a) bis d) für jeden einzelnen Heizkörper in der Anlage wiederholt werden, bis alle Heizkörper im System abgeglichen sind.
- 50 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 12, wobei als Druck am jeweiligen Heizkörper der Druck an der Entlüftungsöffnung des jeweiligen Heizkörpers gemessen wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 13, wobei die Heizkörper bzw. die Heizkörper und deren Ablaufventile für die Druckmessungen mit Bedarfsmessanschlüssen ausgestattet werden.
- 55 15. Verfahren nach den Ansprüchen 13 und 14, bei welchem die Heizkörper an ihrer Entlüftungsöffnung mit einem Entlüftungsventil ausgestattet werden, welches als Entlüftungsauslaß und als Druckmessanschluß gestaltet ist.

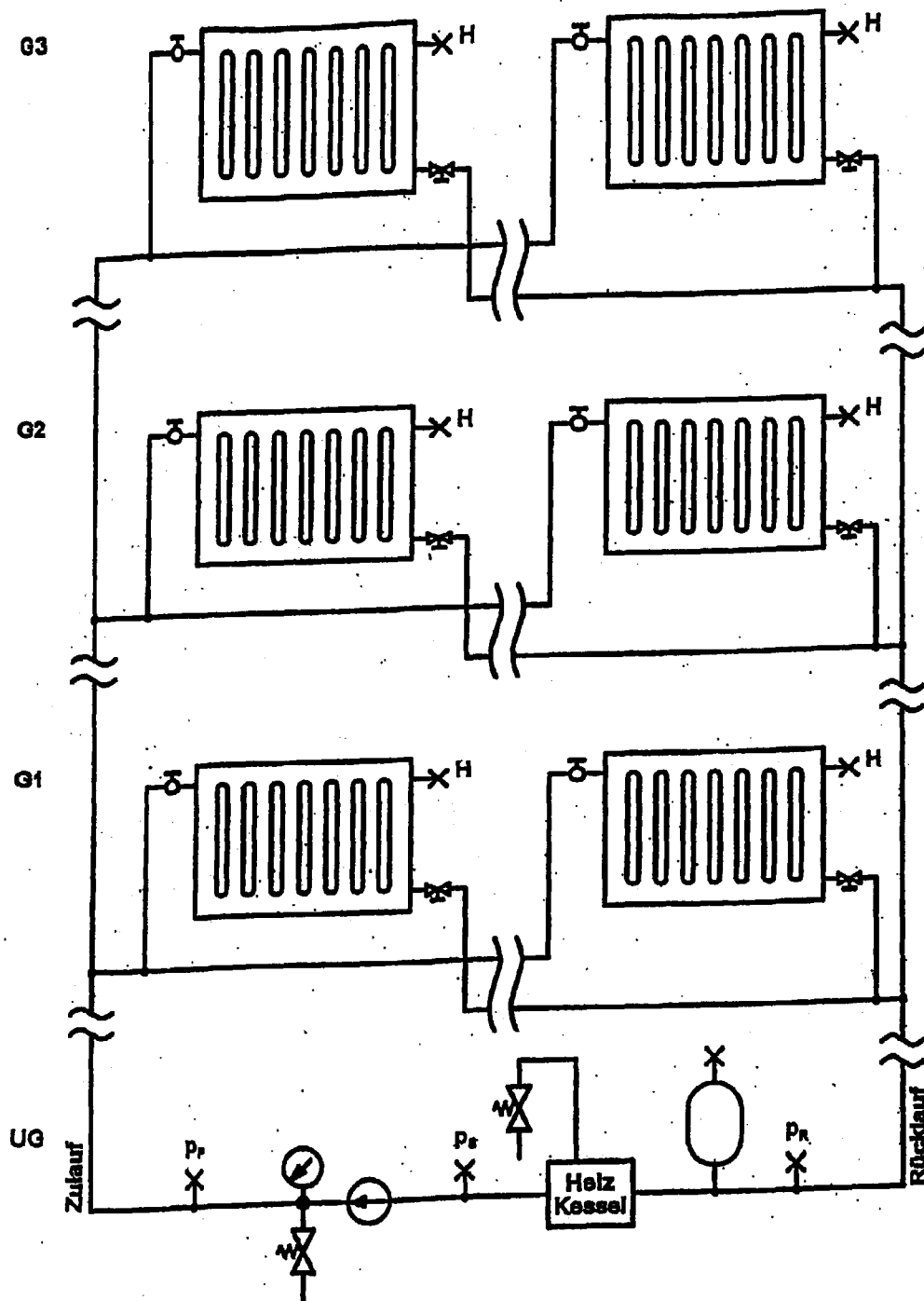


Fig. 1

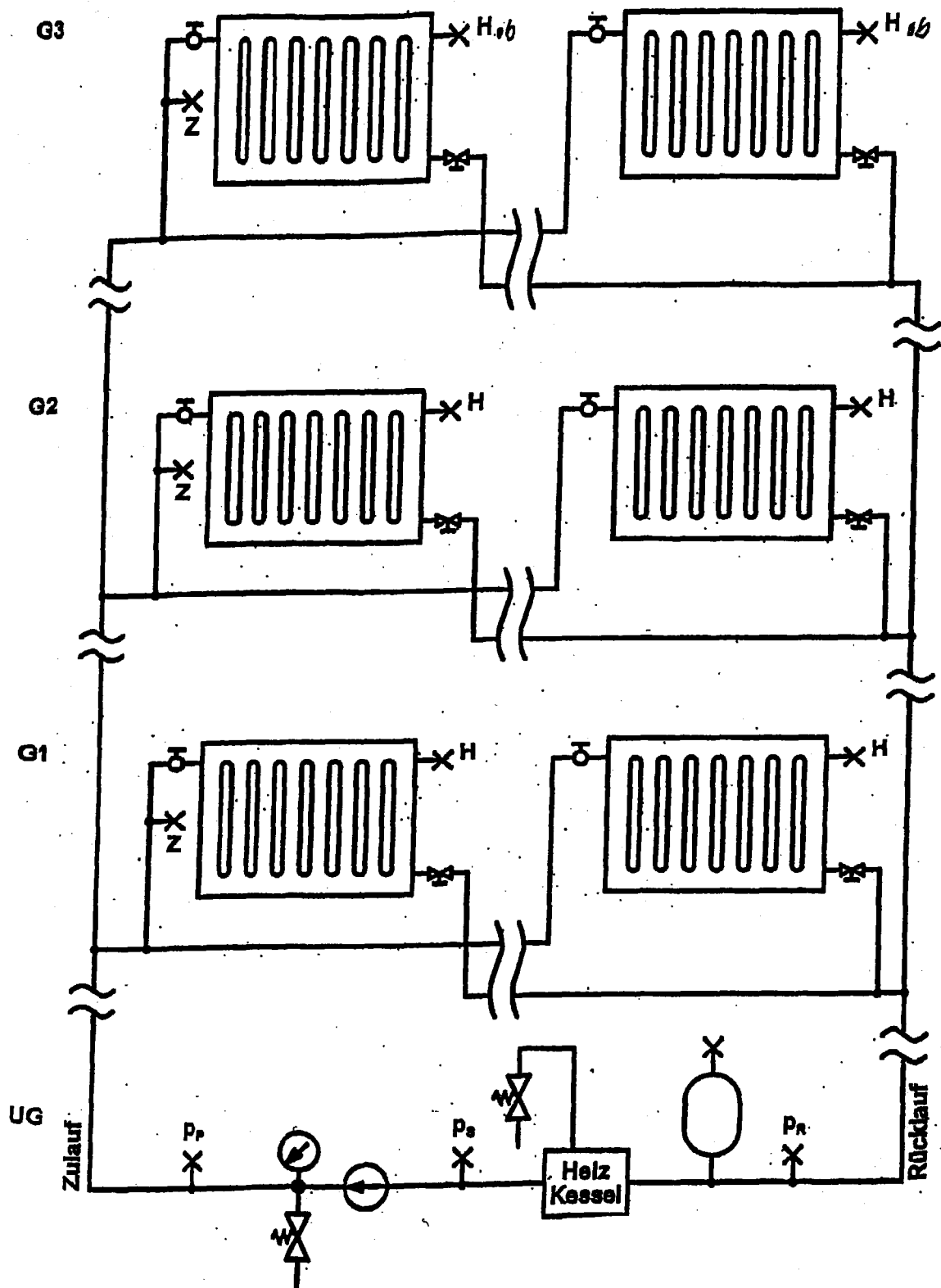
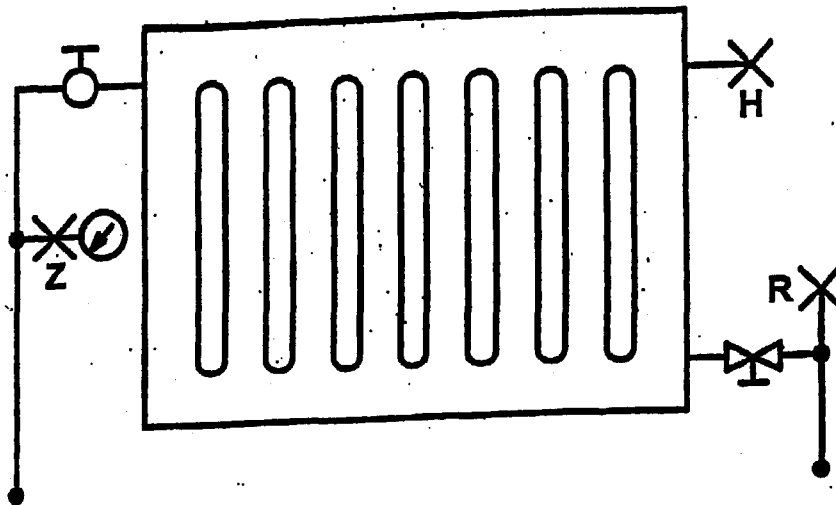


Fig. 2



Symbole für Heizungs-Zubehör:



**Zulaufventil
Thermostatventil**



**Rücklaufventil
Fußventil**



Entlüftungsstelle



Pumpe



**Meß-, Befüll- und
Entlüftungstelle**



Manometer

Anschlußstelle:

H:
Meß- und Entlüftungsanschluß
anstelle eines bisher üblichen
Entlüftungstopfens im Heizkörper

R:
Meß- und Entlüftungsanschluß
in der Rücklaufleitung nach dem
Rücklaufventil

Z:
Meß- und Entlüftungsanschluß
in der Zulaufleitung vor dem
Thermostatventil

Fig. 3

Fig. 4

